



రెండవ సంపుటము

(పరిష్కృతము)

భౌతిక, రాసాయనిక

శాస్త్రములు



తెలుగు భాషా సమితి

హైదరాబాదు

::

మద్రాసు



Blank Page



# విజ్ఞాన సర్వస్వము

రెండవ సంపుటము  
భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములు

సంపాదకులు  
[ మొదటి ముద్రణ ]

కీ. శే. గాడిచెర్ల హరిసర్వోత్తమరావు, ఎమ్. ఏ.  
శ్రీ వసంతరావు వేంకటరావు, ఎమ్. ఎస్. సి.  
శ్రీ వే. పి. విశ్వనాథశర్మ, ఎమ్. ఏ., ఎల్. టి.

సంపాదకులు  
[ రెండవ ముద్రణ ]

శ్రీ వసంతరావు వేంకటరావు, ఎమ్. ఎస్. సి.  
శ్రీ మేడపల్లి వరాహ సరసింహస్వామి



# తెలుగు భాషా సమితి

హైదరాబాదు \* మద్రాసు

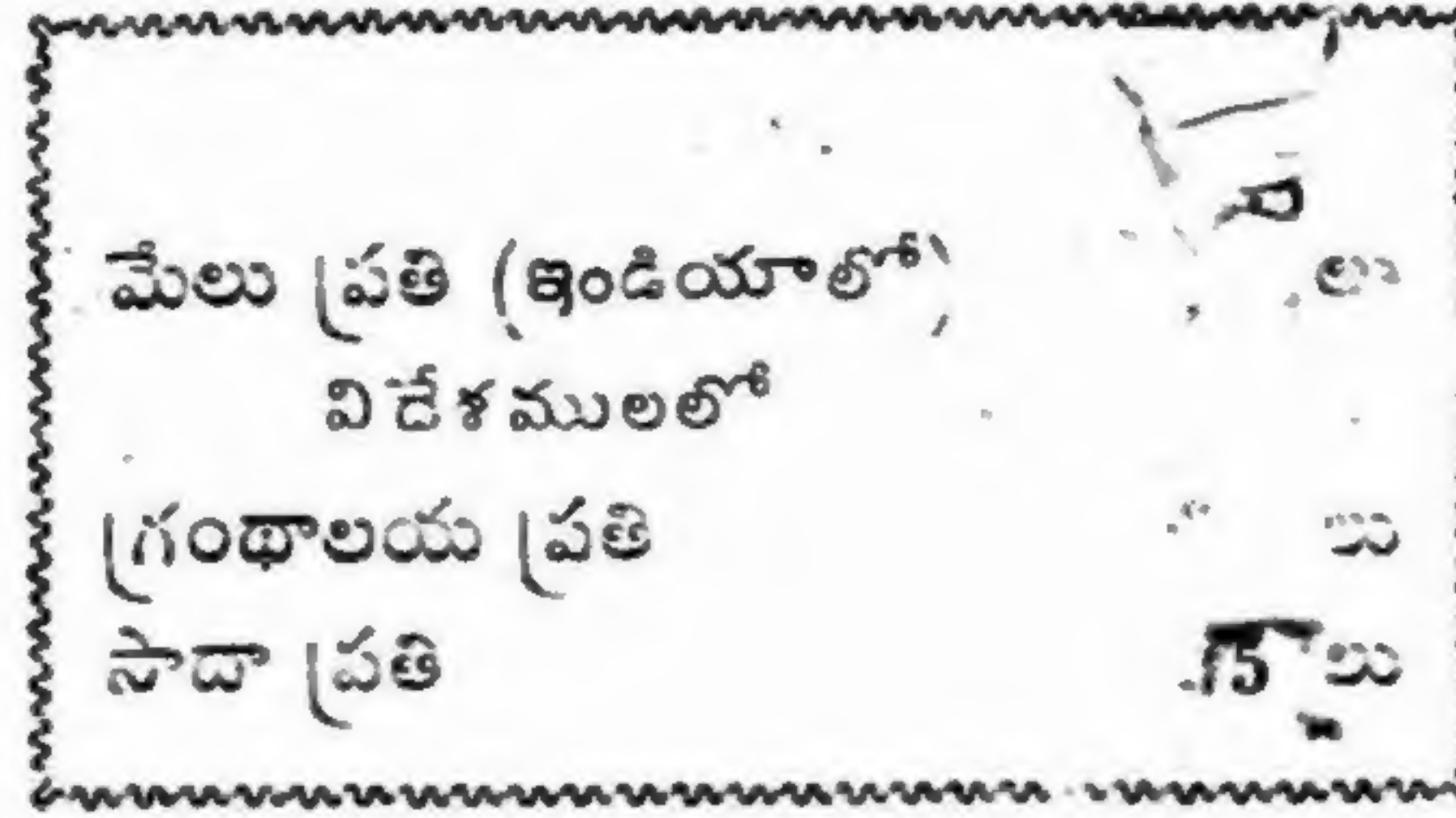


1964

తెలుగు భాషా సమితి

తెలుగు భాషా సమితి విభిన్నపూర్వకమైన అనుమతి లేనిచే ఇందలి వ్యాసములుగాని, చిత్రములుగాని పునర్ముద్రింపరాదు.

ముద్రణకర్తలు :  
హిందీ ప్రచార ముద్రణాలయము  
త్యాగరాయనగర్  
మద్రాసు-17



ప్రతులకు :  
తెలుగు భాషా సమితి  
3-1-299 నింబోలి అడ్డ  
హైదరాబాదు-27.

## BHOUTIKA RASAYANIKA SASTRAMULU

(Physics & Chemistry)

2nd Volume of VIJNANA SARVASVAMU (Encyclopaedia)

Published in Telugu in 16 Volumes by Telugu Bhasha Samiti—Hyderabad, Madras.

*For copies:*

De luxe edition

Overseas

Library edition

Popular edition

**Telugu Bhasha Samiti**

3-1-299 Nimboli Adda

Hyderabad-27.



## ప్రకాశకుల విజ్ఞప్తి

[మొదటి ముద్రణ]

సుమారు రెండు శతాబ్దములపాటు మనదేశము పరాధీనమై యుండుటవలన కలిగిన దుష్ఫలితములలో ముఖ్యమైనది మనదేశభాషల అభివృద్ధికి నిరోధకమయిన ఆంగ్ల భాషాప్రాభవము. దానితో పాటు విదేశ సంస్కారములు, విజ్ఞానము, సారస్వతము, నాగరికత మన మలవరచుకోవలసిన ఆవశ్యకత అనివార్యముగా వచ్చిపడినది. ఈ దుస్థితిని గుర్తించిన మన నాయకులు దీనిని కొంతవరకైనను నిరోధించియుండకపోతే మనదేశము ఈ పాటికి ఇంగ్లండ్ దేశమునకు చెల్లెలుగానో, బిడ్డగానో తయారై ఉండేది. ప్రత్యక్షగోచరములైన ఈ దురవస్థలేగాక మనకు తెలియకుండగనే మన మనోదృష్టి, వాంఛలు, ఆశయములుకూడా విదేశీయములు, విజాతీయములుగా మారియుండేవి. కాని, మనదేశీయులకు చైతన్యము కలిగినది. ఈ దుష్ఫలితాలను అరికట్టుటకు చేసిన ప్రయత్నాలలో ముఖ్యమైనవి, నిర్మాణాత్మకములయినవి - స్వదేశీప్రచారము, స్వభాషాప్రబోధము, స్వాతంత్ర్యోద్యమము. రాజకీయరంగములో జరిగిన పోరాటఫలితముగా స్వరాజ్యము లభించినది. దీనిని నిలుపుకోవలెనంటే దేశములో కలిగిన ప్రజాచైతన్యాన్ని నిర్మాణాత్మకముగా మనము ఉపయోగించుకొనవలెను. ప్రజలకు విద్యాప్రబోధము వారి మాతృభాషలో కలుగజేయ వలెను. మన తెలుగువారు సమర్థతగల పౌరులుగాను, విజ్ఞానవంతులుగాను తయారు కావలెనంటే మన చదువులు, ప్రభుత్వ కార్యకలాపాలు, మన న్యాయస్థానాలు, సారస్వతము, విజ్ఞానము అంతా మనభాషలో ఉండితీరవలెను.

పూర్వకాలములో భారతీయ విజ్ఞానమంతా సంస్కృతభాష మూలంగాను, ప్రాకృతభాషల ద్వారాను భారతదేశమందేకాక ఇతరదేశములందుకూడా వెల్లువలై ప్రవహించినది. రానురాను మనదేశము పరతంత్రముల పాలయినందున ఈ జ్ఞానవిజ్ఞాన సర్వస్వమంతా అడుగంటినది. దానిస్థానే పరుల విజ్ఞానము, సంస్కృతి ఎక్కువగా వ్యాపించినవి. దీనివలన నష్టము ఎక్కువగా కలిగినా, ఒకమేలు కూడా కలుగకపోలేదు. ఆధ్యాత్మికవిద్యల విషయము నిత్యమైనదే అయినా ప్రాపంచిక విజ్ఞానము కాలానుగుణముగా మారేది కనుక మన ప్రాచీనవిద్యలకు ఆధునిక విద్యలందుగల మంచిని జోడించి నూతనముగా ఒక విశిష్టమైన వికాసముతో విజ్ఞానాన్ని రూపొందించుటకు అవకాశ మేర్పడినది.

మన భారతదేశములోని పలుభాషలు, విదేశాలనుండి వెల్లువలుగా ప్రవహించి వచ్చిన విజ్ఞానాన్ని ఆధారంగా చేసికొని, ప్రస్తుతము ఎంతో అభివృద్ధిలోనికి వచ్చినవి. బెంగాలీ, హిందీ, మరాఠీ భాషల ప్రాభవం ఏ విదేశీభాషల ప్రాభవమునకున్నూ తీసిపోదు. ప్రతిదినం ఇతోధికంగా ఈ భాషలు అభివృద్ధి పొందుతున్నవి. మనభాషలను ప్రజానీకంయొక్క విజ్ఞానంకొరకు, దాని అభివృద్ధికొరకు ఉపయోగించవలెనంటే ఆధార గ్రంథాలను మొట్టమొదట మనము తయారు చేసికొనడం అవసరం. అందువల్లనే మన పూర్వులు ధర్మశాస్త్రాలకు ఆధారగ్రంథం వేదంగాను, పదజాలమునకు ఆధార గ్రంథం నిఘంటువుగాను, భాషాసూత్రాలకు ఆధారాలు వ్యాకరణాలుగాను, అర్థ, న్యాయ శాస్త్రాలకు ఆధారాలు స్మృతులుగాను నిర్మించి, ప్రజానీకాన్నంతటినీ తదనుసారంగా నడిపించారు. నేడు మన విజ్ఞాన పేటికలో భారతీయ విజ్ఞానమే కాదు — ప్రపంచమంతటిలోను లభ్యమయ్యే అన్ని సరగసుల విజ్ఞానము అమర్చుకొంటేనేకాని మనము వివిధ విజ్ఞానమంజూషను తయారుచేయలేము.



ఇట్టి మంజూషలు వికాసవంతములయిన అన్ని భాషలలోను ఏర్పడియున్నవి. వీటికి 'ఎన్ నైక్లో పీడియా' (విజ్ఞాన సర్వస్వము)లు అని పేరు. 'ఎన్ నైక్లో పీడియా బ్రిటానికా' ఇంగ్లీషులో ఎంత విశాలమైనదో చూస్తే అచ్చెరువవుతుంది. ఇంగ్లీషు భాష యొక్క, జాతి యొక్క భవిష్యత్తును నిర్మించే సామగ్రి అంతా అందులో ఇమిడియున్నది.

మూడుకోట్లమంది జనులకు మాతృభాషయై అతి ప్రాచీనమైన మన తెలుగుభాషకు ఇట్టి విజ్ఞాన మంజూష లేకపోవడం లోపముకాదని ఎవరును చెప్పజాలరు. ఈ విజ్ఞానమంజూష తయారుచేయడము కోసము కాంగ్రెసు గవర్నమెంటు ఏర్పడిన తరువాత మనకు విద్యామంత్రిత్వైన శ్రీ అవినాశలింగం చెట్టియారు ద్రావిడభాషలలో విజ్ఞానసర్వస్వం తయారుచేయించడం కోసము ఒక ఉద్యమాన్ని లేవ దీశారు. తమిళ వళర్చిక్కళగం - తమిళ భాషాభివృద్ధకసమితి - అనే పేరుతో ఒక సంఘాన్ని స్థాపించి వద్వారా తమిళభాషాసేవ చేయవలెనని కూడా సంకల్పించినారు. విద్యామంత్రి ప్రారంభించిన ఈ కార్యానికి ప్రభుత్వ సహాయంకూడా సులభసాధ్యమయినది. తెలుగు భాషాభివృద్ధికికూడా ఇట్టి ప్రయత్నం చాల అవసరమనిన్నీ, తెలుగు రచయితలను, భాషాసేవకులను ప్రోత్సహించడం కూడా అవసరమనిన్నీ తలచి మదరాసులోని తెలుగు భాషాభిమానులు కొందరు 15-10-1947 వ తేదీని విద్యాభాషామంత్రిగారి ఆహ్వానంమీద సమావేశమయ్యారు. ఈ కార్యాన్ని జయప్రదంగా నెర వేర్చడం కోసం 'తెలుగు భాషా సమితి' అనే పేరుతో ఒక సమితిని ఏర్పాటు చేయడానికి నిశ్చ యించడమయినది. ఆ వెంటనే యథాక్రమముగా స్థాపితముకూడా అయినది. సమితి సంకల్పించిన ఉద్దేశములలో 1. తెలుగుభాషలో ఒక విజ్ఞానసర్వస్వమున్ను, విజ్ఞానవ్యాప్తికి తోడ్పడు ఇతర రచన లున్ను గావించుట, 2. తెలుగుభాషలో వివిధ విషయములకును సంబంధించిన రచనలను గావింప జేయుటకై ఉత్తమ గ్రంథములకు బహుమతులిచ్చుట, 3. తెలుగుభాష, తెలుగువాఙ్మయము - వీటి అభివృద్ధికి తోడ్పడగల కార్యకలాపాలను నిర్వహించుట, 4. వైజ్ఞానిక విషయములనుగూర్చి చర్చలు, ప్రసంగములు, ఉపన్యాసములు జరిపించుటకు కావలసిన సభలు, సమావేశములు, ప్రదర్శనములు ఏర్పరచుట మొదలగునవి ముఖ్యమైనవి.

సమితి కార్యస్థానముగా ఉపయోగించుకొనుటకు మద్రాసు విశ్వవిద్యాలయమువారు ధర్మార్థ ముగా ఇచ్చిన విశ్వవిద్యాలయ భవనమందలి ఒకగదిలో సమితి ప్రారంభోత్సవము 9-3-1948 వ తేదీని జరిగినది. ఈ ఉత్సవమునకు వచ్చిన పెద్దలు సమితివారు సంకల్పించిన తెలుగు విజ్ఞానసర్వస్వ రచనా విధానమునుగూర్చి తమ ఆశయములను, అభిప్రాయములను తెలియజేసినారు. ఈ తెలుగు విజ్ఞాన సర్వస్వరచనా విధానమునుగూర్చి సలహాలను ఇచ్చుటకు ఒక ప్లానింగ్ కమిటీ ఏర్పడినది. ఈ కమిటీ సలహాలను అనుసరించి సకలకళలను, శాస్త్రములను సాజాత్యమునుబట్టి కొన్ని వర్గముల క్రింద జతపరచి, ఒక్కొక్క సంపుటమందు ఒక్కొక్క వర్గములోగల విషయములను, అవకాశమును బట్టి రెండేసి, మూడేసి వర్గములలోని విషయములను చేర్చి గ్రంథముగా 12\* సంపుటములలో ప్రకటించుటకు సమితివారు నిశ్చయించిరి. ఒక్కొక్క సంపుటములో ఉండవలసిన విషయములన్నింటి వివరణములు, ఆయా విషయములకు కావలసిన పుటలసంఖ్య, రచయితలపేర్లు మొదలయిన అంశ ములను వివరించి తెలియజేయుటకు ఒక్కొక్కవర్గమునకు ఒక్కొక్క ఉపసంఘము ఏర్పడినది. ఉప

\* ఆదివ్యవస్థలోని 12 సంపుటముల పథకము 1960 లో పునర్వ్యవస్థీకరింపబడి 16 సంపుటములుగా ప్రచురింప నిర్ణయమైనది.



సంఘముల సమావేశములను జరిపి కావలసిన పని కొనసాగించుటకు ఒక్కొక్క ఉపసంఘమునకు ఒక్కొక్క సమావేశకర్త (కన్వీనరు)ను నియమించడ మయినది.

ఈ సమావేశకర్తలతోను, ఇతర సభ్యులతోను సంప్రదించి, ఉపసంఘముల నివేదికలను తెప్పించి కావలసిన వస్తుసామగ్రినంతా సేకరించుటకును, సేకరించిన సామగ్రిని పరిశీలించి అమర్చిపెట్టుటకును కావలసిన సంగ్రాహకులను నియమించుటకు నిశ్చయించి, సమితికార్యనిర్వాహక వర్గమువారు మొట్టమొదట డా. గిడుగు వేంకట సీతాపతిగారిని ప్రధానసంగ్రాహకునిగా నియమించిరి. వీరు 10-5-1948 వ తేదీని పని ప్రారంభించిరి. మరి కొలదికాలములోనే శ్రీ వసంతరావు వేంకటరావు గారిని శాస్త్రసంబంధముగల సంపుటముల విషయములను సేకరించుటకు సంగ్రాహకునిగా నియమించిరి. వీరు 2-4-1949 వ తేదీని పని ప్రారంభించిరి. మరి కొలదికాలములోనే శ్రీ మల్లంపల్లి సోమశేఖరశర్మగారిని తెలుగుభాషకు, వాఙ్మయమునకు, ఆంధ్రుల చరిత్రకు, సంస్కృతికి సంబంధించిన ప్రత్యేకసంపుటమునకు సంగ్రాహకులుగా నియమించడమయినది. వీరు 20-1-1950 వ తేదీని పని ప్రారంభించిరి.

ఈ సంగ్రాహకులకృషిఫలితముగా 'చరిత్ర, రాజనీతి' సంపుటమున్ను, 'భౌతిక, రసాయన శాస్త్రముల' సంపుటమున్ను, 'తెలుగుచరిత్ర, సాహిత్య, సంస్కృతుల' సంపుటమున్ను, 'భూగోళము, అర్థశాస్త్రము, వాణిజ్యము' అనే సంపుటమున్ను ఒకటితర్వాతనొకటిగా ప్రకటితములు అగుచున్నవి. వీటినిగూర్చినవివరణములు ఆయాసంపుటములందు ఆయాసంపాదకుల నివేదికలలో విశదీకరించడ మగును. ఇక్కడ తెలుగుభాషలో విజ్ఞానసర్వస్వము రచించవలసిన ఆవశ్యకతను గూర్చిన్ని, తద్రచనావిధానమునుగూర్చిన్ని సమితివారికి గల అభిప్రాయములను తెలియజేయవలసి యున్నది. మన తెలుగుభాషలో ముప్పదినాలుగు సంవత్సరముల క్రిందట కీ. శ్రీ. కొమ్మణ్ణాజు లక్ష్మణరావుగారు ఒక పెద్ద ఆంధ్రవిజ్ఞానసర్వస్వమును రచించుటకు మొదలుపెట్టిరి. కాని, వారి కృషి 1923 లో వారి నిర్యాణమువలన ఆగిపోయినది. పిమ్మట దేశోద్ధారకులును, విశ్వదాతలును అయిన శ్రీ కాశీనాథుని నాగేశ్వరరావుగారు లక్ష్మణరావుగారి కృషిని పునరుద్ధరించి కొనసాగింప ప్రయత్నించిరి. కాని, 1938 లో వారి నిర్యాణమువలన ఈ మహత్తర కార్యము అకారాంతముతో ఆగిపోయినది. ఇట్టి ఘనకార్యము కేవలము వ్యక్తులమీదనే ఆధారపడినయెడల ఆ వ్యక్తులనిర్యాణముతో ఆగిపోవుట సంభవించును. కనుక, దీనిని నిర్వహించుటకు శ్రీమంతులతోడ్పాటు, ప్రభుత్వ సాహాయ్యము గల సంస్థ ఏర్పడవలెనన్న ఉద్దేశముతో ఈ తెలుగు భాషా సమితిని స్థాపించుట జరిగినది.

లోగడ తలపెట్టిన ఆంధ్రవిజ్ఞానసర్వస్వరచనావిధానము అకారాదిక్రమమును అనుసరించి నది. అనగా సకలశాస్త్రములకును, సకలకళలకును సంబంధించిన విషయములనన్నిటిని చేర్చి, అందు గల అంశములను అన్నిటిని అకారాదిక్రమమున వివరించుటకు పూనుకొన్నది. ఇది సంప్రదాయసిద్ధమైన రచనావిధానమే అయినా, దీనిననుసరించి పని సాగించినయెడల విషయసంగ్రహణమంతా పూర్తిఅయితేనేకాని ఏయొక్క అక్షరసంపుటమైనా ప్రకటించుట సాధ్యముకాదు. ఈ పని పూర్తి కావడానికి ముప్పది సంవత్సరములకాలమయినను చాలదు. అంతవరకును తెలుగువారు ఓర్చియుండుటకు అవకాశము లేదు. స్వరాజ్యముతోపాటు స్వతంత్రరాష్ట్రముకూడా అవతరించిన తర్వాత



ఆర్థిక, సాంఘిక, రాజకీయ, సాంస్కృతిక వ్యవహారమంతా తెలుగుభాషలోనే సాగవలసియున్నది. అందుకు తోడ్పడగల వివిధరచనలతోపాటు తెలుగు విజ్ఞానసర్వస్వమును తెలుగువారికి సాధ్యమయినంత వేగముగా అందజేయవలసియున్నది. అందుచేత విషయానుక్రమణికనుబట్టి విజ్ఞానసర్వస్వరచన సాగించి, ఒకటి తర్వాత ఒకటిగా పండ్లెండు సంపుటములలో గ్రంథమంతా ఇమిడ్చి ప్రకటించుటకు సమితివారు పూనుకొన్నారు. అయితే ఇట్టి రచనావిధానము 'బుక్ అప్ నోలడ్జి' అనే గ్రంథమునందలి రచనావిధానమువంటిదే అయి, ఈ విజ్ఞాన సర్వస్వసంపుటములు ఆయావిషయములకు సంబంధించిన గ్రంథములవలె పరిణమించవలసి ఉంటుంది. ఏదైనా ఒక పదమునకు గల అర్థ విశేషములు తెలిసికొనవలెనంటే నిఘంటువు చూచుకోవలెను. ఆ నిఘంటువులో గల పదములు అకారాదివరుసను ఉండును గనుకనే ఉద్దిష్టపద మెక్కడున్నదో సులువుగా శీఘ్రకాలములో తెలిసికోగలము. ఆ విధముగానే ఒక అంశమునుగూర్చి వ్రాసిన వివరణములు విజ్ఞానసర్వస్వము చూచి తెలుసుకోగోరినవారికి ఆ అంశవివరణములు ఎక్కడున్నవో సులువుగా శీఘ్రకాలములో చూచుకొనుటకు ఆ అంశములు అకారాదివరుసను ఉండవలెను. 'బుక్ అప్ నోలడ్జి' రచనావిధానమువలన ఈ సౌకర్యము కలుగనేరదు. అందుచేత, ఈ రెండువిధములయిన రచనావిధానముల ఫలమును పొందగోరి, ఈ రెండువిధానముల కలయికతో ఏర్పడిన ఒక నూతనవిధానమును అనుసరించినాము.

ప్రతి సంపుటమందును మొదటి రెండు మూడు వందల పుటలలోను ఆ సంపుటమునకు చెందిన విషయమును ఆమూలాగ్రము సంక్షిప్తముగా 'బుక్ అప్ నోలడ్జి' లో వలె తెలియజేసి, తక్కినగ్రంథమందు ఆ విషయమందలి అంశములను సంప్రదాయసిద్ధమైన విజ్ఞానసర్వస్వరచనావిధానమును అనుసరించి నిఘంటువులోని పదములవలె అకారాదిక్రమమున పొందుపరచి వివరించినాము. అందుచేత, ఒక్కొక్కసంపుటి ఒక్కొక్క పెద్దవిషయమునకు సంబంధించిన విజ్ఞానసర్వస్వముగా తయారగుచున్నది. ఈ విధానమువలన ఎవరికి ఏ విషయమందు అభిరుచి ఉండునో, వారా విషయమునకు సంబంధించిన సంపుటమును చదువుకొనుటకు సౌకర్య మేర్పడగలదు. ప్రతి సంపుటమందును గల సంతేపకథనము అందలి విషయముతో పరిచయములేనివారికి జ్ఞానదాయకముగా ఉపకరించి, అకారాదివివరణములను అర్థము చేసికొనుటకు తోడ్పడగలదు.

ఈ విధానమును ఇదివరకెవరును అనుసరించి ఉండలేదు. కనుక, ఇది అపూర్వమైనది. ఇట్టి నూతన విధానమును అనుసరించి పని చేయుటలో ప్రారంభమున అనివార్యముగా కొంత తొట్రు పాటు కలిగినది. అదిగాక మొదటి సంపుటము ముద్రించుటకు సిద్ధమగునంతలో కావలసిన కాగితము దుర్లభమయినది. 16 మొదలు 10 వరకుగల పాయింటు పైపులు ప్రత్యేకించి ఈ గ్రంథ ముద్రణముకోసము తయారు చేయించి సిద్ధపరచుకొనుటకు కూడా కొంత కాలవిలంబనము తప్పినదికాదు. ఇట్టి కారణములవలన మొదటి సంపుటము ప్రకటించుట ఆలస్యమైనది. కాని, పని సక్రమమయిన మార్గములో పడినది. అందువలన మొదటి సంపుటము ప్రకటితమైన ఎనిమిది మాసముల లోపుననే ఈ రెండవ సంపుటము వెలువరింప గలిగితిమి. ఆ తర్వాత ఒకటి తర్వాత ఒకటిగా తక్కిన పది సంపుటములున్న 1960 సరికి ప్రకటించగలమని నమ్ముతున్నాము.

ఈ విజ్ఞానసర్వస్వ కార్యకలాపమంతా సాధించడానికి కనీసం 15 లక్షల రూపాయలు కావలసి ఉంటుందని అంచనా వేయడమైనది. అభిమానులు, ఉదారులు అయిన ధనవంతులవద్ద ధనసంగ్రహణ



చేయడానికి సమితి నిశ్చయించుకొన్నది. విజయనగరం మహారాజాగారు, తిరుపతి దేవస్థానం కమిటీ, సింహాచలం దేవస్థానం కమిటీ, పితాపురం మహారాజాగారు, శ్రీ వి. రామకృష్ణ, ఉయ్యూరు మగర్ ఫ్యాక్టరీ, శ్రీ గోగినేని వెంకటసుబ్బయ్యగారు మొదలగువారు ప్రశంసనీయమైన ఔదార్యముతో విరాళము లొసంగియున్నారు. దాతలనుండి చేకూరిన మొత్తము సుమారు రూ. 2,20,000 లు. ఆంధ్ర రాష్ట్రం పర్వతకమునుపు ఉండిన మద్రాసు ప్రభుత్వమువారు సంవత్సరానికి లక్షరూపాయలు చొప్పున మొత్తము రూ. 4,28,464-14-0 ల విరాళము ప్రసాదించిరి. వీరందరికిని, మద్రాసు విశ్వ విద్యాలయభవనములందు ఈ భాషాసమితి కార్యస్థానము నెలకొల్పుకొనుటకు అనుజ్ఞయిచ్చి, మా కనేక విధముల సౌకర్యములు కలుగజేసిన వైస్ చాన్సలర్ డా. సర్ ఆర్కాటు లక్ష్మణస్వామి మొదలియారుగారికిన్ని, తమ యధీనతయందు గల చిత్రములను ఈ సంపుటములో పునర్ముద్రించు కొనుటకు - ఉచితముగాగాని స్వల్పప్రతిఫలము స్వీకరించిగాని - మాకు అనుజ్ఞ నొసగిన సంస్థలవారి కిన్ని మా కృతజ్ఞతాభివందనములు (సంస్థల వివరణమునకు : చూ. గ్రంథాంతపు పుటలు).

ఈ సంపుటమును సాధ్యమయినంత నిర్దుష్టముగాను, అందముగాను, ఆకర్షణీయముగాను ముద్రించిన హిందీ ప్రచార ముద్రణాలయ కార్యకర్తలకు మా హృదయపూర్వకమయిన ధన్య వాదములు.

తెలుగువారికి సకల విద్యలనుగూర్చి జిజ్ఞాస కలిగించి, వారి బుద్ధివికాసమునకున్న, సంస్కృతి సంపదకున్న తోడ్పడగల విజ్ఞానమందజేసి, ఇతోఽధికముగా విజ్ఞాన సంపన్నులు కాగోరువారికి మార్గము చూపించుటే ఈ సర్వస్వ ప్రకాశకుల సంకల్పము. ఈ సంకల్పము ఏ మాత్రము నెరవేరినను ఈ తెలుగు భాషా సమితివారి కృషి సఫలమైనట్లు సంతోషింపవచ్చును.

మన్మథ-శ్రేష్ఠబహుళ దశమి  
బుధవారము 15-9-1955

బె జ వా డ గో పా ల రెడ్డి  
అధ్యక్షుడు  
తెలుగు భాషా సమితి



## తెలుగు భాషా సమితి

### కార్య నిర్వాహక వర్గము

అధ్యక్షుడు : డాక్టరు బెజవాడ గోపాలరెడ్డి

ఉపాధ్యక్షులు : శ్రీ పూసపాటి విజయరామ గజపతిరాజు  
డాక్టరు ఎస్. బి. పి. పట్టాభిరామారావు

కోశాధ్యక్షులు : శ్రీ పర్వతనేని బ్రహ్మయ్య

కార్యదర్శులు : పద్మభూషణ శ్రీ మోటూరి సత్యనారాయణ  
డాక్టరు దండా వెంకటసుబ్బారెడ్డి

సభ్యులు : శ్రీ రాజాబొప్పరాజు రామకృష్ణరాజు  
డాక్టరు ఎమ్. చెన్నారెడ్డి  
శ్రీ ఎమ్. ఆర్. అప్పారావు  
శ్రీ మాగంటి బాపినీడు  
శ్రీ కల్లూరి సుబ్బారావు  
శ్రీ పసల సూర్యచంద్రారావు  
శ్రీ పందిరి మల్లికార్జునరావు  
శ్రీ తుమ్మలపల్లి వీరభద్రారావు

### సర్వస్వ విధాన నిర్ణయసమితి

1. డాక్టరు సర్ ఆర్కాటు లక్ష్మణస్వామి మొదలియార్,  
ఎమ్. డి., ఎల్. ఎల్. డి., డి. ఎస్.సి., డి. సి. ఎల్. (ఆక్సెస్);  
ఎఫ్. ఆర్. సి., ఓ. జి., ఎఫ్. పి. సి. ఎస్.,
2. శ్రీ టి. ఎస్. అవినాశలింగం చెట్టియార్, బి. పి., బి. ఎల్.,
3. శ్రీ మామిడిపూడి వేంకటరంగయ్య, ఎమ్. పి.,
4. శ్రీ విస్సా అప్పారావు, ఎమ్. పి., ఎల్. టి.,
5. డాక్టరు గిడుగు వేంకట సీతావతి, బి. పి., ఎల్. టి., డి. లిట్.,
6. శ్రీ మాగంటి బాపినీడు, బి. ఎస్.సి. (కార్నెల్); ఎమ్. ఎస్.సి. (కాలిఫోర్నియా),
7. శ్రీ వసంతరావు వేంకటరావు, ఎమ్. ఎస్.సి.



## ప్రకాశకుల విజ్ఞప్తి

[ రెండవ ముద్రణ ]

భారత స్వాతంత్ర్యానంతరము అభివృద్ధి ప్రణాళికల ద్వారా అక్షరాస్యత, ఉన్నత విద్యా వ్యాప్తి ఇతోఽధికంగా జరగడంవల్ల ప్రభుత్వపరంగాను, వైయక్తిక రంగములోను పెక్కు విద్యా కేంద్రములు స్థాపింపబడి పోషింపబడడంవల్ల మొదటి ముద్రణ ప్రతులు అచిరకాలంలోనే చెల్లి పోయినవి. మన ఈ విజ్ఞాన సర్వస్వ ప్రమాణంకూడ పెక్కు విజ్ఞులచే కొనియాడబడి ఆదరింపబడుటచే ఇంకను కావల్సిన వారికి ప్రతులు అందజేసే దృష్టితో రెండవసారి ముద్రించడానికి తెలుగు భాషా సమితి పూనుకున్నది. నేడు ఈ రూపంలో పాఠకులకు అందచేయబడుతున్నది.

మొదటి ముద్రణానంతరము ఈ విజ్ఞాన శాఖలు (భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములు) పెక్కు తెరగుల అభివృద్ధి చెందినవి. ఆ విషయములను విజ్ఞాన సర్వస్వ పరిధిలోనికి తీసుకువచ్చి రెండవ ముద్రణలో పొందుపరచడానికి సంపాదకులు ప్రయత్నించి కృతకృత్యులైరని నమ్మకము.

మొదటి ముద్రణయందు 1100 పుటలలో ఉన్న విషయములను రెండవ ముద్రణలో 772 పుటలలో సంగ్రహించి ఇమడ్చవలసివచ్చినది. కొన్నిటిని యథాతథముగా విజ్ఞాన సర్వస్వ శ్రేణిలో ఇతర సంపుటములకు మార్పుట జరిగినది. మొదటి ముద్రణము సంపాదకత్వము వహించిన వారిలో గాడిచర్ల హరి సర్వోత్తమరావు 1960 లో కీర్తిశేషులైరి. శ్రీ వేమూరి విశ్వనాథశర్మ వయోవృద్ధులగుటచే రెండవ ముద్రణకు నిషయ సంపదనంతటిని పరిష్కరించు కార్యభారము శ్రీయుతులు వసంతరావు వేంకటరావు, మేడేపల్లి వరాహ నరసింహస్వామి వహించి పూర్తిచేసిరి.

1955 లో భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము రెండవ సంపుటముగా ప్రచురించబడినది. 1956 లో ఆంధ్రప్రదేశ్ ప్రత్యేక రాష్ట్రముగా ఏర్పడి ఆంధ్ర సంస్కృతి చరిత్రయందొక నూతన యుగమునకు నాంది ప్రస్తావన జరిగినది. తదణుగుణముగా తన కార్యకలాపములను విస్తరింపజేసి, వివిధ యూనివర్సిటీ కేంద్రములందలి పండితుల సాయముతో త్వరితగతిలో సంపుటములను వెలువరించుటకై హైదరాబాదునందును, వాల్తేరునందును కూడ సమితి తన కార్యస్థానములను నెలకొల్పినది. 1959 లో మూడవ సంపుటమును (తెలుగు సంస్కృతి) సమితి వెలువరించినది. 1960 లో 16 సంపుటముల నూతన ప్రణాళిక సిద్ధముచేసినప్పుడు తెలుగు సంస్కృతి సంపుటమునకు మరి కొంత భాగము చేర్చి దానిని రెండు సంపుటములుగా విడదీయుటకును, వెనుకటి ప్రణాళికలోని మూడవ సంపుటమును పొందిన కొద్దిమంది కొరకు అదనముగా చేర్చిన భాగమును మాత్రము అనుబంధ సంపుటముగా ప్రకటించుటకును నిశ్చయింపబడినది. ఆ ప్రకారము పూర్వవత్సరములందు గడించిన అనుభవము కారణముగ సమితి తన కార్యక్రమమును మరింత శీఘ్రగతిని కొనసాగించి 1961 లో నాలుగవ సంపుటము (తెలుగు సంస్కృతి - 2) తెలుగు సంస్కృతి అనుబంధము, అయిదవ సంపుటము (అర్థ, వాణిజ్య, భూగోళ శాస్త్రములు), ఆరవ సంపుటము (విశ్వ సాహితీ) యును, 1963 లో ఏడవ సంపుటము (దర్శనములు, మతములు) వెలువరింపగలిగినది.



విజ్ఞాన సర్వస్వ నిర్మాణము బహువ్యయ ప్రయాసలతో కూడినపని. దాతలనుండి చేకురిన మొత్తం నేటికి, రు. 2,50,000 లు. ప్రత్యేక ఆంధ్రరాష్ట్రము ఏర్పడకమునుపు ఉమ్మడి మద్రాసు ప్రభుత్వమువారు సంవత్సరమునకు లక్ష రూపాయలు చొప్పున ఐదు సంవత్సరములకు ఐదు లక్షలు ఇచ్చుటకు వాగ్దానము చేసిన విరాళములో 1963-64 వ సంవత్సరాంతమునకు మద్రాసు, ఆంధ్ర రాష్ట్ర ప్రభుత్వములు ఇచ్చిన మొత్తము రు. 4,87,964-87 లు. మార్చి 1962 నాటికి కేంద్రప్రభుత్వ శాస్త్రపరిశోధన, సాంస్కృతిక వ్యవహారాల మంత్రిత్వశాఖ రు. 1,80,000 లు గ్రాంటుగా ఇచ్చినది. వీరందరికిని, సమితి భవన నిర్మాణానికై దీర్ఘకాల కౌలు పద్ధతిమీద ఎ. 1.50 సెంట్ల భూమిని తమ ప్రాంగణమున కేటాయించి ఇచ్చిన ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ వైస్ ఛాన్సలర్ డాక్టరు డి. యస్. రెడ్డిగారికిని, మద్రాసు యూనివర్సిటీ భవనములందు తెలుగు భాషా సమితి కార్యస్థానము నెలకొల్పుకొనుటకు అవకాశము కల్పించి అనేక విధములగు సౌకర్యములు కలుగజేసిన వైస్ ఛాన్సలర్ డాక్టరు సర్ ఆర్కాటు లక్ష్మణస్వామి మొదలియార్ గారికిని, వాల్తేరులో శాఖా కార్యాలయము ఉన్నంతకాలము (1963 వరకు) తమ భవనములో ఉచితముగ స్థలము ఇచ్చిన ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ వెనుకటి ఉపాధ్యక్షులు కీ. శే. వి. ఎస్. కృష్ణగారికిని, ప్రస్తుతోపాధ్యక్షులు డాక్టరు ఏ. ఎల్. నారాయణగారికిని, తమ అధీనమునందు గల చిత్రములను పునర్ముద్రించుకొనుటకు అనుమతి నొసగిన వివిధ సంస్థల వారికిని మా కృతజ్ఞతాభి వందనములు.

ఈ సంపుటమును సాధ్యమైనంత నిర్దుష్టముగను, అందముగను, ఆకర్షకముగను షుద్ధించిన హిందీ ప్రచార ప్రెస్ కార్యకర్తలకు మా ధన్యవాదములు.

శక 1885 ఫాల్గున 25, ఆదివారం 1964 మార్చి 15

మోటూరి సత్యనారాయణ  
దండా వేంకటసుబ్బారెడ్డి  
కార్యదర్శులు  
తెలుగు భాషా సమితి

బె జ వా డ గో పా ల రె డ్డి  
అధ్యక్షుడు  
తెలుగు భాషా సమితి



## సంపాదకుల విన్నపము

[మొదటి ముద్రణ]

తలుగుభాషాసమితి కార్యనిర్వాహకులు పూనుకొన్న విజ్ఞానసర్వస్వప్రచురణములలో 'భౌతిక - రాసాయనిక' శాస్త్రగ్రంథము రెండవది. ఈ సర్వస్వమును రచించు విధానమును గురించి అనుసరించబడిన ప్రణాళిక మొదటిసంపుటమందలి 'విన్నపము' లో వివరింపబడినది. కాబట్టి యీ విషయము నిక్కడ తిరిగి తడవ బనిలేదు.

ఈ శాస్త్రసంపుటము రెండుఖండములలో రచించబడినది. అందు మొదటిది 'భౌతిక శాస్త్రము,' రెండవది 'రాసాయనికశాస్త్రము'. ద్రవ్యమనుపదార్థ మొకటి గలదని గుర్తించి దాని భౌతికస్వభావములను వివరించుభాగమునకు భౌతికశాస్త్రమనియు, ఆ ద్రవ్యముల పరస్పర సంయోగమువలన జనించు మార్పుల ననుశీలించు భాగమునకు రాసాయనికశాస్త్రమనియు పేరు. ఈ రెండుశాస్త్రములును ప్రయోగప్రధానములే. ప్రయోగముతో ప్రత్యక్షణను జోడించి ఇంద్రియప్రత్యక్షములగు సంఘటనల నుపయోగించి, నియమములను స్థాపించి, సిద్ధాంతకల్పనకు కడంగుట ప్రాయోగికశాస్త్రముల పరిపాటి. ఇట్టి శాస్త్రవిషయములగురించిన సమగ్రసమీక్ష, ఈ విజ్ఞానసర్వస్వముయొక్క ముఖ్యయత్నము. ఆంధ్రభాషలో నూతన మీయత్నము. దీని సార్థకతను నిర్ణయించుటకు పాఠకలోకమే ప్రమాణము.

ఈ సంపుటము ముద్రించుటలో మా కనేకవిధముల తోడ్పడి, మేమున్ను, చిత్రకళాపర్యవేక్షకులైన శ్రీ మంత్రవాది వేంకటరత్నంగారును కోరినట్లుగా అచ్చుపని అందముగాను, సాధ్యమైనంతవరకు నిర్దుష్టముగాను సాగించినందులకు హిందీప్రచారముద్రణాలయ కార్మికులకున్న, ముఖ్యముగా మా కన్నివిధముల సౌకర్యముల సాహాయ్యముతో సమకూర్చి పని చురుకుగా జరిపించిన ప్రెస్ మేనేజరు శ్రీ గోవిందలవస్తీగారికిన్ని మా కృతజ్ఞతాభివందనములు.

గాడిచెర్ల హరిసర్వోత్తమరావు

పనంతరావు వేంకటరావు

వేమూరి విశ్వనాథశర్మ

సంపాదకులు



## భౌతికశాస్త్రము

### మా మనవి

[మొదటి ముద్రణ]

తొలిసంపుటములో చెప్పినట్లు ప్రస్తుతము ప్రచారములోనున్న విజ్ఞానమునంతటిని పండ్రెండుసంపుటములలో విభజించి ప్రచురించుటవలన, ఏవిజ్ఞానశాఖయందభిరుచియున్న వారా ప్రత్యేకసంపుటమును కొని చదువుకొనుటకు సౌకర్య మెంతేనియు కలదు.

అదిగాక ప్రతిసంపుటమందు ఆయావిజ్ఞానశాఖకుచెందిన విషయము తొలిని సంక్షేప రూపమున నీయబడుటచే, పాఠకుని కావిజ్ఞానశాఖయొక్క ఆమూలాగ్రవిస్తృతి సులభావగాహ మగును. అనగా నాశాస్త్రమందేయేవిషయములు ప్రతిపాదింపబడినవో ఝడితిగా తెలిసికొనుటకు పీలగును. తరువాత నకారాదిక్రమమున నుద్భృతమైన విషయవిస్తారము, పాఠకునికిచ్చవచ్చిన ప్రకరణమును సులభముగా నందజేయగలదు.

ఈ సంపుటమునకుచెందిన భౌతికశాస్త్రభాగములోని విషయసంపద మాలోనొకరైన శ్రీ వసంతరావు వెంకటరావుగారిచే సంగ్రహింపబడినది. తద్జ్ఞులగు రచయితలనుండి వ్యాసములు సమితికార్యస్థానమును చేరగనే, ఆంగ్లభాషలోనున్నవాటి కనువాదమును పొందుపరచియు, తెలుగులోనున్నవాటిని యేకరూపమగు భాషలో పెట్టి సవరించియు, ఆవ్యాసములు తిరిగి ఆయారచయితలకు పంపి వారిచే నవి యథామాతృకములని యంగీకరింపబడినతరువాతనే ముద్రణకీయబడినవి. ఈ భాగముయొక్క రచనలో సమీక్షయందు, అకారాదిక్రమమందు కొన్ని వ్యాసములను వ్రాసియు, తక్కిన వ్యాసరచయితలు వ్రాసిపంపిన వ్యాసములయొక్క సంపాదన, సంస్కార కార్యములందు మాకు సకలవిధముల తోడ్పడిన శ్రీ పి. వి. ఎస్. రామారావుగారికి మేమెంతయు కృతజ్ఞులము.

వసంతరావు వెంకటరావు

ప్రధాన సంపాదకుడు

మేడపల్లి వరాహసరసింహస్వామి

సచివ సంపాదకుడు



# ర సా య న శా స్త్ర ము

[మొదటి ముద్రణ]

## తొలిపలుకు

ద్రవ్యరచనావిధానములో భౌతికరాసాయనికవికార విభజనము, తదనుగుణములగు సిద్ధాంతములు స్థూలదృష్టిలో వర్తించును గాని అతీసుక్ష్మస్థాయిలో నప్పించుట దుర్ఘటము. ద్రవ్యము, శక్తి పరస్పరము పరివర్తనావస్థలో నున్నపుడు భౌతికరాసాయనికపు మార్పులందలి తేడాలు పేరుకేగాని స్వతహా మృగ్యమగును. కావున, స్థూలపరిమాణముల విషయముననే భౌతిక రాసాయనిక సిద్ధాంత నిర్ణయములు వ్యావహారికదశలో వర్తించుననియు, విషయనిరూపణకు అట్టి విభజన అవసరమనియు పాఠకులు గ్రహించవలెను. ఈ విషయము సమీక్షలోను గ్రంథాంతర్భాగమునను విస్తరించబడినది.

ఈ సంపుటములో చొప్పించిన విషయవిస్తరణము భౌతికశాస్త్ర భాగములో మొదటి సంపుటిలో చెప్పిన ప్రణాళికప్రకారమే జరిగినను, రాసాయనిక శాస్త్రభాగమునందు మాత్రము ఈ షడ్భేదము కాననగును. సమీక్షలో ముఖ్యవిషయములను సంక్షేపముగా తెలిపి విషయ విస్తరణము గ్రంథభాగమున వివరింపబడినది. కాని సమీక్షలోను, గ్రంథాంతర్భాగములోను విషయ విశదీకరణము అకారాదిక్రమమున జరుగలేదు. శాస్త్రవిజ్ఞానము కొరవడియున్నవారికి ద్రవ్య నిజస్వభావము, రచనావిధానము, ఉపయుక్తమగు ప్రక్రియల నిరూపణము ముఖ్యముగాని, అ - కారాదివివరణము విశిష్ట ఫలదాయకము కాదని తలచితిని. ఐనను గ్రంథాంతమున భౌతిక రాసాయనిక భాగములకు సంబంధించిన విషయములను సూచించు సమప్టిపట్టిక అ - కారాది యేక వర్గములోనే తెలుపబడినది. ప్రత్యేక వ్యాసములయం దభిరుచిగల పాఠకుల కీ సమప్టిపట్టిక యుపకరించును. ఇంతియగాక పాఠకులయభిప్రాయాను సారముగ ద్వితీయముద్రణములో విషయవిస్తరణ ప్రణాళిక మార్చుకోవచ్చును.

ఈ సంపుటమందలి ఆయాశాస్త్రభాగములలో అద్యతనవిజ్ఞాన విస్తారమునుకూడ పొందుపరచి విషయగ్రహణము పీలైనంతసమగ్రముగ గావింపబడినది. కాని గ్రంథనియమమును, సామాన్య జనుల గ్రాహ్యతాశక్తిని గమనించి కొన్ని వ్యాసములలోని కాలంకష వివరణములు తప్పిళ్లు, సంక్లుప్తము చేయబడినవి. ఇందువలన గతాయనశాస్త్రావధిగాని, విషయగావలోకనమునకుగాని భంగము కలుగదని చెప్పవచ్చును.

ఈ రాసాయన శాస్త్రభాగములో సమీక్షగాక అయిదు విభాగములున్నవి. 81 వ్యాసములు, సందర్భానుసారముగ త్రివర్ణచిత్రపటములు, చిత్రపటములు, అవసరమగుచోట్ల పట్టికలు, యౌగిక సాంకేతికములు, గ్రాఫులు చేర్చబడినవి. విషయము సులభముగ బోధపడుట కివి చక్కగ నుపకరించును. గ్రంథభాగముల పేర్లు, వ్యాసముల శీర్షికలు, రచయితలపేర్లతోసహా గ్రంథాదిని చూడనగును. సులభముగ విషయము బోధపడునట్లు వ్రాయుటయే పరమావధిగ గ్రహించబడినది. వ్యాసాదిని కొన్నిచోట్ల పునరుక్తులున్నను విషయాను సూర్వికొరకే అట్లు చేయబడినది. ప్రాచీన వైజ్ఞానికుల శృషిని సమీక్షచేసిన కావులలో సందర్భాను సారముగ భారతీయవిజ్ఞానకథనము విడిచిపెట్టలేదు.



సాంకేతికపదముల ప్రయోగమునుగురించి యిచ్చట కొంతచెప్పవలసియున్నది. సాధారణముగ అంతర్జాతీయ పదములే వాడబడినవి. తెలుగునాడులో ప్రాయశః వాడుకలోనున్న పదము లెల్ల వాడుకజేసి, వాటికి సదృశమైన అంతర్జాతీయములుకూడ తెలుపబడినవి. కేవలము అన్యభాషా పదములు ప్రయోగించిన తావులలో వాటిఅర్థము తెలుగులో సులభముగ బోధపడునట్లు వివరింప బడినది. కొన్ని పరిభాషాపదముల వాడుక ఆంధ్రదేశమందు ప్రచారములోనున్న పాఠ్యగ్రంథములలో నిదివరకే పరిపాటియైనది. అందుచేత వాటి నిక్కడ ధారాళముగా వాడవలసివచ్చినది. కాని యాగిక ముల పేర్లు సమాసతుల్యములైనపుడు అంతర్జాతీయపదములనే వాడకతప్పదు. 'ఆప్లుజని' 'ఉదజని' పరిపాటియైనపదములు కాని సమాసపదములలో 'ఆక్సీకార్యాలికాప్లుము' అనియు, 'హైడ్రో కార్పొనేటు' 'హైడ్రోసల్ఫేటు' అనియు వాడబడినవి. అందుచేతనే ఆప్లుజనికి 'ఆక్సీజని', ఉదజనికి 'హైడ్రోజని' పర్యాయపదములుగ చూడనగును. ఇట్లే మూలద్రవ్యములపేర్లు, వాటి యాగికములు అంతర్జాతీయ సంప్రదాయ ప్రకారము వాడుకచేయడమైనది. కొన్ని సాంకేతిక పదములు మార్పు లేకుండ గ్రహించబడినవి. ఇవి ముఖ్యముగా శాస్త్రాన్వేషణకు సంబంధించిన పరికరములు; స్పిట్టెస్ బ్రిడ్జి, 'పొటెన్షియామీటరు', 'రాడార్' మొదలగునవి. కొన్నిటికి తెలుగు అనువాదము రూఢి చేయబడినది; 'టెలిస్కోపు' కు 'దూరదర్శిని', 'మైక్రోస్కోపు' కు 'సూక్ష్మదర్శిని', 'అల్ట్రా మైక్రోస్కోపు' కు 'అతిసూక్ష్మదర్శిని' ఇత్యాదులు. 'కాంపౌండు' కు 'యాగికము', ఎలిమెంటు 'కు 'మూలద్రవ్యము', అటామిక్ ఫిష్షను 'కు 'పరమాణుభేదనము', 'నూక్లియస్' కు 'కేంద్రకము', 'కుదురు', 'తియరీ ఆఫ్ రెలిటివిటీ'కి 'సాపేక్షవాదము' మొదలగు ప్రయోగములు ధారాళ ముగ వాడుకలోనికి తేబడినవి.

ఈ సంఘటి నిర్మాణములో శ్రీ వసంతరావు వేంకటరావుగారు సంగ్రహకులుగాను, శ్రీ హరి ఆదిశేషుగారు సహాయకులుగాను ప్రప్రథమమున కృషిసల్పి వ్యాసములను, వాటికర్తలను నిర్ణయించి ఉత్తరప్రత్యుత్తరములు జరిపి విషయరూపము నేర్పరచుటయేగాక వ్యాసములనుకూడ సంపాదించిరి. అందు ఆదిశేషుగారి రచన లున్నవి. వారిరువురు వైదొలగవలసినసమయ మేర్పడి నప్పుడు రసాయనశాస్త్రభాగమునకు సంపాదకుడుగా నుండుటకు సమితి కార్యనిర్వాహకులు నన్ను కోరిరి. ఆ సమయముననే శ్రీయుత మేడేవల్లి వరాహనరసింహస్వామిగారు సమితికార్యాలయమున ప్రవేశించిరి. వీరికృషి యపారమని చెప్పవచ్చును. అదిపరకు సేకరించినవ్యాసములను పరిశీలించి, పంపనివారికి తిరిగి వ్రాయుచు, మితిమీరనుపేషించినవారిరచనలను తానే వ్రాయుచు, ఆయా వ్యాసముల భాగవిభజనయందును, స్థలనిర్ణయమునందును నాకు తోడ్పడుచు పెక్కుముఖముల పనిచేసిరి. వారికి నాకృతజ్ఞతను సంతోషపూర్వకముగ తెలుపుచున్నాను.

రసాయనశాస్త్రసమీక్షారంభమందలి 'విషయపరిచయము' ఆ తరువాత మొదటివిభాగ ప్రవేశము మాత్రమే నేను వ్రాసితిని; మిగిలినభాగములన్నియు తద్జ్ఞులచే వ్రాయబడినవి. వారి పేర్లు గ్రంథాదిని ప్రకటితమైనవి. కొన్నివ్యాసభాగములు సందర్భమునుబట్టి వేర్వేరు శీర్షికల క్రింద ప్రకటించవలసివచ్చినది. ఇట్టి రచనాదముల కందరికి నాకృతజ్ఞతావందనము లర్పించు చున్నాను. ప్రతివ్యాసమును సంపూర్ణముగా చదివి, సందర్భానుసారముగ మార్చి, అర్థ సాలభ్యమునకు, తెలుగునుడికారమునకు అనువగునట్లుచేయుటకు ప్రయత్నించితిని. ఈ విషయమున పాఠకులే నిర్ణయకర్తలు.



పట్టుదల, కార్యదీక్ష, చాకచక్యము ఇట్టి గుణసంపత్తి కలిగియుండుటచేతనే సమితి కార్యదర్శియగు, శ్రీయుత మోటూరి సత్యనారాయణగారు ఈ శాస్త్రసంపుటి నిప్పటికైనను ప్రచురింపగలిగిరి. ఇందు కాంధులు తరతరములు కృతజ్ఞులు కాగలరు.

విజ్ఞానసర్వస్వమువంటి యుద్గ్రంథములు జనసామాన్యమున కంత యుపకరించవు. నిత్య కృత్య వ్యవహారములో జనసమూహమునందు శాస్త్రీయదృక్పథమును పెంపొందించి, తద్వారా వివేకాభివృద్ధి జరుగుటకు సర్వస్వమందలి విషయములను ప్రత్యేకించి, సులభశైలిలో శాస్త్రీయ విజ్ఞానమును వెదజల్లినప్పుడే సమితివారి యభీష్టము సిద్ధించగలదు.

శాసట్ల  
20 - 5 - 1955

వేమూరి విశ్వనాథశర్మ  
సంపాదకుడు



## సంపాదకుల విన్నపము

[ రెండవ ముద్రణ ]

తెలుగు భాషా సమితి కార్యనిర్వాహకులు పూనుకొన్న విజ్ఞానసర్వస్వ ప్రచురణములలో 'భౌతిక - రాసాయనికశాస్త్ర' గ్రంథము రెండవ సంపుటముగా 1955 వ సం॥న సుగృహీతనామ ధేయులును, స్థితప్రజ్ఞులు అగు కీర్తిశేషులు రాష్ట్రపతి బాబూరాజేంద్రప్రసాద్ గారిచే హైదరాబాదులో విడుదల చేయబడినది.

1955 నుండి నేటికి ఇంచుమించు ఒకదశ గడచినది. నవనవోన్మేష సంచాలితమగు విజ్ఞాన ఝరి ఎన్నియో మెలికలుదేరి, ఎన్నియో శాఖలు బారి ఇంతలో నెంతయో పెంపునుగన్నది. క్రిందటి ప్రచురణలో తడవబడనివి, నాటికింకను ప్రస్ఫుటాకారమును స్వీకరించనివి; తరువాత వెలుగు చూచినవి, ఎన్నో విజ్ఞానవిషయములు అవతరించినవి. ఈ ప్రత్యక్షీకృత విషయవిస్తారమును సంక్షిప్తముగా నైన ప్రేక్షా వంతులకందజేయు బాధ్యతను విజ్ఞాన సర్వస్వ రచనాప్రతిభువులగు కార్యనిర్వాహక వర్గము వారుగ్రహించి, ఈ సంపుట నూతనశోధన, ప్రచురణములకు వలయు కార్యప్రణాళికను సిద్ధపరచి, ప్రథమముద్రణ సంగ్రహములుగా పనిచేసినమాకు, నూతన నిర్మాణమునకు ఆదేశమిచ్చి, పూర్వమువలె సర్వతోముఖ ప్రోత్సాహము కల్పించినారు. వారి ఆదేశమును అనుసరించి ఈ పునస్సంశోధనకు మేము గడంగితిమి.

ఇందు సమీక్షాగ్రంథమును విషయసంపదకు భంగమురాకుండ సంక్షేపించుట ప్రథమ గణ్యమైన విషయము.

పరస్పర సాపేక్షములు, పరస్పర సంపూరకములు, అత్యంత సన్నికృష్టములును ఒకే వైజ్ఞాన దర్శనముయొక్క రెండు దృక్పథములుగ విషయతాదాత్మ్యమును ప్రదర్శించుటకై నిత్యయత్నము గావించుచున్న ఈ జంటశాస్త్రముల సహజస్నేహమునకు భంగము వాటిల్లకుండ అకారాదిలో ఒక గుదిగా ఈ రెండువైజ్ఞానిక శిక్షణల చేర్చియుంచుట రెండవది. ఈ శతాబ్దము ప్రథమ దశకములో ప్రాదుర్భవించిన క్వాంటంవాదము, సాపేక్షతా సిద్ధాంతము అను రెండు నూతన విజ్ఞానశాఖలు, ఇదివరకు శాస్త్రసౌధమునకు ఆధారస్తంభములుగా నాచరించిన కాల, దేశ, కార్య, కారణభావముల తారుమారుజేసి, విజ్ఞానశాస్త్ర పర్యాలోచన ధోరణియందే విప్లవము తెచ్చిపెట్టినవి. ఈ నూతన దార్శనికదృష్టి మొదట భౌతికశాస్త్రమును ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్ వంటి అతి సూక్ష్మకణముల ప్రవర్తనను అనుశీలించుటయందు తాకినది. ఆ దృష్టి క్రమముగా రాసాయనికశాస్త్రముపై బడి రాసాయనిక సంయోగ భావమునకు నూతనవ్యాఖ్య సమకూర్చినది. ఈ విషయముల కూలంకషవివరణకు కఠోర గణితశాస్త్ర మావశ్యకము. పాఠకుని ప్రౌఢగణితశాస్త్ర గహ్వరమందు పడద్రోయ నిచ్చగింపక, వీలైనంతమట్టుకు గణితశాస్త్ర పరిచయము నపేక్షించకుండ, సాధారణపఠితలకు సులభగాహమగు రీతిని ఈ విషయములను సమగ్రముగ ఈ రెండవ ప్రచురణయందు మాయొప్పిన చొప్పున అర్పించితిమి. మాయత్నమీవిషయమున ఎంతమట్టునకు ఇష్టపలావసాయి అయినదో నిర్ణయించుటకు విజ్ఞాపాఠక లోకమే ప్రమాణము.

రాసాయనికశాస్త్రమందు ఇందు క్రొత్తగాచేర్పబడిన విషయములు, చైనీయ రసవాదము, ప్రోటీన్ల నూతన వర్గీకరణము; భౌతికశాస్త్రమందు అర్థవిద్యుద్వాహకములు, ట్రాన్సిస్టార్లు,



కేంద్రక భౌతికశాస్త్రమున చేర్చబడినవి. విశ్వకిరణములు, తరంగయాంత్రికశాస్త్రము, మౌలికకణములు నేటివైజ్ఞానిక రంగమందవిగన్న స్ఫూర్తి ప్రదర్శించబడినది. యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యములు, నోబెల్ బహుమానమువంటి ప్రకరణములు నూతనావిష్కరణ సంపన్నములుగా చేయబడినవి.

ఈ రెండవ ముద్రణములో రాసాయనిక భౌతికశాస్త్ర విషయవిస్తరణము 150 పుటలకు పరిమితము చేయబడుటచే క్రిందటిముద్రణలో కన్పట్టుచున్నవిభౌతిక విజ్ఞానము, కాలనిర్ణయము, కృత్రిమవర్షము, గాలక్సలు, భూభౌతిక విజ్ఞానము, మేఘవిజ్ఞానము, వాతావరణ శాస్త్రమువంటి వ్యవసాయ, ఖగోళ శాస్త్రములు మొదలగువాటికి చెందిన ఆనుషంగికశాస్త్రముల విషయములు ప్రస్తుత ముద్రణయందు పరిహరింపబడినవి. ఈ ప్రకరణములు ఆయావిజ్ఞాన సర్వస్వ సంపుటములలో ఉచితస్థలములలో చేర్చబడినవి.

ఈ మాయత్నము శీఘ్రఫలోదర్శకుగుటకు ప్రధానకారణము మాకెప్పటికప్పుడు అడుగుటయే తడవుగా, అవశ్యకసౌకర్యముల చేబూర్చుచు, సందిగ్ధఘట్టముల, అమూల్యోపదేశముల నందించుచు, అన్నివిధముల మమ్ముప్రోత్సహించిన ఉదారచారిత్రులు, సంస్కృతశీలులు, మంత్రిత్యకోవిదులు, అధికారదటులు అగు పద్మభూషణ శ్రీమోటూరి సత్యనారాయణగారికిని, డాక్టరు దండా వెంకట సుబ్బారెడ్డిగారికిని సాభివాదముగ మాకృతజ్ఞతను తెలియపరచుచున్నాము.

ఈ రెండవప్రచురణ ముద్రణమందు మాకెల్లవిధముల తోడ్పడుచు, ముద్రణకార్యమును స్వయముగ పర్యవేషించుచు లేఖనముద్రణ దోషములనిశిత దృష్టితో ఒడ్డిగిలించుచు, ముఖ్యముగ వైదేశిక పదముల ఉచ్చారణను అంతర్జాతీయ సమాఖ్యామోదితరీతుల సవరించుచు, ముద్రణ కార్యమును విజయవంతముగ ఫలపర్యంతము పర్యవేషించిన శ్రీ బుడ్డిగ సుబ్బరాయన్ కు మా కృతజ్ఞతను, శుభాకాంక్షలను అర్పించుచున్నాము.

అధికారికస్థానమునందుండి, సమితికార్యనిర్వాహకపరుడై, మమ్ము అనేకసార్లు వేధించినసాంకేతిక సమస్యలనెల్ల కడుకౌశలముతో పరిష్కరించుచు, మాకు సలహాలనిచ్చుచు, సర్వవిధముల ప్రోత్సహించిన శ్రీ ఈరంకి రాయన్ కు మానిరుపధిక కృతజ్ఞతాభివాదముల నందించుచున్నాము.

ముద్రణాశిల్పమునకు, తొలిముద్రణలో రాష్ట్రపతి బహుమానమునందుకొనుటకు కారణభూతమైన, అనన్యసాధ్యసాంకేతిక నిపుణతను ఇందుకూడ ప్రదర్శించి, సంపుటమును సర్వాంగ సుందరముగ ముద్రించిన దక్షిణభారత హిందీప్రచారప్రెస్ వారికి, ముఖ్యముగ ఆ ముద్రణాలయాధికారి, బహుముఖముద్రణ సాంకేతిక విద్యావిశారదుడు అగు శ్రీ గోవిందఅవస్థీగారికి మా హృదయంగమ ధన్యవాదములు.

పసంతరావు వెంకటరావు

మేడేపల్లి వరాహనరసింహస్వామి

సంపాదకులు



## ర చ య త లు

- అన్నారావు. శ్రీ అన్నారావు, ఎ., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
ఆంధ్రామెడికల్ కాలేజీ, విశాఖపట్టణం.  
ప్రైవేట్ కార్పొరేట్లు (భాగము).
- అ. వెం. సూ. రా. శ్రీ రామారావు, ఏ. వి. ఎస్.,  
కాకినాడ.  
గుమ్మటము; చంద్ర శేఖర్, సుబ్రహ్మణ్య; టారిసెల్లి, ఇవేన్జిలిస్టా; దూరదర్శని; పరా  
వర్తనము; భాషా, హూమిజహంగీర్; యంగ్, టామస్; వాట్, జేమ్స్; వోల్టా,  
కౌంట్ ఆలిసాండ్రో.
- ఇ. పి. జ. శ్రీమతి జకరయ్య, ఇ. పి., ఎమ్. ఏ.,  
తెక్సరర్, ది విమెన్స్ క్రిష్టియన్ కాలేజీ, మద్రాసు.  
లోలకము (సామాన్య).
- ఎస్. బి. వి. కె. రామ్. శ్రీ కృష్ణారావు, ఎస్. బి. వి., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
కెమిస్ట్రీ తెక్సరర్, ఎమ్. ఆర్. కాలేజీ, విజయనగరం.  
కోబాల్ట్; క్రోమియమ్; నికెల్; మాంగనీస్; మాంగనీస్ వర్ణము; ముడిఖనిజములు -  
ధాతుసాధన.
- ఎస్. రా. రా. డాక్టరు రాజేశ్వరరావు, ఎస్., ఎమ్. ఎస్.సి., డి. ఎస్.సి.,  
అసిస్టెంటు ప్రొఫెసర్ ఆఫ్ ఫిజిక్స్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, సికిందరాబాదు.  
ఎక్స్ (X) కిరణములు; ఎక్స్ (X) కిరణములు - స్ఫటికరచన; మెరుపు.
- ఎమ్. గౌ. శా. డాక్టరు గౌరీనాథశాస్త్రి, ఎమ్., ఎమ్. ఏ., ఎమ్. ఎస్.సి., డి. ఎస్.సి.,  
ప్రిన్సిపాల్, హిందూ కాలేజీ, మచిలీపట్నం.  
కేటోడ్ కిరణములు; డిఫ్లెక్ట్ సూత్రము; పరిమాణవిధానము.
- ఎమ్. రా. శ్రీ రామనాథం, ఎమ్., ఎమ్.ఎస్.సి.,  
అసిస్టెంటు ప్రొఫెసర్ ఆఫ్ ఫిజిక్స్, ప్రెసిడెన్సీ కాలేజీ, మద్రాసు.  
తరంగచలనము.
- ఎమ్. శ. శ్రీమతి శకుంతల, ఎమ్., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
బెనారస్ హిందూ యూనివర్సిటీ, బెనారస్.  
గాల్వనీ, లూయిజీ; గౌస్, కె. ఎఫ్.
- ఎల్. ఆర్. ఆర్. శ్రీ రామచంద్రరావు, ఎల్., ఎమ్. ఎస్.సి., డి. ఎస్.సి.,  
ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.  
వర్ణద్రవ్యములు.
- పి. ఎల్. నా. శ్రీ నారాయణ, పి. ఎల్., బి.ఏ., ఎల్.టి.,  
హెడ్ మాస్టరు, ఎలమంచిలి.  
ప్రోక్స్, సర్ జార్జి గ్రేబ్రియల్ టెర్రెనెట్.



- ఏ. మా. శ. శ్రీ మార్కండేయశర్మ, ఏ., బి. ఎస్.సి., బి. ఇడి.,  
నైన్సు అసిస్టెంటు, పి. ఆర్. కాలేజీ స్కూలు, కాకినాడ.  
జాల్ నియమము ; చెపి రక్షకచివము ; విద్యుత్ కొలిమి ; విద్యుత్ దీపములు - I ; విద్యుత్ వర్గ  
నియమము.
- ఏ. వ్యా. శ్రీ వ్యాస మహేశ్వరుడు, ఏ., బి.ఎ., ఎల్.టి.,  
నైన్సు అసిస్టెంటు, పి. ఆర్. కాలేజీ స్కూలు, కాకినాడ.  
తునికోల ; చుల.
- ఏ. సీ. మూ. శ్రీ సీతారామమూర్తి, ఏ., బి.ఎ., ఎల్.టి.,  
డిప్యూటీ ఇన్ స్పెక్టర్ ఆఫ్ స్కూలులు, ఏలూరు.  
భారమితి.
- కె. రం. చా. కీ. గె. రంగాచార్యులు, కిళాంబ., ఎమ్.ఎ., బి.ఎల్.,  
విజయనగరం.  
భౌతికవిజ్ఞానసమీక్ష - ప్రస్తావన.
- కె. ఎన్. డాక్టరు నీలకంఠం, కె., ఎమ్.ఎ., పి.ఎచ్.డి., డి. ఎస్.సి., ఎఫ్. ఐ. ఎస్.సి.,  
ప్రాఫెసర్ ఆఫ్ కెమిస్ట్రీ, ఎస్. వి. యూనివర్సిటీ, తిరుపతి.  
అల్యూమినియము ; ఆరోమాటిక్ ఆజోయాగికములు ; ఆరోమాటిక్ ఎమీన్లు ; ఆలిఫాటిక్  
ఎమీన్లు ; కాడ్మియమ్ ; జింకు ; జింకువర్గము ; జై ఆజోయాగికములు ; పాదరసము.
- కె. ఎన్. రావు. శ్రీ రావు, కె. ఎన్., ఎమ్.ఎస్.సి., పి.ఎచ్.డి.,  
నేషనల్ ఫిజికల్ లేబొరేటరీ, న్యూఢిల్లీ.  
వర్ణమాల (అణు).
- కె. ఎన్. మూర్తి. శ్రీ మూర్తి, కె. ఎన్., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
అసిస్టెంటు ప్రొఫెసర్ ఆఫ్ కెమిస్ట్రీ, మెడికల్ కాలేజీ, మద్రాసు.  
విషమ వలయ యాగికములు ; హైడ్రోకార్బన్ పాలైడ్లు.
- కె. ఎన్. ల. శ్రీ లక్ష్మణరావు, కె. ఎన్., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
క్యూరీ, పియరీ ; క్యూరీ, మేరియా స్క్లొడ్వీస్కా ; జేమాన్, పీటర్ ; బెక్రెట్, అంట్యూఁ  
ఆన్రి ; మైకేల్సన్, ఆల్బర్ట్ ; రస్తజన్, విల్ హెల్మ్ కానాడ్ ; లిప్ మన్, గేబ్రియల్ ;  
లెనార్డ్, ఫిలిప్ ఇ. ఏ. ఫాన్ ; లోరెన్స్, హెండ్రీక్ అంటూన్.
- కె. గె. శ్రీమతి గెర్ట్రూడ్, కె., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
లెక్చరర్, లేడిహోఫ్ కాలేజీ ఫర్ విమెన్, గుంటూరు.  
కెప్లర్, జోహాన్ ; కెల్విన్, విలియమ్ టామ్సన్ ; జీన్స్, సర్ జేమ్స్ హావ్వుత్ ; జాల్,  
జేమ్స్ ప్రెస్కోట్ ; లాజ్, ఆలివర్ ; హెల్మ్ హోల్ట్స్ హెర్మన్, లుడ్విగ్ ; హైగెన్స్,  
క్రిస్టియన్.
- కె. తా. శ్రీ తాతాచారి, కె., బి. ఎస్.సి.,  
హైదరాబాదు.  
అయస్కాంత షేత్రము ; గ్రామఫోన్.



- కె. రం. శ్రీమతి రంగనాయకమ్మ, కె., ఎమ్. ఏ., ఎల్. టి.,  
ఆపిల్ టన్, ఎడ్వర్డ్ విక్టర్ ; పాల్, వుల్ఫ్ గాంగ్ ; బెల్, అలిగ్జాండర్ ; బ్రిజ్ మన్, పెర్సీ  
ఎలియమ్స్ ; రాబీ, ఇసిడోర్ ఐజక్ ; స్లెర్న్, ఆటో.
- కె. ల. శ్రీమతి లక్ష్మి, కె.,  
మద్రాసు - 4.  
చాడ్విక్, సర్ జేమ్స్ ; షెర్మి, ఎన్రికో ; రామన్, చంద్రశేఖర వెంకట ; లారెన్స్,  
ఎర్నెస్ట్ ఆర్లాండ్ ; ప్రడింగర్, ఎర్విన్ ; పాస్, విక్టర్ ; ప్రైజన్ బర్గ్, వెర్నర్ కార్ల్.
- కె. వెం. శ్రీ వెంకటేశ్వర్లు, కె., ఎమ్. ఎస్.సి., డి. ఎస్.సి., ఎఫ్. ఐ. పి.,  
గురుత్వాకర్షణము.
- కె. సు. రా. శ్రీ వెంకటసుబ్బారావు, కొమరవోలు., బి. ఏ.,  
గిల్బర్ట్, విలియమ్ ; గేరికె, ఆటోఫాన్ ; డైనమో ; ఫిట్స్ శెరాల్డ్, జార్జి ఫ్రాన్సిస్ ;  
ఫ్రాన్కోలిన్, జెస్టమిన్ ; ఫ్లెమింగ్, జె. ఏ.
- చ. స. నా. శ్రీ సత్యనారాయణ, చల్లా., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
ఫిజిక్స్ లెక్చరర్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు.  
ఉష్ణతాపార గమనము ; విద్యుత్ ఘటములు.
- జి. వి. చ. శ్రీ వెంకటాచలం, జి., ఎమ్. ఎస్.సి., పి.ఎచ్.డి.,  
అసిస్టెంటు డైరెక్టర్ ఆఫ్ అగ్రికల్చర్, ఒరిస్సా.  
కార్బోహైడ్రేట్లు, పంచదారలు.
- జి. శి. రా. శ్రీ శివశంకరరావు, జి., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
ఫిజిక్స్ ప్రొఫెసర్, ఎస్. వి. కాలేజీ, తిరుపతి.  
పెరాజీన్, బాప్టిస్ట్ ; బార్క్లా, సి. జి ; సిగ్ బాన్, కార్ల్ మన్నె జార్జి ; స్టార్క్,  
జోహానెస్ ; హెర్ట్స్, హెన్రిక్.
- జి. సు. రె. శ్రీ సుబ్బిరెడ్డి, జి., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
ప్రిన్సిపాల్, బొబ్బిలి కాలేజీ, బొబ్బిలి.  
అభినవర్తులము ; ఐన్ స్టయిన్, ఆల్బర్ట్ ; గరిమనాథి ; నావిక దిక్కుచి ; పై రోమీటరులు ;  
ఫ్రాన్క్, జేమ్స్ ; బోర్, సిల్స్ ; మిల్లికన్, రాబర్ట్ ఆండ్రూస్ ; విల్సన్, చార్లెస్  
తామ్సన్ రీజ్ ; హెర్ట్స్, గెస్టాన్.
- జె. ఛ. డాక్టరు భీమసేనాచార్, జె., ఎమ్. ఎస్.సి., డి. ఎస్.సి.,  
రీడర్ ఇన్ ఫిజిక్స్ డిపార్ట్ మెంట్, శ్రీ వేంకటేశ్వర యూనివర్సిటీ, తిరుపతి.  
ధనకరణములు ; న్యూట్రాన్లు ; బీటాట్రాన్ ; సింక్రోట్రాన్ ; సింక్రో పైక్లోట్రాన్.
- జె. వి. బి. రావు  
(టి. వి. బి. రావు) శ్రీ రావు, జె. వి. బి., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
కెమిస్ట్రీ లెక్చరర్, పి. ఆర్. కాలేజీ, కాకినాడ.  
ఆల్కలి ధాతువులు ; పొటాసియమ్ ; లిథియమ్ ; సోడియమ్.
- జె. సి. కా. శ్రీ కామేశ్వరరావు, జె.సి., ఎమ్. ఏ., డి. ఎస్.సి.,  
రిటైర్డ్ ప్రొఫెసర్, నైజామ్ కాలేజీ, హైదరాబాదు.  
కాంతి విద్యుత్ ; కాంతి విద్యుద్ధటములు ; పారస్పనికములు ; ప్రకాశితము.



- జ్ఞానానంద      డాక్టరు స్వామి జ్ఞానానంద, పి.ఎచ్.డి., డి.ఎస్.సి., ఎఫ్. ఐ. సి.,  
ప్రాఫెసర్ ఆఫ్ నూక్లియర్ ఫిజిక్స్, ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.  
శరంగయాంత్రిక శాస్త్రము - II; సూక్ష్మము.
- టి. కృ. మూ.      శ్రీ కృష్ణమూర్తి, టి., ఎమ్.ఏ., ఎల్.టి.,  
ఇండస్ట్రియల్ ఎంట్రప్రైజ్, గిండి, మద్రాసు.  
విద్యుత్ శరంగములు - నిస్తంత్రము.
- డి. ఎస్. ఎస్.      శ్రీ నాయుడు, డి. ఎస్., ఎమ్. ఏ., ఎమ్. ఎస్.సి., ప. ఐ. ఐ. ఎస్.సి., ఎఫ్. ఆర్. ఐ. సి.,  
మాజీ డిప్యూటీ డైరెక్టర్ (కెమికల్), గవర్నమెంట్ పెట్రోలశాన్, ఆలిపూర్,  
కలకత్తా.  
ఇనుము; ధాతుమిశ్రములు - II; రెసిన్లు - జిగురులు.
- డి. ఏ. ఏ. ఎస్. నా.      శ్రీ నారాయణరావు, డి. ఏ. ఏ. ఎస్., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
(ప్రస్తుతము అమెరికాలో ఉన్నారు).  
ద్విధ్రువమోమెంట్; పారవిద్యుత్తికములు; రేడియో ఛార్జికత (సహజ); రేడియో  
ఛార్జికత (కృత్రిమ).
- డి. స. నా.      శ్రీ సత్యనారాయణ, డి., ఎస్.ఏ.,  
చాకుష పరికరములు.
- డి. సు.      శ్రీ సుబ్రహ్మణ్యం, డి., ఎస్.ఏ., బి.ఇడి.,  
ప్రిన్సిపాల్, సర్ సి. ఆర్. ఆర్. కాలేజీ, పల్వూరు.  
అయస్కాంతము.
- డి. సు. రా.      శ్రీ సుందరరామారావు, డి., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
వివేకానంద కాలేజీ, మద్రాసు.  
ప్రేరణము; యోజనీయతాభావము - II; రాసాయనిక పరివర్తనము - I & II.
- త. స. స. మూ.  
(చె. సూ. మూ.)      శ్రీ సత్యసరసింహమూర్తి, తమ్మా., ఎస్. ఎస్.సి.,  
రీడర్ ఇన్ ఫిజిక్స్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు.  
ఓమ్ నియమము; శాపవిద్యుత్తు; ప్రతిక్రియ; ప్రమాణఘటములు; బలము, జడత్వము  
వగైరాలు; విద్యుత్ దీపములు - II; విద్యుత్ సంచాయకఘటము; సంగీతధ్వనులు;  
స్థితిస్థాపకత.
- ని. ప. స్వా.      శ్రీ పద్మనాభస్వామి, ని., బి.ఏ., ఎల్.టి.,  
రిటైర్డ్ హెడ్మాస్టరు, ఎలమంచిలి.  
కేలింగ్స్; గోళమాపకము; స్కూగేజి.
- పి. ఎస్. ఆర్.      శ్రీ నరసింహారావు, పి. ఎల్., ఎమ్. ఎస్.సి., పి.ఎచ్.డి.,  
లెక్చరర్ ఇన్ ఆంటీ బయోటిక్స్, ఇండియన్ ఇన్స్టిట్యూట్ ఆఫ్ సైన్స్,  
బెంగళూరు.  
ఆల్కహోల్లు.



- పి. ఎస్. ఎస్. డాక్టరు సత్యనారాయణ, పి., ఎమ్. ఎస్.సి., బి. యస్.సి. (అగ్రికల్చర్)., పి. ఎచ్.డి., ఎఫ్. ఆర్. ఐ. సి.,  
వ్యవసాయ కళాశాల, బాపట్ల.  
నైట్రోజన్.
- పి. ప. రా. శ్రీ పద్మరాజు, పి., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
రాసాయనిక రచన - శాతకథర్మములు.
- పి. భీ. రా. శ్రీ భీమసేనరావు, పి., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
ఫిజిక్స్ లెక్చరర్, పి. వి. ఎస్. కాలేజీ, విశాఖపట్నం.  
కృష్ణన్. కరియమానిక్కం శ్రీనివాస; టెండల్ - జాన్; పాస్కల్, బెయిజ్; సాహా, మేఘనాథ్.
- పి. య. నా. శ్రీ యజ్ఞనారాయణ, పి., ఎమ్.ఎస్.సి., ఎఫ్. ఆర్. ఐ. సి., ఎస్సె. ఐ. ఓ. ఎస్.,  
తాప రాసాయనిక శాస్త్రము.
- పి. రా. శ్రీ రామాచార్యులు, పి. టి., ఎమ్. ఎస్.సి., పి. ఆర్. ఐ. సి.,  
మద్రాసు.  
కార్బన్; కార్బన్ వర్గము; సిలికన్.
- పి. వి. కృ. మూ. శ్రీ కృష్ణమూర్తి, పి. వి., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
రిటైర్డ్ కెమిస్ట్రీ లెక్చరర్, గవర్నమెంటు ఆర్ట్స్ కాలేజీ, అనంతపూరు.  
ఆక్సిజన్; ఓజోన్; నీరు; హైడ్రోజన్; హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్.
- పి. వి. సూ. శ్రీ సూర్యనారాయణమూర్తి, పి. వి., బి.ఎ., ఎల్.టి.,  
నైన్సు అసిస్టెంటు, పి. ఆర్. కాలేజీ స్కూలు, కాకినాడ.  
కప్పిలు; ద్రవమాపకములు.
- పి. సూ. ప్ర. రా. డాక్టరు సూర్యప్రకాశరావు, పి., డి. ఎస్.సి.,  
ఫారెస్ట్ రిసెర్చ్ ఇన్స్టిట్యూట్, డెహ్రాడూన్.  
కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లు.
- బి. గో. కృ. కీ. శే. గోపాలకృష్ణయ్య, బి., ఎమ్.ఎ., బి.ఇడి., ఎమ్. ఎస్. (ఎమ్. ఇ. టి.), ఐ.ఎమ్.ఐ.,  
కాల్షియమ్; టంగ్ స్టన్; ప్లాటినమ్; ప్లాటినమ్ థాతువులు; బంగారము; బిరిలియమ్;  
బిరిలియమ్ వర్గము; జేరియమ్; రాగి (తామ్రము); రాగివర్గము; రేడియమ్; వెండి;  
సానియమ్.
- బి. పూ. రా. శ్రీ పూర్ణచంద్రరావు, బి., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
ఫిజిక్స్ లెక్చరర్, పి. ఆర్. కాలేజీ, నెల్లూరు.  
అర్ నైడ్, హాన్స్ క్రిష్టియన్; ఆర్గిమిడిజ్ సూత్రము; న్యూటన్, వర్ ఐజక్; మాక్స్  
వెల్, జేమ్స్ క్లార్క్; లిమైట్స్.
- మా. వ. న. శ్రీ నరసింహం, ఎమ్. వి., ఎమ్. ఎస్.సి.,  
హైదరాబాదు.  
విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము - II.



మే. వ. స.

శ్రీ వరాహ సరసింహస్వామి, మేడేపల్లి., బి.ప.,

సంగ్రహకులు, తెలుగు భాషా సమితి, హైదరాబాదు.

అగ్నినిర్వాపకములు; అణుకిరణములు; అణుచలన సిద్ధాంతము; అణుభార నిర్ణయము; అణుభావము - అణుభారభావము; అణుభావము - నవీనభౌతికశాస్త్రము; అణు రచన; అతాపక ప్రక్రియ; అనిశ్చయతాసూత్రము; అనునదనము; అపురూప మృత్తులు; అరోరా (సుమేరుజ్యోతి); అర్గ్; అర్థవిద్యుద్వాహకములు; అల్యూమిని యము వర్గము; అవరుద్ధ తరంగములు; అవస్థ; అవస్థా తరంగములు; అశ్రువాయువు; అసాధారణ వర్ణ విశ్లేషణము; ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్; ఆండర్సన్, కార్ల్ డేవిడ్; ఆంప సైనిక్లు; ఆంత్రసైట్; ఆంపియర్; ఆంపియర్ నియమము; ఆంపియర్ యూనిట్; ఆక్సికరణము - ఆక్సిహరణము; ఆఘాతస్వరములు; ఆజోల్లు; ఆడిసన్ - టామన్ ఆల్ఫా; ఆప్లుములు - లవణాభారములు; ఆరేనియన్, స్వాంచే; ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ ప్యుత్పన్నములు; ఆరోమాటిక్ నైట్రో యోగికములు; ఆరెనిక్ వర్గము; ఆల్కలాయిడ్లు; ఆల్కిల్ సైనైడ్లు; ఆల్డర్ కుట్; ఆల్ఫాకణములు; ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము; ఆవాగాడ్రో, కాంట్ ఏమడేవ్; ఆవేశము - ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి; ఇండి యమ్; ఇనుముయొక్క యోగికములు; ఈతర్ (భౌతిక విజ్ఞానము); ఋజు విద్యుత్ ప్రవాహము; ఎడ్డింగ్ టన్, సర్ ఆర్థర్ స్టాన్లీ; ఎన్ జైమ్లు; ఎలక్ట్రాన్ వోల్టు; ఐన్ స్టయిన్ కాంతికీ యూనిట్; ఓజోక్రైట్; ఓమ్, జార్జి సైమన్; ఓస్టెవాల్డ్, విల్హెల్మ్; కంపనవేగదర్శిని; కటకములు; కాంతి చైతన్యము; కాంతి భౌతికశాస్త్రము; కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము; కింప్టన్, ఆర్థర్ హాబీ; కాంప్టన్ ఫలితము; కానిజారో, స్టానిస్లావ్; కామర్లింగ్, హైకెఆనెస్; కార్బన్ ధాతుయోగికములు; కార్బన్ యోగిక విశ్లేషణము; కార్బన్ రాసాయనిక వర్ణత; కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ ప్యుత్పన్నములు; కార్బానిక్ ఆసిడ్ ప్యుత్పన్నములు; కార్బనిక కర్మతత్త్వము; కిర్కాఫ్, గెస్టాఫ్ రాబర్ట్; కూలామ్, ఛార్లెస్ ఆగస్టీన్; కూలామ్ నియమము; కూలామ్ మాపకము; కేంద్రావసారి బలము; కేంద్రాభిసారి బలము; కేకులే, ఫ్రీడ్రిచ్ బాగుస్ట్; కైశిక విద్యుత్మాపకము; కొరోనా ఉత్సర్గము; కొల్లాయిడ్లు; క్రియ; క్రియాలాఘవ సూత్రము; క్రొవుల్లు, నూనెలు; క్రోమియమ్ వర్గము; క్వాంటం సిద్ధాంతము; గంధకము; గంధకవర్గము; గామాకిరణములు; గాలియమ్; గియాక్, విలియమ్ ఫ్రాన్సిస్; గైగర్ గణితము; ఘనముల విశిష్టోష్ణత; ఘనములు; ఘనస్థితి - నూతన పరిశోధనలు - I; చాపదీపము; జడవాయువులు; జెర్మేనియమ్; టాంటాలమ్; టాడ్, సర్ ఆలిగ్జాండర్ రాబర్ట్స్; టెర్పిన్లు; టైటానియమ్ వర్గము; ట్రాన్సిస్టార్; డాల్బిన్, జాన్; డిరాక్, పాల్; డీబ్రాయ్, లూయీవిక్టర్; డీల్స్, ఆటో; డ్యూవిన్యోడ్, విస్సెన్ట్; డెలాంబేర్ సూత్రము; డెసిబెల్; డేవిసన్, క్లింటన్ జోసెఫ్; డై యాన్ సంయోజన ప్రక్రియ; డ్యూమా, జీన్ బాప్టిస్ట్ ఆండ్రీ; తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము - I; తలతన్యత; తాపక్రమ మాపనము; తాపక్రమమితి; తాపక్రమము; తాపవిశ్లేషణము; తామ్సన్, సర్ జోసెఫ్ జాన్; తార తమ్య సాంద్రత; తాలియమ్; తుల్యభారభావము; తోరియమ్; త్వరణము; చాటు దూరము; దిగ్బాలకము; దిక్కిరోధము; ద్రవములు I & II; ద్రవ్యరాశి - భారము; ద్రవ్యావస్థలు; ద్రావణములు I & II; ద్వివక్రీభవనము; ధాతుమిశ్రములు - I; ధ్రువీ కరణము; ధ్వని; నియోబియమ్; నిష్క్రియత; నెర్నెస్ట్, వాల్టర్; నైట్రోజన్ యోగికములు; నోబెల్, బెర్నార్డ్ ఆల్ఫ్రెడ్; న్యూటన్ వలయములు; పని; పరమ తాపక్రమమాపనము; పరమాణుభారభావము; పరమాణుభారము - నవీన భౌతికశాస్త్రము; పరమాణుభావము; పరమాణు రచన - రాసాయనికధర్మములు; పరమాణు విజ్ఞానము; పరిపూరకతా సూత్రము; పాలింగ్, లైనస్ కార్ల్; పాలీనిమేథ నియమము; ప్యూరీన్లు; ప్రయోగశాల; ప్రరోచనము, విద్యుత్తు; ప్రరోచన వేప్తనము; ప్రవాహిస్థితి శాస్త్రము; ప్రోటీన్లు; ఫాస్ట్ హాఫ్, జాకొబ్స్ హెన్రికస్; ఫిషర్, ఎమిల్ హెర్మన్; ఫిషర్, హాన్స్; బప్పర్ క్రియ; బర్డిలియస్, జాన్ జాకొబ్; బహురూపత; బిస్మత్తు; బీవాట్రాన్; బెర్ట్లే, క్లాడ్ లూయీ; బోయిల్, రాబర్ట్;



మే. వ. న.  
(తరువాయి)

బోరాన్ ; బోన్, సర్ జగదీశచంద్ర ; భాస్వరము ; భౌతిక విజ్ఞానము - ఆరంభయుగము (సమీక్ష) ; భౌతిక విజ్ఞానము - 20 వ శతాబ్దము (సమీక్ష) ; భౌతిక విజ్ఞానము - 18 వ శతాబ్దము (సమీక్ష) ; భౌతిక విజ్ఞానస్వరూపము (సమీక్ష) ; మంచు ఉష్ణతామాపకము ; మగ్నీషియమ్ ; మాక్సిలన్, ఎడ్విన్ మేటిసన్ ; మార్బిన్, ఆర్పర్ జాన్ పోర్టర్ ; మార్న్ శోధన ; మూలద్రవ్యభావము ; మూలద్రవ్యములు - యోగికములు ; మూలద్రవ్య - సంయుక్తద్రవ్యవిభజన ; మెండెలీయఫ్, డ్విట్టీ ఐవానోవిచ్, మెట్రిక్ వర్గతి ; మొలిబ్డినమ్ ; మౌలిక ద్రవ్యకణములు ; యంగ్ స్థితి స్థాపకగుణకము ; యాంత్రిక శాస్త్రము ; యురేనియమ్ ; యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యములు ; యూకావా, హిడెకి ; యోజినీయతా భావము - I ; రసవాదయుగము ; రాష్ట్రీ, విలియమ్ ; రాలి, జాన్ విలియమ్ స్ప్రిట్ ; రాసాయనిక ప్రక్రియాభావము ; రాసాయనిక మైత్రి ; రాసాయనిక విజ్ఞానము - ఆరంభ యుగము (సమీక్ష) ; రాసాయనిక విజ్ఞానము - చరిత్రపూర్వ యుగము (సమీక్ష) ; రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము (సమీక్ష) ; రాసాయనిక విజ్ఞానము (సమీక్ష) ; రాసాయనిక విజ్ఞానస్వరూపము ; రిచర్డ్ సన్, ఓవెన్ విలాన్స్ ; లావ్వాజ్యే, ఆంటూనీ లారెన్స్ ; లిబ్బి, విల్లర్డ్ ఫ్రాంక్ ; లిబ్బిక్ జస్టస్ ఫాన్ ; లెనార్డ్, ఫిలిప్, ఇ. పి. ఫాన్ ; లోలకము (నంయుక్త) ; లోహధాతువులు ; వక్రీభవనము ; వర్ణమాల ; వర్ణము - రాసాయనిక రచన ; వలయ ప్రాడ్రోకార్బన్లు ; వాయువులు ; వికిరణమాపకము ; విద్యుచ్ఛాలక బలము ; విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము I & II ; విద్యుత్స్థాపకములు ; వివధనము ; వివర్తనము ; విశ్వకిరణములు ; వెనేడియమ్ ; వెనేడియమ్ వర్ణము ; వెర్నర్, ఆల్ఫ్రెడ్ ; శక్తి శాస్త్రము ; శక్తిసమవిభాగసూత్రము ; సందిగ్ధస్థితి ; సంవేప్తన ప్రభాగము ; సమస్తా నీయములు ; సమాంగరూపతీ ; సమ్మర్ ఫెల్ట్, ఆర్నోల్డ్ ; సింక్, రిచర్డ్ లారెన్స్ మిల్లింగ్టన్ ; సిలినియమ్ & టెలురియమ్ ; సిజార్డ్, గ్లెన్ తియోడోర్ ; సీసము ; సునిశిత భౌతిక శాస్త్ర పరికరములు ; సూక్ష్మదర్శని ; సైక్లోట్రాన్ ; స్కాండియమ్ వర్ణము ; స్నిగ్ధత ; పార్మన్ స్టాడింగర్ ; పారోప్ స్కి, జారోస్లావ్ ; హైడ్రోజనికరణము.

మే. వెం. ర.

డాక్టరు వెంకటరమణమూర్తి, మేడపల్లి., ఎమ్. ఎస్.సి., డి. ఎస్.సి.,  
ప్రాఫెసర్ ఇన్ కెమిస్ట్రీ, బెనారస్ హిందూ యూనివర్సిటీ, వారణాసి.  
జోషి ఫలితము.

మొ. హ. రా.

శ్రీ హనుమంతరావు, మొ., బి.ఏ.,  
ఆప్టన్, ఫ్రాన్సిస్ విలియమ్ ; లాన్గ్ మ్యూర్, ఇర్వింగ్.

యు. సూ. నా.

శ్రీ సూర్యనారాయణ, యు., ఎమ్.ఎస్.సి.,  
కెమిస్ట్రీ లెక్చరర్, గవర్న మెంట్ ఆర్ట్స్ కాలేజీ, అనంతపూరు.  
ఇంధనములు.

రామన్.

రామన్, సి. వి., ఎమ్. ఏ., ఎఫ్. ఆర్. ఎస్., ఎన్. ఎల్.,  
డైరెక్టర్, రామన్ ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఫిజిక్స్, బెంగళూరు.  
కాంతి పరిచేపణము ; ఘనస్థితి - నూతన పరిశోధనలు - II ; రామన్ ఫలితము.

రా. వెం. సు.

కీ. శే. సుందరరావు, ఆర్. వి. జి., ఎమ్. ఎస్.సి., పి. ఎచ్.డి.,  
అయన్లు - అయనీకరణము ; విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము.

వం. స. నా.

శ్రీ సత్యనారాయణ, వం., ఎమ్. ఎస్.సి., ఎమ్. ఇడి.,  
గవర్న మెంటు ప్రైనింగ్ కాలేజీ, రాజమండ్రి.

ఉష్ణతామితి ; బ్రాగ్, సర్ విలియమ్ లారెన్స్ ; బ్రాగ్, సర్ విలియమ్ పాస్త్రి ; బ్రౌన్, కార్ల్  
ఫెర్డినాండ్ ; మాక్స్ స్టాంక్ ; మార్కోనీ, గూయెల్మో ; లవే, మాక్స్ ఫాన్ ; వీన్, కార్ల్  
మాక్స్ ; వీన్, విల్ హెల్మ్.



వ. వెం. రా.

శ్రీ వేంకటరావు, వనంతరావు., ఎమ్.ఎస్.సి.,

ప్రిన్సిపాల్, మహారాజా కాలేజీ, విజయనగరం.

భౌతికవిజ్ఞానము-18 శతాబ్దము (సమీక్ష); భౌతికవిజ్ఞానము-17వ శతాబ్దము (సమీక్ష);  
భౌతికవిజ్ఞానము-మధ్యయుగము (సమీక్ష).

వి. ఆ. రా.

శ్రీ అప్పారావు, విస్సా., ఎమ్.ఎ., ఎల్.టి.,

రిటైర్డ్ ప్రిన్సిపాల్, ఆంధ్రాయూనివర్సిటీ సైన్స్ కాలేజీ, గుంటూరు.

ఐన్ స్టయిన్ సమతాసూత్రము; సాపేక్షతాచారము.

వి. ఎల్. ఎస్.

శ్రీ లక్ష్మీనారాయణ, వి., ఎమ్. ఎస్.సి.,

అసిస్టెంట్ లెక్చరర్ ఇన్ కెమిస్ట్రీ, గవర్నమెంటు ఆర్ట్స్ కాలేజీ, అనంతపురము.

ఆర్థిమెట్రీ, కీటోన్లు (భాగము).

వి. పా. ప్ర.

శ్రీ పాల్ ప్రసాదరావు, వి., ఎమ్. ఎస్.సి.,

గుంటూరు.

పంపులు; స్థిరవిద్యుచ్ఛాళిత్రము.

వి. బ్ర. రా.

శ్రీ బ్రహ్మజీరావు, వి., ఎమ్. ఎస్.సి.,

డిపార్ట్ మెంట్ ఆఫ్ కెమిస్ట్రీ, మిసెస్ పి. వి. ఎస్. కాలేజీ, విశాఖపట్టణము.

రాసాయనిక విధానములు (సామాన్య).

వి. రా. రా.

శ్రీ రామకృష్ణరావు, వి., ఎమ్. ఎస్.సి.,

ఎలక్ట్రాన్ చాడుష శాస్త్రము.

వి. వి. కె. శాస్త్రి.

శ్రీ శాస్త్రి, వి. వి. కె., ఎమ్. ఎస్.సి., పి. ఆర్. ఐ. సి.,

లెక్చరర్ ఇన్ కెమిస్ట్రీ, అగ్రికల్చరల్ కాలేజీ, బాపట్ల.

పరిమళతైలములు.

వి. వి. శ.

శ్రీ విశ్వనాథశర్మ, వి., ఎమ్.ఎ., ఎల్.టి.,

బాపట్ల.

భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము.

వై. వి.

శ్రీ విశ్వనాథమ్, వై., ఎమ్. ఎస్.సి.,

అసిస్టెంట్ లెక్చరర్ ఇన్ కెమిస్ట్రీ, గవర్నమెంటు ఆర్ట్స్ కాలేజీ, అనంతపురము.

రాసాయనిక పరివర్తనము - III.

శ్రీ. గో. మూ.

శ్రీ గోపాల కృష్ణమూర్తి, శ్రీపాద., డి.ఎస్.సి.,

ప్రిన్సిపాల్, నర్సాపురం కాలేజీ, నర్సాపురం.

ఉష్ణతావ్రణము.

సి. ఎస్. రా.

శ్రీ సాంబశివరావు, సి., ఎమ్.ఎ., డి.ఎస్.సి., ఎఫ్. ఐ. పి., ఐ. ఓ. ఎస్. & పి. ఎమ్. ఓ.,

ఎస్. పి., ఎమ్. పి. ఐ. పి.,

సీనియర్ వైంటిఫిక్ ఆఫీసర్, ఆర్మీ ఆర్డినెన్స్ డిపార్ట్ మెంటు, డెహ్రాడూన్.

దీప్తిమాసనము.



సి. రా. శా.

డాక్టర్ రామశాస్త్రి, సి., ఎమ్. ఎస్.సి., డి. ఎస్.సి.,

ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు.

ఆటంబాంబు ; నికల్ ; పరిధిఫలకము ; పోలారిమీటరు ; మిథోఫుట్టనమాపకము ; మిథో  
ఫుట్టనము ; వివర్తన జాలకము,

సి. వి. రా.

శ్రీ రామదాసు, సి. వి., ఎమ్.ఎస్.సి.,

ప్రాఫెసర్ ఆఫ్ కెమిస్ట్రీ, ఇంజనీరింగ్ కాలేజీ, మద్రాసు.

అయిడిన్ ; క్లోరిన్ ; ఫ్లోరిన్ ; బ్రోమిన్ ; హేలొజన్ వర్గము.

సి. వి. సు.

శ్రీ సుబ్బయ్య, సి. వి., బి. ఎస్.సి. (ఆనర్సు), బి. ఇడి.,

లెక్చరర్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆఫ్ లెడర్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు.

ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్లు ; ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్లు ; అల్లిహైడ్లు, కీటోన్లు (భాగము) ;  
బహువలయ హైడ్రోకార్బన్లు ; హైడ్రోకార్బన్లు (భాగము).

హ. అ. శే.

శ్రీ ఆదిశేషువు, హరి., ఎమ్. ఎస్.సి.,

లెక్చరర్ ఇన్ కెమిస్ట్రీ, మెడికల్ కాలేజీ, గుంటూరు.

అకర్మన రాసాయనిక శాస్త్రము ; మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము ; విశ్లేషణ రాసాయనిక  
శాస్త్రము - I ; స్ఫటికములు.

\*

శ్రీ బి. సుబ్బరాయన్

సహసంగ్రాహకుడు

\*

\* \* \*

ఈ గుర్తుగల శీర్షికలు సమితి సిబ్బందిచే వ్రాయబడినవి.



## విషయ సూచిక

పుటలు

### భౌతికవిజ్ఞానసమీక్ష

|                                |     |     |    |
|--------------------------------|-----|-----|----|
| ప్రస్తావన                      | ... | ... | 1  |
| భౌతికవిజ్ఞాన స్వరూపము          | ... | ... | 3  |
| భౌతికవిజ్ఞానము - ఆరంభయుగము     | ... | ... | 6  |
| గ్రీక్ సంప్రదాయము              | ... | ... | 6  |
| ఆలిగ్జాండ్రీయా సంప్రదాయము      | ... | ... | 10 |
| అరబ్బుల విజ్ఞానము              | ... | ... | 13 |
| భౌతికవిజ్ఞానము - మధ్యయుగము     | ... | ... | 15 |
| భౌతికవిజ్ఞానము - 17 వ శతాబ్దము | ... | ... | 18 |
| భౌతికవిజ్ఞానము - 18 వ శతాబ్దము | ... | ... | 28 |
| భౌతికవిజ్ఞానము - 19 వ శతాబ్దము | ... | ... | 35 |
| భౌతికవిజ్ఞానము - 20 వ శతాబ్దము | ... | ... | 48 |
| సాపేక్షతా సిద్ధాంతము           | ... | ... | 49 |
| పరమాణు భౌతికశాస్త్రము          | ... | ... | 50 |

### రాసాయనికవిజ్ఞానసమీక్ష

|  |     |     |         |
|--|-----|-----|---------|
| రాసాయనిక విజ్ఞానస్వరూపము                         | ... | ... | 55      |
| రాసాయనిక విజ్ఞానము - చరిత్రపూర్వయుగము            | ... | ... | 59      |
| రాసాయనిక విజ్ఞానము - ఆరంభయుగము                   | ... | ... | 60      |
| గ్రీక్ విజ్ఞానము                                 | ... | ... | 61      |
| రసవాదయుగము                                       | ... | ... | 64      |
| అరబ్బుల రసవాదము                                  | ... | ... | 65      |
| భారతీయ రసవాదము                                   | ... | ... | 69      |
| చైనీయ రసవాదము                                    | ... | ... | 70      |
| యూరప్ లో రసవాదము                                 | ... | ... | 71      |
| రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీనయుగము                   | ... | ... | 74      |
| భౌతిక రాసాయనికవిజ్ఞానము                          | ... | ... | 96      |
| కార్బన్ రాసాయనికవిజ్ఞానము                        | ... | ... | 100     |
| ఇటీవలి కార్బన్ రాసాయనికవిజ్ఞానము                 | ... | ... | 107     |
| భౌతికవిజ్ఞానము, రాసాయనికవిజ్ఞానము అకారాధివివరణము | ... | ... | 119-772 |



## త్రివర్ణ చిత్రములు

|                           | పుటలు        |
|---------------------------|--------------|
| 1. సిద్ధనాగార్జునుడు      | ముఖ. చిత్రము |
| 2. ఆగిట్, నెమలికన్న       | ... 302      |
| 3. ఆంబరు                  | ... 598      |
| 4. సవర్ణవర్ణమాల చిత్రములు | ... 618-622  |
| 5. రత్నములు               | ... 738      |
| 6. అణుప్రతికృతులు         | ... 764      |



భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష



Blank Page

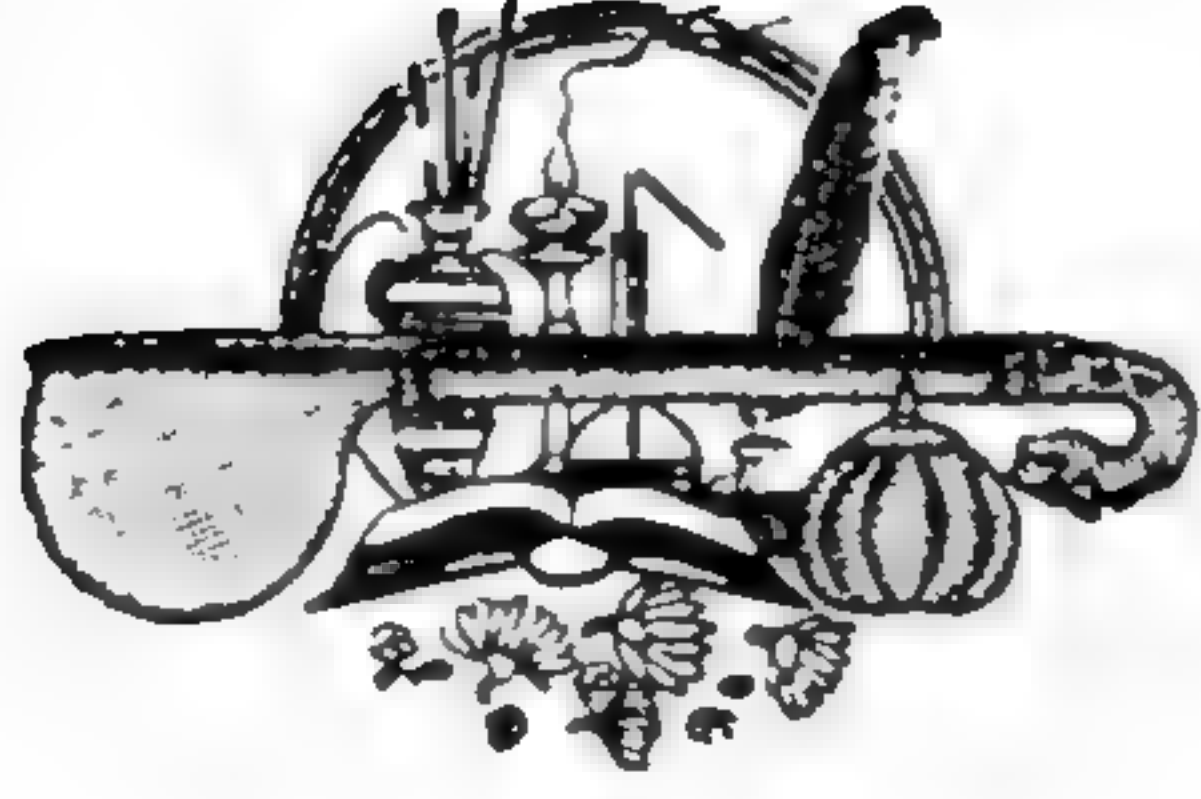






Blank Page





# భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష

## ప్రస్తావన

జ్ఞానము - విజ్ఞానము :

జాహ్య వస్తువులపై ఇంద్రియములు ప్రవర్తించినపుడు లభ్యమగు జ్ఞానమును ప్రత్యక్షజ్ఞాన మందురు. దానిని బుద్ధి సమన్వయించి, సంస్కరించినపు డది అనుభవమగును. ఈ అనుభవము తర్కచాలితమై కార్యకారణ ప్రణాళిక యందు నియమబద్ధమై వెలసినపుడు విజ్ఞానముగా పరిణమించును. ఉదా: మన ఎదుట అగువడు వృక్షము వృక్షజ్ఞానము నొసంగును; 'ఆ వృక్ష మెట్లుదృశించును, ఎట్లు వృద్ధిపొందును, ఎట్లు నశించును' అను విషయముల చర్చలో ఇమిడిన జ్ఞానపరంపర యే 'విజ్ఞానము'. సామాన్యజ్ఞానము అక్షరములవంటిది - విజ్ఞానము సాహిత్యము వంటిది. సామాన్యజ్ఞానము ప్రత్యేక వర్ష బిందువుల వంటిది - విజ్ఞానము కొండలనుండి జారు నదివంటిది. సామాన్యజ్ఞానము ఏకదేశి, విశిష్టము - విజ్ఞానము సార్వత్రికము, సామాన్యము, సర్వగ్రాహి.

చరిత్ర పూర్వ యుగము నాటి విజ్ఞానము :

చరిత్రపూర్వకాల మందు విజ్ఞానమనుపేరునకు తగిన జ్ఞానమేదియునులేదు. నేటి విజ్ఞానశాఖల ప్రారంభములు ప్రాచీనకాలమును తెరమరుగున మాటుపడియున్నవి. ఆ తెరను కొంతవరకైన తొలగించుటకు ప్రయత్నములు జరుగుచున్నవి. అవి నేటికిని సమగ్రముగా ఫలించినవని అనలేము. అప్పటి మానవజ్ఞాన పరిస్థితిని నిర్ణయించుటకు పురాతన నాగకరితాచిహ్నములే మన కాధారములు. వాటినిబట్టి చరిత్రను పునర్నిర్మించిన, ప్రారంభమున జ్ఞానములో శాఖలులేవు. ఆదిమ మానవుడు తన ఉపయోగము కొరకు వస్తువుల గుణవివేచన చేయమొదలిడి వాటిని కఠినములు, మృదులములు, భక్ష్యములు, అభక్ష్యములు, షేమకరములు, ఉద్వేగకరములు అను తరగతులుగా

విభజించుటయే 'విజ్ఞానప్రారంభదశ' అనవచ్చును. ఏలన సామాన్యజ్ఞానము విజ్ఞానముగ పరిణమించు క్రమములో అనుభవముల వర్గీకరణము ప్రథమదశ. ఆహారాన్వేషణము మానవుని మొదటి పని. ఆహారవిషయమై పర్యటనములో జీవనసౌకర్యసేకరణయే ప్రధానముగా ఏర్పడుటచేత మానవునికి విజ్ఞాన నిర్మాణమున కవకాశము లేకుండెను.

నాగరికత లన్నియు మహా నదులతీరములనే ప్రబలినవనునది సాధారణసత్యము. ఈజిప్టున నాగరికతకు నైలునది; సుమేరియన్, బాబిలోనియన్ నాగరికతలకు యూఫ్రేటీజ్, టైగ్రిస్ నదులు; చైనా నాగరికతకు హోయాంగ్ హో, యాంగ్ సీక్యాంగ్ నదులు; భారతీయ సంస్కృతికి సింధు, గంగా, యమునలు విడిమెట్లు. నదీప్రాంతములకు చేరికొనిన తరువాత మానవుని స్థావర జీవనమున కవకాశ మేర్పడినది. తన పరిసరముల నవలోకించి, అందు సంభవించు సంఘటనల నవగాహించుకొనుటకు సావధానత చేకూరినది. ఈ యుగముననే స్వామిత్వ, దాయసంస్థలు ఏర్పడినవి. వ్యక్తుల స్వామిత్వదాయ నిర్ణయముల గావించుటకు షేత్రగణితము, అంకగణితము, కాలమానము మొదలైన సాధనములు బయలుదేరినవి.

నదీప్రాంతములకు చేరుకొనకముందు మనుజునికి తెలిసిన ప్రకృతియందలి పర్యాయత్వము సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయములు, ఋతుపరిణామములుమాత్రమే. పాశ్చాత్య శాస్త్రచరిత్రయందు మనుజుని బుద్ధికి ప్రకృతియందలి పర్యాయకల్పనను మొట్టమొదట నైలునది ఉపదేశించినదన అతిశయోక్తి కానేరదు. నైలునది ప్రతినవత్సరపు వరదలు ప్రకృతియందలి నియతపర్యాయత్వమునకు అద్భుత దృష్టాంతము. ఈ పర్యాయత్వమును గుర్తెరింగి



## ప్రస్తావన

నైలునది వరదలరాకను ముందు చెప్పగలిగినవాడు విజ్ఞాన నిధి. వాడే సంఘమునకు శాసనకర్త. ఒకానొక నక్షత్రరాశి చక్రవాళముపై అగుపించిన వెంటనే నైలునది వరదలు తగ్గిపోవుట అతడు కనిపెట్టెను. చక్రవాళముపై నక్షత్ర రాశిరాకకును, వరదలపోకకును నైలుశాస్త్రజ్ఞులు కార్య కారణ సంబంధ మేర్పరచిరి. మూఢవిశ్వాసములను విడిచి పెట్టి ప్రపంచ సంఘటనలను కార్యకారణ సూత్రబద్ధ ములుగా జేయుట కిదియే మానవుని తొలియత్నము. ఇట్లు ప్రారంభమైన విజ్ఞానస్రవంతి నైలునదివలె నిరాఘాట ముగా సాగి ఈజిప్టు నాగరికతను పురాతన నాగరికత లలో గణ్యముగా నొనర్చినది.

ఇప్పటికి జరిగిన పరిశోధనలపట్టి క్రీస్తు జననమునకు నాలుగైదువేల సంవత్సరములకు పూర్వము యూఫ్రేటీజ్, నైలు నదులు ప్రవహించుచుండిన ప్రదేశములలో భౌతి కాది శాస్త్రనిర్మాణమందు మొట్టమొదట ప్రయత్నములు జరిగిన వనుటకు తగినప్రమాణములు కాన్పించుచున్నవి. అప్పటికి శిలాయుగము గతించి తామ్రయుగ మారంభిం పున్నది.

క్రీ. పూ. 5000 నాటికి శాంతియుతులును, కళాకుశలు రును అగు మానవగణములు యూఫ్రేటీజ్, టైగ్రిస్ నదుల మధ్యనున్న మెసపొటేమియాలో ప్రవేశించిరి. ఆ ప్రాంతపు ఆదివాసులతో వారు క్రమముగా కలసిపోయిరి; అట్లేర్పడినవారే సుమేరియన్లు. వీరు తొల్లిటివారికంటె ఎక్కువ నాగరికులై వారి జ్ఞానసంస్కారమును ఉన్నత స్థాయికి గొనిపోయిరి. మెసపొటేమియా దక్షిణభాగమున వారు ఏర్పరచిన నీటిసరఫరా కనువగు ఏర్పాటులను పరి కించుటవలన వారి యంత్రకళాభిజ్ఞత వెల్లడి యగుచున్నది. వారిలో కొందరు ఈజిప్టుదేశమునకు వలసపోయిరి. అచ్చట వారి సంస్కృతి మరింత ఉచ్చస్థాయిని అందుకొనినది. కాలమాన నిర్మాణమునకై వారు కావించిన ఖగోళ శాస్త్ర పరిశీలనలు వారి శాస్త్రజ్ఞాన నిర్మాణ చాతుర్య మును చాటుచున్నవి.

తదనంతరము బాబిలోనియాదేశస్థులు గణితమందు ముందంజవేసిరి. ఫినిషియన్లు వారి నౌకావాణిజ్యవసర ములకై సంఖ్యాశాస్త్రమును, సముద్రయాన సౌకర్య మునకై జ్యోతిషశాస్త్రమును శ్రద్ధగా పెంపొందించిరి.

భారతీయనాగరికత ఈజిప్టు, బాబిలోనియన్ నాగ రికతలవలెనే నదీప్రాంత సముద్రభవమే. షేత్రగణితము, కాలమానవిద్య, అంకగణితము, బీజగణితము, ఖగోళ పరిశీలన వీటన్నిటియందును భారతీయుల కృషి తక్కిన నాగరికతలకృషికన్న ప్రాచీన మని తెలుపుటకు తగు

ఆధారములు కలవు. షేత్రగణితమందు శుల్బసూత్రములు క్రీ. పూ. 3 వ శతాబ్దమందు హిరో యాజమాన్యమున పరగిన ఆలిగ్జాండియా సంప్రదాయముకన్న 6 శతాబ్ద ములు ప్రాచీనము. షేత్రగణితమందలి సుప్రసిద్ధమైన పితా గొరస్ నియమము భారతీయులచే 2 శతాబ్దములు ముందుగా కనుగొనబడినది. అదిగాక గణితశాస్త్రమందు 'శూన్యము', 'అనంతము' అను భావములను కల్పించి లోకమునకు ప్రసాదించినవారు భారతీయులే.

భౌతికశాస్త్రమందలి ప్రథమ పాఠకల్పనలు కూడ వీరివే. అందు ముఖ్యముగా పరమాణు సిద్ధాంతము, గ్రీకుల పరమాణుసిద్ధాంతముకన్న ప్రాచీనమైన దనియే చెప్పవలెను. కణాదుని వై శేషికసూత్రములలో ఈ సిద్ధాం తము మొదట సంగ్రహింపబడినది. పాశ్చాత్య చరిత్రా న్వేషకులు కణాదసూత్రములు క్రీ. పూ. 5-వ శతాబ్దముల మధ్య గ్రథించబడినట్లు అభిప్రాయపడుచున్నారు. అట్లే నను గ్రంథస్థమగు నాటికి చాల పూర్వమే సిద్ధాంతము ప్రచారములోండి తీరవలయును. అనగా అప్పటికి 2-3 వందల ఏండ్లైనను వాటి ప్రచారము సాగి యుండవలెను. అందుచే గ్రీక్ సిద్ధాంతముకన్న భారతీయ సిద్ధాంతము ప్రాచీన మనుటకు అభ్యంతర ముండరాదు.

పరమాణుసిద్ధాంతముననే ద్రవ్యగుణముల చర్చకలదు. గురుత్వాకర్షణము ద్రవ్యగుణముగా పేర్కొనబడినది. అటులనే సరణము, స్నిగ్ధత మొదలైన ద్రవ్యగుణములు కూడ పేర్కొనబడినవి. ప్రభవస్థానమునుండి శబ్దము వాయుతరంగరూపమున కదంబకోరకన్యాయముగ ప్రస రించునను సిద్ధాంతము నవీన పాశ్చాత్య సిద్ధాంతమున కేమాత్రము తీసిపోదు. వెలుగు, వేడిమి ఒకే పదార్థము యొక్క భిన్నరూపము లని కణాదుని మతము. వెలుగు, వేడిమి శక్తియొక్క భిన్నావతారములు అను నిర్ణయమునకు రాగలిగిన నవీన భౌతికవిజ్ఞాన సిద్ధాంత ములను ఈయూహ 25 శతాబ్దముల పూర్వమే ఆకాం షించినది

ఇట్లు ప్రాచీనులు భౌతికశాస్త్ర ప్రథమ పాఠముల లోకమున కనుగ్రహించిరి. ఇట్లు క్రీ. పూ. 4, 3 శతాబ్ద ములు మొదలుకొని క్రీ. శ. 5, 6 శతాబ్దములవరకు భారతీయులు పెంపొందించిన ప్రకృతి విజ్ఞానము ఆ తరువాత అభివృద్ధి చెందలేదు. దీనికి ప్రబలకారణము భారతీయుల ఆధ్యాత్మికజ్ఞానాభినివేశము. మొదట బౌద్ధులు తరువాత శంకరాచార్యులు ఐహతౌకికజ్ఞానసాధనను మోక్షసాధనకు విరోధిగా గర్హించిరి. అప్పటినుండి భారతీయ భౌతికశాస్త్ర ములు అభివృద్ధి పొందలేదు. కి. రం. చా.



## భౌతిక విజ్ఞాన స్వరూపము

మన చుట్టునున్న ప్రపంచములో జరుగుచున్న సంఘటనలను సూక్ష్మముగా పరిశీలించితిమేని, ఆ సంఘటనలన్నియు మార్పులే అని మనకు తెలియును. దృష్టాంతమునకు మనము నిశ్చలముగా ఒక ఆసనమునపై కూర్చుని ఎదుట నిశ్చలముగా నున్న మహావృక్షము నొకదానిని పరికించునపుడు మనము కదలుటలేదు, చెట్టు కదలుటలేదు - స్థూలముగా ఆలోచించిన మార్పేమియు జరుగుచున్నట్లు కనిపించదు. నిజముగా మనము చూచుచున్న కాలములో, ఆ కాలమెంత తక్కువైనను చెట్టు పెరుగుచునే ఉన్నది; అందున్న పండుటాకులు రాలిపోవుచునే ఉన్నవి. చెట్టు వృద్ధిచెందుట, ఆకులు రాలిపోవుట మార్పులే. ఇంకను సూక్ష్మముగా ఆలోచించిన ఆ చెట్టు మన కంటి కగపడుటయే ఒక వరుసమార్పుల ఫలము. తొలుదొలుత సూర్యుని నుండి కాంతి ప్రదేశములో లక్షల కొలది యోజనములు పయనించుట - ఇదియే ఒక ఎడతెగని మార్పులవరుస - తరువాత ఆ కాంతి చెట్టుమీద పడుట, అటుపై అది ప్రతిఫలించుట, ఆ ప్రతిఫలితకాంతి మన కంటిని చొచ్చుట, చొచ్చి అక్షిపటముపై ప్రతిబింబ మేర్పడుట, ప్రతిబింబ మేర్పడనట్లు అక్షినాడులు మస్తిష్కమునకు రాయచారమేగుట, తుదకు మనము చెట్టును చూచుచున్నామను 'సంవేదన' కలుగును. ఇన్ని మార్పుల ఫలముగా మనము చెట్టును చూడగలుగుచున్నాము. ఈ మార్పులు మనకు మూడురకములుగా తోచుచున్నవి. ఒక వస్తువు స్థానమందలిమార్పు - ఎగురుచున్న పక్షి, లేదా పారుచున్న నీరు; ఒక వస్తువు స్థితియందు మార్పు - కరగుచున్న మంచుగడ్డ; ఒక వస్తువు సంఘట్టనమందు మార్పు - బయటనున్న ఇసుము త్రుప్పగుట.

ఈ మార్పుల సూక్ష్మపరిశీలనవలన మనకు రెండు ప్రధానవిషయములు తెలియవచ్చుచున్నవి. మార్పెప్పుడును ఏదో యొక వస్తువు నాశ్రయించి యుండును. లేదా మార్పు చెందునది వస్తువు. బంగారపు నగను కొలిమిలో కరగించిన నగరూపు పోయి ముద్దబంగారమగును. నగను బంగారువస్తు వందుము. కాని, ముద్ద బంగారమును వస్తువని చెప్పము. అందుచే నగ వస్తువు, బంగారము వస్తురూపమును స్వీకరించగల యొక పదార్థము. ఈ పదార్థమునకు శాస్త్రపరిభాషలో ద్రవ్యమని పేరు. వస్తువులు వివిధములగు ఆకారములు కలవి. ద్రవ్యము ఆకారము స్వీకరించ గల పదార్థము. ఇట్లు మార్పులను పరిశీలించు యత్నములో మనము ద్రవ్య

భావమును కల్పించి, మార్పులన్నియు ద్రవ్యగుణములుగా గుర్తించితిమి.

రెండవ విషయము ద్రవ్యమునకు మార్పు కలిగించు కారణమొకటి ఉండవలయునను భావము. క్రింద పడియున్న రాయి దానంతటది ఎగిరి మనల తాకదు. ఆ రాతిని ఎగురగొట్టుటకు ఒకశక్తి కావలెను. అది మన బాహుశక్తి కావచ్చును; లేదా యంత్రశక్తి కావచ్చును. శక్తి లేనిదే ఏ వస్తువునందును మార్పును కలిగించుటకు వీలులేదు.

ఈ పై చర్చవలన మనకు తెలిసిన విషయమేమన, ప్రపంచమందు మనచుట్టు జరుగుచున్న మార్పుల సూక్ష్మ పరిశీలన వలన ప్రపంచవ్యాపార మంతయు ద్రవ్యము, ద్రవ్యమందు మార్పును కలిగించుశక్తి వీటి పరస్పర సమ్మర్శమే యని.

ద్రవ్యమునకు రెండు ముఖ్యలక్షణము లున్నవి. 'పరిమాణము', 'జడత్వము'. మామూలుగా చెప్పవలెననిన భూమిచే ఆకర్షింపబడు స్వభావము కలుగునది అంతయు ద్రవ్యమే. భూమ్యాకర్షణయే వస్తువునకు భారము నొసంగును. అందుచే భూతలముపైనున్న భారముగల దంతయు ద్రవ్యమే. ద్రవ్యమునకు జడత్వమున్న దనగా చలనములేని ద్రవ్యమును చలింపజేయుటకుగాని, లేదా చలించుచున్న ద్రవ్యమును నిలుపుటకుగాని శక్తి నుపయోగించవలె ననుట; ఈ శక్తి ఉపయోగించని ఎడల కదలని ద్రవ్యము కదలకుండుట, కదలుచున్నద్రవ్య మొగ కుండుట, జడత్వమనబడును. పరిమాణము, జడత్వము గలదంతయు ద్రవ్యమని చెప్పితిమేని ఘనములగు కర్ర, గాజు, ఇనుము, రాయి మొదలగునవి; ద్రవములగు నీరు, నూనె, పాదరసము మొదలగునవి; వాయువులగు ఆక్సిజన్ (ప్రాణ వాయువు), హైడ్రోజన్ (ఉదజని) మొదలగునవి, ఇవి అన్నియు ద్రవ్యములే. ద్రవ్యమునే ఇంగ్లీషులో 'మేటర్' అందురు.

బియ్యపు మూటనుగాని, నీళ్ళబిందెనుగాని మోయు ప్రతి వ్యక్తికిని ఘనములు, ద్రవములు బరువుగలవి అని సులభముగా తెలియును. ఇసుకను పారతో ఎగరవేయునపుడుగాని, పడవను నీటిలో కెడ్లతో నపుడునపుడుగాని, గాలి తిత్తిని నొక్కునపుడుగాని ద్రవ్యము జడత్వము కలదని నిశ్చయముగా ఎరుంగుదుము. అయినను గాలికి పరిమాణములేదా? బరువు ఉండదా? హైడ్రోజన్ భూమిచే ఆకర్షింపబడు నెడల, హైడ్రోజన్ విమానము పైకెగయ



భౌతిక విజ్ఞాన స్వరూపము

నేల? దీనికి సమాధానము-ప్రొడ్రోజన్ పై భూమికి ఆకర్షణ బలము నిశ్చయముగా నున్నది, కాని విమానము చుట్టు నున్న సామాన్య వాయువుపై భూమ్యాకర్షణబల మింత కన్న ఎక్కువ. అందుచే, భూమివైపు ఆకర్షింపబడు సామాన్యవాయువు ప్రొడ్రోజన్ విమానమును పైకి తేల గొట్టును.

ద్రవ్యముకాక శక్తియను పదార్థము ప్రపంచములో నున్నది అని తెలిసికొంటిమి. చితికిపోయిన తుపాకి గుండొకటి బల్లమీద నున్నది. ఈ గుండు నిజముగా ద్రవ్యమే; దానికి పరిమాణమున్నది; బరువున్నది. దానిని క్రిందికి జారవిడిచిన భూమిచే నాకృష్టమై గబగబ క్రిందికి పడును. బల్లమీద నిశ్చలముగా ఉన్నంతసేపు దానికి జడత్వగుణమున్నది. ఏమన దానిని కదల్పవలెనన్న వేలి గోటితో కొంత శక్తితో మీటవలెను. ఈ గుండొకప్పుడు తుపాకి నాళమునుండి మందు ప్రభావముచే పైకి వెడలి నప్పుడు, దాని అవస్థ బల్లమీద పడియుండినప్పుడు కన్న భిన్నముగా నుండును. అది మనిషిని చంపివేయగలదు. లేదా ఇనువరేకు గుండా కన్నమును దొల్చగలదు. దాని కార్యకరణ సామర్థ్యమునకు, అనగా ఇంకొక వస్తువులో మార్పు తేగల సామర్థ్యమునకు 'శక్తి' అని భౌతిక శాస్త్రజ్ఞు లిచ్చు పేరు.

చలించుచున్న తుపాకిగుండు, పడియున్నదాని కన్న వేరైన గుణములు కలది. ఏలన మొదటిదాని శక్తి ఎక్కువ. తుపాకిగుండునకు చలనస్థితిలోనున్న శక్తికి గతి శక్తి అని పరిభాష. అయిన, బల్ల అంచుమీద కదలకుండ పడియున్నపుడు తుపాకి గుండునకు శక్తి ఏమైన ఉన్నదా? లేకేమి? దానిని కొంచెము మీటిన, నేలనున్న గాఢపాత్రపై బడి దానిని ముక్కలు చేయును. అట్లు అది కొంత పనిని చేసినది. నేలమీద ఉన్నపుడు అది అట్టి పనిని చేయలేదు. బల్ల అంచుమీద ఉన్నంతకాలము దాని పనిచేయుశక్తి వెల్లడికాలేదు. కాని శక్తి లేకపో లేదు. ఈ శక్తిని 'అనుదూత శక్తి' (పొటెన్షియల్ ఎనర్జీ) అందుము. ఈ శక్తి వస్తువునకు దాని స్థానప్రభావము వలన కలిగినది. నీటిధారలో పైనున్న నీరు, 'కీ' ఇచ్చిన గడియారపు స్ప్రింగ్, ఎక్కుపెట్టిన విల్లు ఇవి అన్నియు అనుదూత కార్యశక్తి గలవి.

గతిశక్తి, స్థానశక్తి కాక ఇంకను పలువిధములగు శక్తులు కలవు. మరగుచున్న నీరు చల్లటినీటికన్న హెచ్చు శక్తి గలది. ఏలన అది కాష్పయంత్రమును 'నడుపుట' అను పని చేయగలదు. దీనికి ఉష్ణతాశక్తి అని పేరు. ప్లాస్టిక్ దువ్వెనను పట్టుగుడ్డతో బలముగా రుద్దిన చిన్నకాగితపు

ముక్కలవంటి తేలిక వస్తువులను ఆకర్షించు పనిచేయగల గుణము దాని కలవడును. దీనికి 'విద్యుచ్ఛక్తి' అని పేరు. ఒక బండెడుకర్రలలో అవి కాల్చిన వచ్చు బూడిదలోకన్న కార్యశక్తి హెచ్చుగానున్నది. ఏలన ఆ కర్రలను కాల్చిన ఉష్ణత లభ్యమగును. ఉష్ణతాశక్తి పైని చూపినట్లు కార్యమును చేయగలదు. కర్రలలో గుప్తముగా ఉండి అవి మండునపుడు బయలుపడు శక్తికి 'రాసాయనికశక్తి' అని పేరు. పై ప్రకరణములన్నిటిలో, శక్తి ద్రవ్యము నాశ్రయించియే కనబడుచున్నది. ఏదైన వస్తువు చలించిన గాని గతిశక్తి కనబడదు. ఉష్ణవస్తువు లేనిదే ఉష్ణతాశక్తి గోచరించదు. అటులనే విద్యుచ్ఛక్తికూడ ద్రవ్యము నంటి పెట్టుకొనియే ఉండును. కాని శక్తి ఒకప్పుడు ద్రవ్యము లేకుండ నుండగలదు. అట్టిది 'కాంతిశక్తి'. సూర్యునికాంతి సూర్యునినుండి విడివడి విశ్వములో ప్రవేశించి నలువైపుల ప్రసరించునపుడు దాని నంటిపెట్టుకొని ద్రవ్యమేదియు లేదు. మన వైపునకు ప్రసరించు కిరణములను దర్పణము లచే నీటికాగులపై కేంద్రీకరించ వచ్చును. కాగులయం దున్న నీరు సూర్యరశ్మికి వేడెక్కి మరగి ఆవిరియంత్ర మును నడపగలదు. అందుచే కాంతికి కూడా పనిచేయు సామర్థ్యము కలదు; అనగా శక్తిగలదు. కాంతి ద్రవ్యముకాదు. ఏలన సాధారణముగా దానికి బరువు మొదలగు, ద్రవ్యమునకున్న లక్షణములు లేవు. కొన్నాళ్ళ క్రిందట ద్రవ్యము లేనిదే శక్తి ఉండదని అనుకొనెడి వారు. అందుచే కాంతికికూడ 'ఈతర్' అను ద్రవ్యము నొక దానిని అంటగట్టినారు. విశ్వమంతట నిండియున్న ఈతర్ అను సూక్ష్మ ద్రవ్యము నాశ్రయించియే కాంతి ప్రసరించు ననియు, ఈతర్ కణముల స్పందనమే కాంతి తరంగము లనియు చెప్పినారు. ఈతర్ నిజస్వభావమును కనుగొను టకు చేసిన ప్రయత్నములన్నియు వ్యర్థములగుటయేకాక సిద్ధాంతమంతయు స్వవచనవ్యాఘాతములతో నిండి పోయినది. ఈతర్ కల్పన అనావశ్యక మని నేటి భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. కాంతి తరంగములు ద్రవ్యము నాశ్రయించని శక్తి అన్న నిష్కర్షకు వారు వచ్చినారు.

ఈ పై చర్చవలన శక్తి ద్రవ్యము నాశ్రయించికాని, ఆశ్రయించకుండకాని అనేకరూపములను దాల్చవచ్చునని తెలిసినది. ఏ రూపమున నున్నను పనిచేయు సామర్థ్యము శక్తికి కలదు. నీటిని వేడెక్కించిన అది వ్యాకోచించి దాని ఆయతన మెక్కువగును. ఇది స్థానమందలి మార్పు; మరి గించిన ఆవిరిగా మారును. ఇది స్థితియందలి మార్పు; నీటి 2,000°C ఉష్ణతకు గురిచేసినచో ప్రొడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ క్రింద



విచ్చిన్నమగును. ఇది సంఘటనమందు మార్పు. పై రెండు మార్పులు కేవల భౌతికశాస్త్రవిషయములు; మూడవ మార్పు రాసాయనికశాస్త్ర విషయము. అనగా సంఘటన యందు మార్పులేకుండ ద్రవ్యమందు వివిధ శక్తిరూపములు కలుగజేయు మార్పుల పరిశీలన భౌతికశాస్త్ర విషయమని సామాన్యముగా చెప్పవచ్చును. ప్రవాహవిద్యుత్తు పరిసరము లందు అయస్కాంతక్షేత్రము ఉద్భవింపజేయగలుగు నను విషయమును ఆధారము చేసికొని మాక్స్ వెల్ విజ్ఞాని కాంతితరంగములు విద్యుదయస్కాంత స్పందనములని నిరూపించిన నాటినుండి కాంతి, విద్యుచ్ఛాస్త్రము రెండును ఏకశాస్త్రముగా నెన్నబడుచున్నవి.

ప్రానిష్ పెర్ట్స్ విద్యుత్తరంగముల నావిష్కరించి నప్పటినుండి ప్రవాహరూపముగా ప్రసరించు శక్తిరూపము లన్నియు - అనగా ఉష్ణత, కాంతి, విద్యుత్తు - విద్యుదయస్కాంతక స్పందనభేదములే యని తెలిసినది. ఒక్క యాంత్రికశక్తి మట్టుకు ఈ ఏకీకరణ విధానమున కింకను లొంగలేదు. ఈ విషయమై ఐన్ స్టయిన్ చేసిన ప్రయత్నములు సఫలములైనపుడు భౌతికశాస్త్రమంతయు ఏక శాస్త్రముగా వెలయగల దను నమ్మకము భౌతికశాస్త్రజ్ఞులకు కలదు.

క్రిందటి శతాబ్దాంతమువరకు ప్రకృతి సంఘటనలను వర్ణించుట, ఆ సంఘటనలను శాసించు నియమములను సూత్రీకరించుట భౌతికశాస్త్రమునకు ముఖ్యోద్దేశమై యుండెడిది. నేడు భౌతికశాస్త్రజ్ఞుని దృష్టి ప్రకృతి సంఘటనలను కంటికగపడని పరమాణుసంఘటనలతో సమన్వయించువైపు మరలినది. ఇదివరకు శాస్త్రజ్ఞుని దృష్టి కేవల సంఘటనల పరిశీలన యందే పరిమితమైనది. ఇప్పుడన్నో ఆ సంఘటనలకు కారణము లరయ జూచుచున్నాడు. ఇటీవల బయలుపడిన పరమాణువు అంతరంగ రచన సహాయమున ద్రవ్య సంఘటనలను వివరించుటకు వీలగుచున్నది. అందుచే పరమాణునిర్మాణపరిశీలన భౌతిక శాస్త్రమునకు నేడు ముఖ్యాంగమైనది.

ఇదిగాక గాలి, నీరు, వీటి ప్రవాహశక్తిని, యంత్రముల సహాయమున యాంత్రికశక్తిగా మార్చుచున్నాము. ఈ యాంత్రికశక్తిని డైనమో నడుపుట కుపయోగించిన విద్యుచ్ఛక్తి పుట్టుచున్నది. విద్యుచ్ఛక్తిని మరల మోటార్ల సహాయమున యంత్రశక్తిగా మార్చవచ్చును. ఇట్లు శక్తులు పరస్పర వినిమయముల నొందుచున్నవి. ఈ వినిమయము శక్తులన్నిటికిని సామాన్యము.

పైని వివరించిన వివిధములగు శక్తులు, వాటిని పుట్టించు విధానములు, వాటి లక్షణములు, వాటి కార్యకరణ

సామర్థ్యము, వాటి పరస్పరవినిమయము, ఇవన్నియు భౌతికశాస్త్రవిషయము లైనను అనుశీలనసౌకర్యము కొరకు విషయవిభాగ మావశ్యకము. ఆ విభాగము వివిధములగు శక్తిరూపముల ననుసరించి చేయబడినది :

1. జడద్రవ్యరాసుల చలనశక్తి - గతిశాస్త్రము (Kinetics). ఇందులో స్థితిశాస్త్రము (Statics), ద్రవస్థితి శాస్త్రము (Hydrostatics) అంతర్భూతములు.

2. భూమికి వస్తువులపై నుండు ఆకర్షణశక్తి - గురుత్వాకర్షణము (Gravitation). ఇందులో అనుదృఢతశక్తి (Potential Energy) అంతర్భూతము. నీటిధారలశక్తి, సూర్యునిచుట్టు వాటిస్థానము మారుచున్నపుడు గ్రహముల కుండు చలనశక్తి, వేలలు (Tides) ఈ గురుత్వాకర్షణముతో సంబంధించినవియే.

3. స్థితిస్థాపకశక్తి (Elasticity) - ఇందులో ధ్వనిశాస్త్ర మంతర్భూతము.

4. కైలికాకర్షణబలము (Capillary Force) - తల తన్యతాశాస్త్రము (Surface Tension).

ఈ పై నాలుగు భాగములలో నిరూపితమైన శక్తిచేయ గలపని ఒక వస్తువు స్థానమందలి మార్పులగుటచే ఈ నాలుగు భాగములును నిజముగా గతిశాస్త్రములో నంతర్భూతములే. వీటిని కలిపి యాంత్రికశాస్త్రము (Mechanics) అందురు.

5. ఉష్ణత - తాపశాస్త్రము (Heat) అణువులకు గల చలనశక్తియే వేడిరూపమున వ్యక్తమగును, కనుక తాప శాస్త్రముకూడ ఇంకొక దృష్టిలో గతిశాస్త్ర విభాగముగా పరిగణించవచ్చును.

6. స్థిరవిద్యుచ్ఛక్తి - వస్తువులపై నున్న విద్యుదావేశ ఫలితము - స్థిరవిద్యుత్తు (Electro-statics).

7. ప్రవాహవిద్యుచ్ఛక్తి - బేటరీల నుండియు, డైనమోలనుండియు పుట్టునది ప్రవాహవిద్యుత్తు.

8. కాంతశక్తి - అయస్కాంత ధర్మములు : ప్రవహించుచున్న విద్యుత్తు తనచుట్టు అయస్కాంతక్షేత్రము నొక దానిని సృజించును కనుక - ఇదికూడ విద్యుచ్ఛాస్త్రము లోనే అంతర్భూతము.

9. శక్తివినిమయ సంఘటనలు - తాపగతిశాస్త్రము లేదా శక్తిశాస్త్రము (తెర్మోడైనమిక్స్).

10. రాసాయనికశక్తి - పెక్కు ద్రవ్యములు పరస్పరము రాసాయనిక సంయోగమునకు యత్నించును. వాటిని విడదీయుటకు విస్తారము శక్తి నుపయోగించవలెను. ఈ విభాగము కేవలము రాసాయనికశాస్త్రమునకు చెందినది.



11. వికిరణశక్తి —సూర్యునినుండి వచ్చుచున్న వేడి, వెలుతురు, భూమిని చుట్టపెట్టుచున్న రేడియోతరంగములు - ఇవి వికిరణరూపములు.

12. పరమాణుశక్తి —పరమాణువులో మనకు ప్రత్యక్షమగుచున్న శక్తి రెండు విభాగములుగానున్నది. అందు మొదటిదాని స్థానము ఎలక్ట్రాన్ ప్రాకారము. ప్రకాశ

మానమగు వస్తువులనుండి ప్రసరించు కాంతి, భూతములపై పడు వేడిమి - ఈ రెండును పరమాణువు పై తలమునకు సంబంధించినవి. రెండవది కేంద్రకమందు ఇమిడియున్న మహాశక్తి. దీనిని ఇటీవలనే శాస్త్రజ్ఞులు విడుదలచేయగలిగిరి. ఈ విషయమంతయు - పరమాణుభౌతికశాస్త్రమనుపేర సంగ్రహించబడును(చూ. పరమాణు విజ్ఞానము).

## భౌతిక విజ్ఞానము - ఆరంభ యుగము

ప్రాచీన పాశ్చాత్య నాగరికతలలో ప్రశంసార్హస్థానము నార్జించినది గ్రీక్ దేశము. క్రీ. పూ. 1,000 ప్రాంతమున ఈజీయన్ సముద్రతీరములను ఒక క్రొత్త మానవజాతి ఆక్రమించినది. ఆనాడు వీరు ఆక్రమించుకొనిన ప్రాంతమే నేటి గ్రీస్; నాటిపేరు హెలస్. పూర్వపుదేశవాసుల జయించి దేశము నాక్రమించుకొనుటలో క్రొత్తగా కనుగొనబడిన ఇనుముతో చేయబడిన ఆయుధముల నుపయోగించుట వీరికి అర్థసాధకమయిన దని పురాచరిత్రవిదులందురు. నిజముగా గ్రీక్లు ఇనుపయుగమును ప్రవేశపెట్టి నారో లేదో గాని మధ్యధరాసముద్ర ప్రాంతనాగరికతలలో వారు నూతన మానసిక యుగకర్తలని చెప్పనగును. అనగా పరిసరముల దృగ్గోచరమగు సంఘటనలన్నిటిని అవగాహించుకొని వివరణకై ప్రయత్నించు మానసికస్థితిని అలవర్చుకొన్న యుగమును స్థాపించిన గౌరవము గ్రీక్ లకే దక్కును.

### గ్రీక్ సంప్రదాయము

క్రీ. పూ. 700 వరకును దేశాక్రమణమందు, వారిలో వారికి కలహములందు కాలము కడచిపోయినది. ఈ కాలమునకు అభ్యుదయోపేతములైన స్వతంత్రనగరరాజ్యములనేకములు వెలకొల్పబడి ఈజీయన్ సముద్రతీరమందున్న ద్వీపములన్నియు ఈ నగరరాజ్యములకు వలసదేశములుగా ఏర్పడినవి. ఈ ద్వీపములకు వలసపోయిన వారలలో ఆసియామైనర్ పడమటితీరమున ప్రతిష్ఠితమైన అయోనియన్లు మిక్కిలి ప్రసిద్ధులు. తేలిజ్ అను మొదటి గ్రీక్ తత్వవేత్త ఈ అయోనియన్ ద్వీపములందు వెలసినవాడే. మనుజుడింతకుపూర్వము సేకరించిన జ్ఞానము చాలవరకు తన దైనందిన జీవనమునకు చెందినది. అదిగాక ఆజ్ఞానమందధికభాగము పురాణయుగమునాటి మూఢవిశ్వాసములచే దూషితము. పౌరాణిక విశ్వాసశృంఖలమునుండి విజ్ఞానమును విడుదలచేసిన కీర్తి గ్రీక్ లది. ప్రకృతివర్తనమందు దైవసంఘటనల ప్రాభవము లేకమాత్రమును లేదనియు,

ప్రకృతిచర్యను అవగాహించుకొనుటకు మానవబుద్ధి యొకటియే చాలుననియు లోకమునకు బోధించినవారు గ్రీక్ లు.

భౌతికశాస్త్రముల నభ్యసించుటకు ఈ నాటివలె ఆనాడు గ్రీసుదేశములో ప్రయోగశాలలు లేవు; ప్రయోగ పరికరములు లేవు. కావున మానవబుద్ధిని, దానినుండి జనించిన హేతువాదముల సహాయముగా తీసికొని ఆనాటి గ్రీక్ శాస్త్రాధ్యాపకులు శాస్త్రనిర్మాణమును ప్రారంభించిరి. భౌతికశాస్త్రములకు 'ప్రయోగము' ప్రధానాంగము. ప్రయోగముచే పోషితమగు ఊహయే శాస్త్రజ్ఞానమునకు చీజము. సాధారణముగా పరిసరపరిస్థితులను మార్పుటచే వస్తువులయందు గలుగు మార్పులను పరిశీలించుట ప్రయోగముయొక్క ప్రధాన ప్రయోజనము. వస్తువుపై ప్రయోగమును సాగించకుండ దానిని దూరమునుండి చూచినంత మాత్రమున దాని నిజస్వభావము మనకు తేటపడదు. ధాతువులతో పనిచేయువాడు, గాజును తయారుచేయువాడు, బట్టలకు రంగువేయువాడు, తోళ్ళను పదనుచేయువాడు, కంసాలి, కమ్మరి, కుమ్మరి - వీరలకు వస్తుగుణములతో ఉన్నంతపరిచయము, ప్రయోగముతోలికిపోని తత్వశాస్త్రాధ్యాపకునికి ఉండదు. గ్రీక్ నగరరాజ్య నాగరికతలో, సామంతేతరులగు జానిసలచేతిలో పైని పేర్కొనిన పారిశ్రామిక కళ లుండెడివి. గ్రీక్ సామంతుడు జానిసలు చేయు ప్రయోగములచే తన చేతులను మలినము చేయుట కిచ్చగించెడు. అందువలన నాటి గ్రీస్ దేశమందు ప్రపంచసంఘటనల గురించిన సిద్ధాంతములు ప్రయోగ పోషితములు కాలేదు. ప్రయోగపుజ్ఞోలిలేని తర్కశాస్త్రము, గణితశాస్త్రము - ముఖ్యముగా షేత్రగణితము గ్రీక్ వేత్తలచేతులలో మహాత్తరోన్నతిని పొందినవి. ప్రయోగాపేక్ష కలిగిన భౌతికశాస్త్రము లంతగా వృద్ధినిచెందలేదు. ప్రయోగసత్యదూరము లగుటచే వారి భౌతిక సిద్ధాంతములు అంత ప్రయోజనకరము కాలేదు.

గ్రీక్ శాస్త్రవేత్తలలో తేలిజ్ (క్రీ. పూ. 624-546) మొదటివాడని చెప్పియుంటిమి. ఈయన మైలిటస్ నగర



ములో జన్మించెను. వృత్తిచే వర్తకుడు. వ్యాపారమునకు చాల విదేశములను పర్యటనముచేసినవాడు. తన పర్యటనలలో ఈజిప్టుదేశపు ప్రాయోగిక విజ్ఞానముతో పరిచయమును సంపాదించెను. ముఖ్యముగా ఈజిప్టులో షేత్రమానవిధములు, వారి నక్షత్ర అవేక్షణలు ఈతని మనస్సును ఆకర్షించినవి. పర్యటనము చాలించి తనదేశమునకు తిరిగివచ్చి తన జీవితావశేషమంతయు తత్త్వశాస్త్రాధిగమమునకై వినియోగించెను. ఈజిప్టులో షేత్రమానపద్ధతుల వెనుక కొన్ని సాధారణనియమములున్నవని ఈయన గుర్తించి ఈ నియమములు షేత్రగణితవిజయములని కనుగొనెను. ఈయన ఉపపాదించిన సిద్ధాంతములలో 'సమద్విబాహుత్రిభుజమందు పీఠము తక్కిన రెండు భుజములతోచేయు కోణములు పరస్పరసమానము' అనునది చాల

ముఖ్యమైనది, షేత్రగణితమందొక్క ప్రవేశమునుగన్న గ్రీక్ బుద్ధిబాతు నీటియందెట్లు సహజముగా ప్రవర్తించునో అట్లే షేత్రగణితమందు ప్రవర్తించినది.

తేలీజ్ ను గురించిన ఇంకొక వింత విషయము గలదు

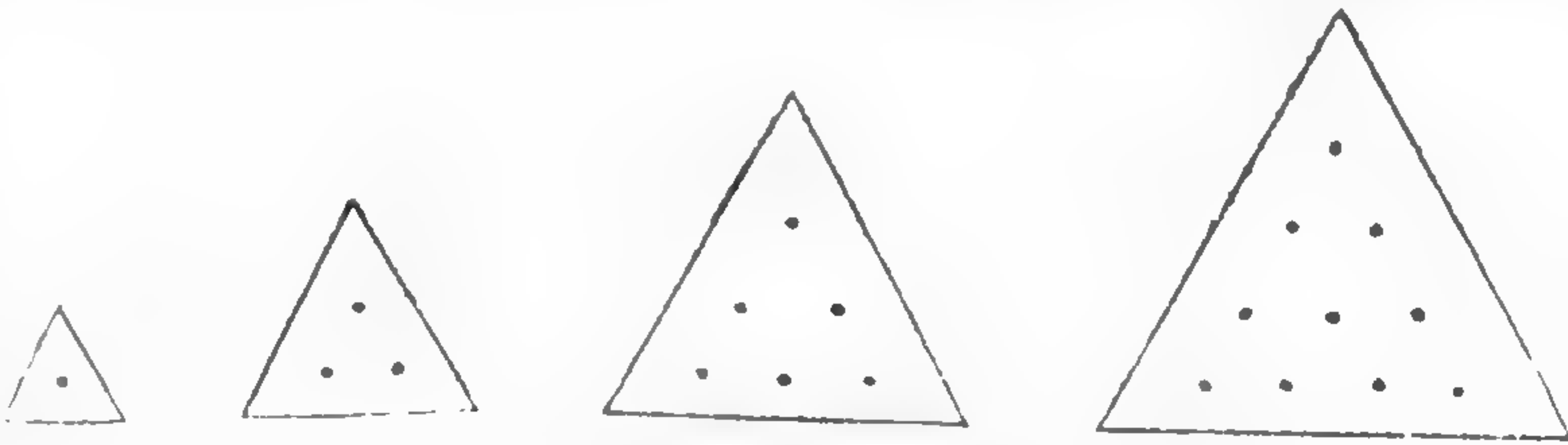
విద్యుత్తు జ్ఞానమునకు ఆదిపురుషుడు ఈయనే. సీమగుగ్గిలమును చేతితోరుద్దిన చిన్నచిన్న తేలికవస్తువుల నాకర్షించు సామర్థ్యము దానికి అబ్బునని తెలుసుకొనినవాడు తేలీజ్. సీమగుగ్గిలమునకు గ్రీక్ భాషలో 'ఎలక్ట్రాన్' అని పేరు. ఈ పదమునుండియే నేటి 'ఎలక్ట్రిసిటీ' అను ఆంగ్లేయపదముత్పన్నమైనది. తేలీజ్ ను మనము ముఖ్యముగా జ్ఞాపకముంచుకొనుటకు మరియొక ప్రబలకారణమున్నది. ఈ ప్రపంచ మెట్లు ఉత్పన్నమైనది అను గడ్డుప్రశ్నకు సమాధానమును కనుగొన యత్నించినవారలలో తేలీజ్ మొదటివాడు. ఏకారణముననో మానవబుద్ధి ఎల్లప్పుడును దృశ్యప్రపంచమందు గన్పట్టు వస్తు వైవిధ్యమునకు ఒకేమూలవస్తువు కారణమన్న అభిప్రాయమునకు వచ్చుచుండును ఈ మూలద్రవ్య మేదియై యుండవచ్చునను ప్రశ్నకు వేరువేరు కాలములలో భిన్నదేశములలో అనేకమంది విజ్ఞానులు, వివిధ సమాధానముల నిచ్చిరి. తేలీజ్ ఆ మూలద్రవ్యము

'నీరు' అన్నాడు. అనాక్సమేనీస్ (క్రీ.పూ. 585-525) దానిని 'వాయువు' అని వచించినాడు. ఈ ప్రశ్నవిషయమై సూక్ష్మపరిశీలన నొనరించిన అనాక్సమాండర్ (క్రీ. పూ. 610-545) ఆ మూలద్రవ్య మొక నిరవధిక, అనిర్దేశ్య పదార్థమనియు, దాని వివర్తమే ఈ దృశ్యప్రపంచమంతయు అనియు నొక గంభీరసూచనను చేసెను. ఎల్లప్పుడును మార్పునే చూపు ప్రపంచమునకు అట్టి మార్పు స్వభావముగా కలిగిన 'అగ్ని'యే మూలకారణమని హెరాక్లైటస్ (క్రీ. పూ. 535-475) బోధించెను.

ఇట్టి ఏకతత్త్వవాదముల ప్రక్కను బహుతత్త్వవాదములు చూడ బయలుదేరినవి. అనాక్సగోరస్ (క్రీ. పూ. 500-425) ప్రపంచసృష్టికి అనేక బీజములు మూలమనియు, అవి యిట్లు (క్రీ. పూ. 490-480) నీరు, గాలి, వృద్ధి,

నిప్పు అను నాలుగు మాత్రమే మూలమనియు ప్రతిపాదించిరి.

ప్రపంచపరిణామమును మూలద్రవ్యములచే వివరించుటకు బదులుగా పితాగోరస్ (క్రీ.పూ. 570-500) పస్తువు నందిమిడి యున్న ద్రవ్యము కన్న దానికి ఆకా



(అ) త్రికోణ సంఖ్యలు

1, 3, 6, 10 చుక్కలను పైనిచూపిన త్రికోణాకారములుగా పంచవచ్చును. వేర్వేరు మొదటిపంక్తిలో ఒకటి, రెండవపంక్తిలో రెండు, మూడవపంక్తిలో మూడు, నాలుగవ పంక్తిలో నాలుగు వచ్చుచుండును. 1, 2, 3, 4, 5, 6 అను అంకశ్రేణిలో మొదటిది, మొదటిరెండు, మొదటిమూడు, మొదటి నాలుగు వరుససంఖ్యలను సంకలనము చేయగా లభించు అనగా 1, 3, 6, 10 వంటి సంఖ్యలకు త్రికోణ సంఖ్యలనిపేరు.

రమునిచ్చు తత్త్వమే ప్రధానమైనదని ప్రతిపాదించెను. మరివిత్తునుండి మరిచెట్టే జనించునుగాని మరియొకవిధమగు వృక్షముగాని, జంతువుగాని జనించదు. అందుచే ఆకృతియే సృష్టికి ప్రధాన బీజము.

సంగీతస్వరముల పరస్పరసంబంధము వాటిని జనింప చేయు తంతువులకు గల పొడవుల నిష్పత్తినిబట్టి యుండునని పితాగోరస్ తెలిసికొని సృష్టియందు నిష్పత్తియే మూలతత్త్వమని బోధించెను. ఈ నిష్పత్తిసంబంధమునే ప్రపంచసంఘటనల వివరణకై ఆయన ఉపయోగించెను. విశిష్టజ్యామితీయ ఆకారములుగల బిందుసముదాయములచే సంఖ్యలను నిరూపించు ఆనాటి సంప్రదాయముల ననుసరించి, సంఖ్య 'సృష్టి'కి మూలాధారమని ఆయన ఉపదేశించెను. మాటకు సంఖ్యలలో కొన్ని త్రికోణకములు కొన్ని సమచతురస్రములు. ఈ పైన కనపరచినట్లు (అ) 1, 3, 6, 10 మొదలగు సంఖ్యలు త్రికో

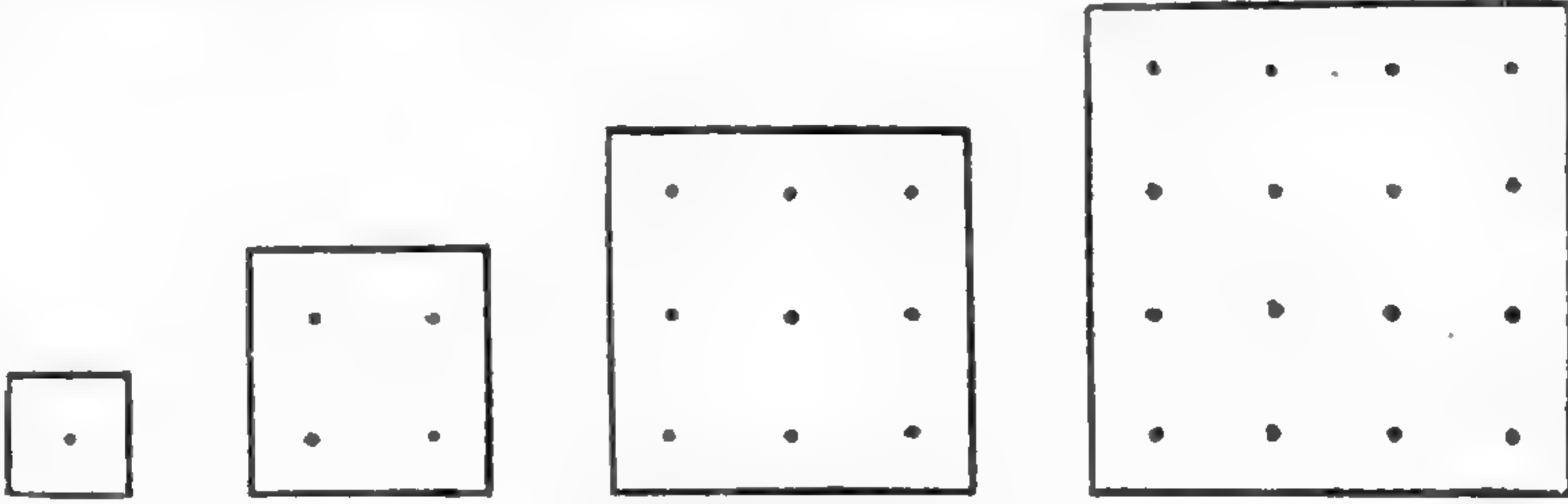


**భౌతిక విజ్ఞానము - ఆరంభ యుగము**

ణకములు ; క్రింద కనపర్చినట్లు (అ) 1, 4, 9, 16 సంఖ్యలు సమచతురస్ర సంఖ్యలు.

పితాగోరస్ అభిప్రాయము ప్రకారము రేఖలు బిందువుల కూర్పులు, తలములు రేఖల కూర్పులు, ఘనములు తలముల పేర్పులు అనగా రేఖలను బిందువులక్రింద తలములను రేఖలక్రింద, ఘనములను తలముల క్రింద విడదీయవచ్చు నన్నమాట. అందువలన సృష్టి అంతయు సంఖ్యామూలకమే. ఏదో

యొక విధముగ శాస్త్రంలో కములో ఈ రోజువరకును భౌతికసంఘటనలు సంఖ్యామూలకములన్న పితాగోరస్ భావము తలచూపుచునే యున్నది.



(అ) సమచతురస్ర సంఖ్యలు

1, 4, 9, 16 చుక్కలను సమచతురస్రాకారములో సౌష్ఠవముగా కనపడునట్లు అమర్చవచ్చును. ఇవి సామాన్యంగా శ్రేణిలోనున్న సంఖ్యల వర్గములు

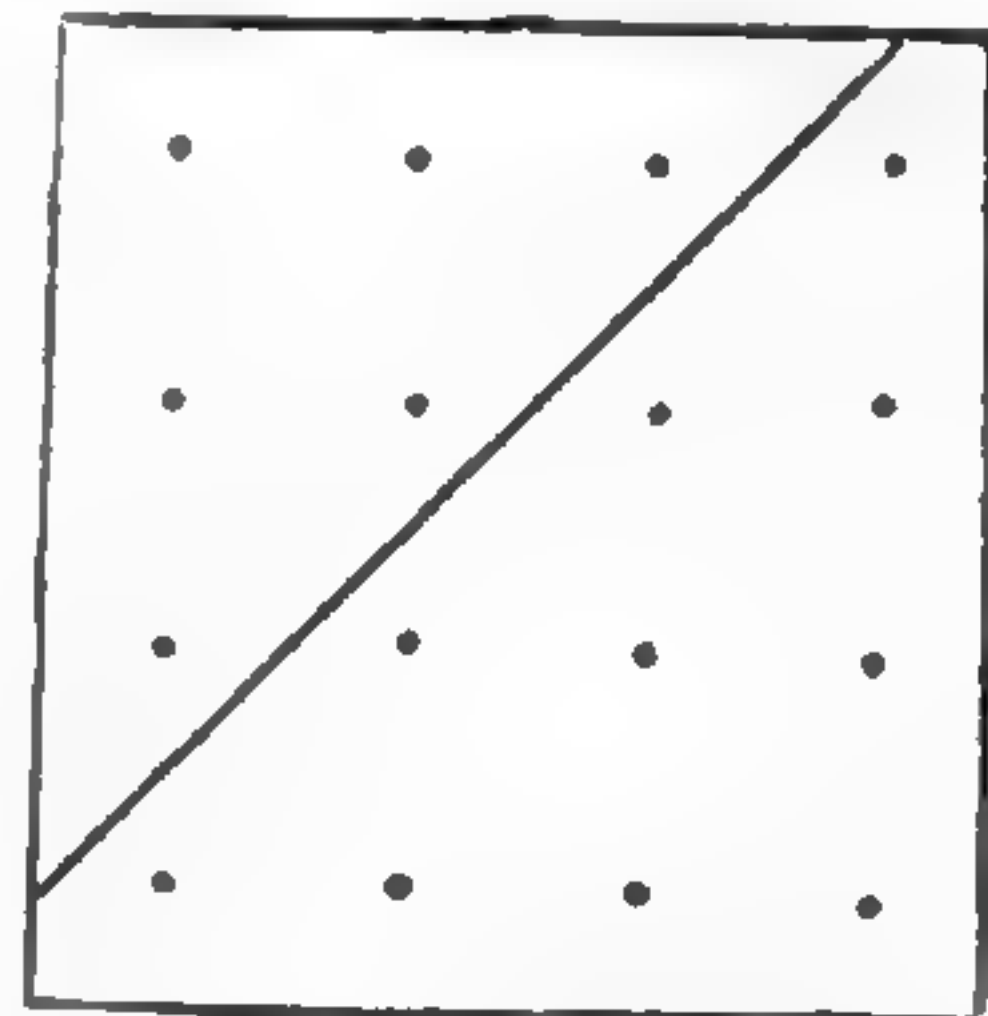
(చూ. పరమాణు రచన - రాసాయనిక ధర్మములు).

ప్రపంచ సంఘటనలను గ్రీక్ తత్వవేత్తలు ఇట్లు వివరించుచుండ, జానిసవృత్తిలో జీవించుచుండిన ఎబ్దిరాపట్టణవాసుడగు డెమోక్రటిజ్ (క్రీ. పూ. 470-400) ద్రవ్యగుణములతో ప్రత్యక్ష పరిచయమును సూచించు పరమాణువాదమును ప్రతిపాదించెను. ఈ సిద్ధాంతము తన గురువగు 'ల్యూసిఫస్' చే 'డెమోక్రటిజ్' నకు ఉపదిష్టమని చరిత్రవిదులందురు. ఏది ఎట్లున్నను శాస్త్రంలోకమందు ప్రథమ ద్రవ్యసంఘట్టన సిద్ధాంతము, పరమాణు వాదము, "ప్రపంచమందలి ద్రవ్యమంతయు మార్పులేని పరమాణువులతోను, వాటిమధ్యనుండు అంతరావకాశములతోను నిర్మితమైనది. పరమాణువులు ఘనములు ; అవి అవిభాజ్యములు; కఠినములు; అసంపీడ్యములు; అవినాశ్యములు. అవి ఎల్లప్పుడును చలనమును కలిగియుండును. వాటి చలనమును నశింపజేయలేము. ద్రవ్యప్రపంచమందలి మార్పునకు పరమాణువులోపల జరుగు మార్పు కారణముకాదు. నిర్బంధింపబడినపుడు వాటి చలనములోను, వాటి పరస్పరవిన్యాసములలోను కలుగు మార్పులే ప్రపంచ పరిణామమునకు కారణ మగుచుండును. ఈ దృష్టిలో పూర్వనిర్దిష్ట మార్గము ననుసరించు యంత్రమువంటిది ప్రపంచము," పర్యవేక్షకుడగు మానవుని మనస్సునకు వెలుపల స్వతంత్రమగు బాహ్యార్థ ప్రపంచము ఉన్నదని ఈ సిద్ధాంతము చాటుచున్నది. అనగా పరమాణు సిద్ధాంతము సంపూర్ణ బాహ్యార్థవాదులు.

గ్రీక్ తత్వవేత్తలలోకెల్ల అసమాన ప్రతిభాశాలురని పేరుగన్నవారు ప్లేటో, ఈయన శిష్యుడు ఆరిస్టాటిల్. ప్లేటో గ్రీక్ దేశపు మహాజ్ఞానియగు సోక్రటీస్ శిష్యుడు. ఆరిస్టాటిల్ ఆలిగ్జాండర్ చక్రవర్తికి ఆచార్యుడు. ప్రపంచమహాపురుషుల నలుగురి సంయోగమిచ్చట మనకు గోచరమగుచున్నది. ఈ సంయోగమందలి వింత ఏమియన, వీరు నలుగురును భిన్న ఆశయములు, భిన్న స్వభావములు కలవారు. శాస్త్రవిషయములలో ఈ నలుగురిలో ఆరిస్టాటిల్ మనకు ముఖ్యుడు.

ప్లేటో (క్రీ.పూ. 427-347) పత్తిన్ నగరములో 'ఎకాడెమీ' అను పేరుగల ప్రసిద్ధ విద్యాలయము నొక దానిని స్థాపించెను. చల్లటి నీడల నొసంగు ప్రాంతవృక్షములుగల బాటలు వెక్కులుగల ఒక ఉద్యానమందా విద్యాలయము నిర్మితమైనది. విద్యాలయద్వారముపై భాగమున 'జేత్రగణితము నెరుగనివారి కిందు ప్రవేశములేదు' అను శాసనము లిఖితమై యుండెను. ఇది ప్లేటో పితాగోరస్ శిష్యుడు కావచ్చునను భ్రమకు చోటిచ్చుచున్నది. కాని నిజమునకు ప్లేటో జేత్రగణితమును తాకిక ప్రయోజనములకై వినియోగించుట, దానికి అవమానము

లయము నొక దానిని స్థాపించెను. చల్లటి నీడల నొసంగు ప్రాంతవృక్షములుగల బాటలు వెక్కులుగల ఒక ఉద్యానమందా విద్యాలయము నిర్మితమైనది. విద్యాలయద్వారముపై భాగమున 'జేత్రగణితము నెరుగనివారి కిందు ప్రవేశములేదు' అను శాసనము లిఖితమై యుండెను. ఇది ప్లేటో పితాగోరస్ శిష్యుడు కావచ్చునను భ్రమకు చోటిచ్చుచున్నది. కాని నిజమునకు ప్లేటో జేత్రగణితమును తాకిక ప్రయోజనములకై వినియోగించుట, దానికి అవమానము



రెండు క్రమిక త్రికోణ సంఖ్యల సంకలనమువలన ఒక చతురస్ర లేదా వర్గసంఖ్య ఎల్లప్పుడునో ఈ చిత్రములో కానవగును. ఈ చిత్రములోని చతురస్ర సంఖ్య 16. ఇది 6, 10 అను రెండు పరుసగానున్న త్రికోణ సంఖ్యల కూర్పు.

చేకూర్చుటయను యభిప్రాయము కలవాడు. ప్లేటోమతము ప్రకారము, జేత్రగణిత ముఖ్య ప్రయోజనము బాహ్యార్థములనుండి మనస్సును వేరుచేసి అమూర్త తత్వమందు దానిని కేంద్రీకరించుట. ఈ విధముగ జ్యామితీయ ఆకృతులను మననముచేసి, వర్తులము ప్రకృతిలో సంభవమగు



రేఖలలోకెల్ల సంపూర్ణమైనది అను అభిప్రాయమునకు వచ్చెను. తరువాతి గ్రీక్ తత్వవేత్తలకే గాక యూరప్ దేశీయులకు కూడ శతాబ్దముల తరబడి ప్లేటో సిద్ధాంతము లందు విశ్వాసము మెండు. అందువలననే కెప్లర్ అను జర్మన్ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు 2,000 ఏండ్లకు తరువాత, “గ్రహములు సూర్యునిచుట్టు వర్తులకక్ష్యలలో తిరుగవు; అండవృత్త కక్ష్యలలో తిరుగును” అని సహేతుకముగా నిరూపించినను ఎవరును కెప్లర్ సిద్ధాంతమునందు విశ్వాస మును కనుపర్చలేదు.

ప్లేటోకు పరిసర ప్రకృతి సంఘటనలను పరిశీలించుట యందు ఉత్సుకతలేదు. మానవుడు, అతని ప్రవర్తన, ఇవి ప్లేటోకి పరిజ్ఞావిషయములు, అనగా ఆయనకు నీతిశాస్త్ర మందు అభినివేశ మధికము. అందుచే షేత్రగణితవిద్య నీయన తన విద్యార్థులకు యుక్తిసహిత విమర్శనాపద్ధతుల కరపుటకై ఉపయోగించెను.

తేజస్వియు, ఉత్సాహపూరితుడును అగు ఆరిస్టాటిల్ తన 18 వ ఏట ప్లేటో విద్యాలయమును ప్రవేశించెను. ఆరిస్టాటిల్ క్రీ. పూ. 384 లో గ్రీస్ దేశమున పైజీరాపట్టణ మున జన్మించెను. ఈతని తండ్రి మాసిడోనియా రాజగు ఫిలిప్ వద్ద దర్బారువైద్యుడు. అందుచే వైద్య, జీవశాస్త్ర ములందు ఔత్సుక్యమును పురికొల్పు పరిస్థితులలో ఈయన పెరిగినవాడు. ప్లేటో విద్యాలయమందు అనేకవిధములగు శిక్షణలకు గురియైనను, జీవశాస్త్రమం దభిరుచి జీవితాంతమువరకు ఈయనను వెంట నంటినది.

ప్లేటో మరణానంతరము ఆరిస్టాటిల్ ఆ విద్యాలయ మును విడిచిపెట్టెను. తరువాత మాసిడోనియా ప్రభువు ఫిలిప్ కుమారుడగు ఆలిగ్జాండర్ నకు అధ్యాపకుడుగా కుదురుకొనెను. ఆలిగ్జాండర్ రాజైన తరువాత ఆరిస్టాటిల్ ఏలిస్ నగరమందు ‘లైసీయం’ అను విద్యాశాల నొకదానిని స్థాపించెను. జీవితవరమావధిగా తను స్వీకరించిన జీవితప్రయోజనమును ఈ విద్యాశాలయందే ఆరిస్టాటిల్ సాధించెను. అది యేదియన తనకాలమునాటి జ్ఞానసర్వస్వమును సేకరించి గ్రంథస్థముగా నొనర్చుట. అప్పటివరకు తత్త్వబోధకులందరు వారివారి శిష్యులకు ఉపదేశించిన జ్ఞానమును గ్రంథస్థమును చేయలేదు. ఆరిస్టాటిల్ గ్రంథముల రచించి జ్ఞానమునకు స్థిరరూపమును ఇచ్చుటచేత ఆయన ప్రాభవము చిరస్థాయి అయినది. ఆరిస్టాటిల్ బోధించిన శాస్త్రజ్ఞాననిర్మాణపద్ధతి ఈ క్రింది విధమున సాగినది. జంతువులు, చేపలు, వృక్షములు, చలించు వస్తువులు, వివిధములగు ద్రవ్యములు, జ్వలనము, నక్షత్రములు, తక్కిన నభోమూర్తులు - వీటి అన్నిటి

విషయమై మొదట తనకు వీలైనన్ని సమగ్రమగు విషయములను సేకరించుట; తరువాత వేరువేరు శీర్షికలక్రింద విషయములను వర్గీకరించుట; తుదకు ప్రకృతివ్యవహారములు ఎందు కట్లు జరుగునో యను విషయమును గురించి సిద్ధాంతకల్పన. ఈ సమాలోచన మార్గమందంతట తాను ప్లేటోవద్ద నేర్చుకొన్న హేతువాదపద్ధతినే ఆరిస్టాటిల్ ఉపయోగించెను. ఇది చాల అద్భుతమైన నిర్వహణమే కాని, గెలీలియోవంటి తరువాతి భౌతికసత్యాన్వేషకుల మార్గములో ఆరిస్టాటిల్ పెద్ద అడ్డు. అది ఎట్లు సంభవించినది? ఈ ప్రశ్నకు సమాధాన మిది: ఆరిస్టాటిల్ ఉపయోగించిన తర్కపద్ధతిలో ఏ మాత్రమును లోపము లేదు. నేటికిని తర్కశాస్త్రమందు ఆయన ప్రామాణ్యతను లోకము నమ్ముచున్నది. కాని అనేక విషయములలో ఆయన సేకరించిన విషయములు నిజమైనవి కావు; వాటి నిజానిజములను ప్రత్యక్షముగా తెలిసికొనుటయందు ఆరిస్టాటిల్ కు పట్టుదల తక్కువ. అసత్యార్థవాద స్థాపనకై భారతీయ వేదాంతులు విశ్వసించిన ‘గోమయమునుండి తేలు జన్మించు’ నను విషయమువంటి లోకములో ప్రచారములో నున్న ఏ తప్పుడు కథలనైనను నమ్ముచుండెడివాడు. లేదా సంఘటనలు ఏ రీతిగా జరుగునో ఆ రీతిగా జరుగునని అనుకొనుచుండెడివాడు. పీసా విశ్వవిద్యాలయాచార్యులతో గెలీలియో తగవు తెచ్చుకొన్న విషయము అయథార్థ భూతార్థమునకు అద్భుతదృష్టాంతము. మీదనుండి దిగవిడిచిన వస్తువుల పతనవేగములు వాటి భారములతో అనులోమముగా మారుచుండునని ఆరిస్టాటిల్ ఉపదేశము. విశ్వవిద్యాలయాచార్యుల కన్నులెదుట గెలీలియో ఒక బరు వైన వస్తువును, ఒక తేలికైన వస్తువును పీసా గోపురశిఖరమునుండి ఒకే సమయముననే జారవిడిచి ఆ రెండును మరల ఒకే సమయముననే నేలపైబడునని నిరూపించెను. ఆరిస్టాటిల్ ఉపదేశమందు గ్రుడ్డినమ్మకము గల పీసావిశ్వవిద్యాలయాచార్యులు వారి కన్నులనే వారు నమ్మలేకపోయిరి. ఆరిస్టాటిల్ ఆ ప్రయోగ సమయమున అక్కడ ఉండినపక్షమున గెలీలియోతో ‘జిత్తోస్మి’ అని పలికియుండును. భూతార్థములను ప్రయోగపూర్వకముగా పరిశీలింప లేకపోవుటయే ఆరిస్టాటిల్ వ్రాతలలోని ప్రమాదము. నేడు ‘భౌతికశాస్త్ర’మని పేరు పెట్టిన శాస్త్ర శాఖయం దెల్లెడల ఆరిస్టాటిల్ ఇట్టి పొరపాట్లనే చొరనిచ్చెను.

నాటికాలమందు తలచూపిన మరి రెండుప్రశ్నలకు ఆరిస్టాటిల్ ఇచ్చిన సమాధానములు కూడ సత్యదూరములే. కాని, అవి ఆరిస్టాటిల్ ఇచ్చిన సమాధానములు



## భౌతిక విజ్ఞానము - ఆరంభయుగము

కావున లోకము వాటిని విశ్వసించెను. మొదటిప్రశ్న ద్రవ్యరచనను గురించినది. ఎంపిడక్లీజ్ చే ప్రతిష్ఠాపితము, పితాగోరస్ విస్తృతము గావించబడిన మూల ద్రవ్యసిద్ధాంతమును - అనగా, ప్రపంచమందలి ద్రవ్యసృష్టికి వృద్ధి, నీరు, గాలి, నిప్పు అను నాలుగు మూల ద్రవ్యములు బీజము అను సిద్ధాంతమును స్వీకరించి ప్రచారములోనికి తెచ్చెను. అదిగాక, త్వగిండియగ్రాహ్యములగు వేడిమి, చల్లదనము, ఆర్ద్రత, అనార్ద్రత అను నాలుగు గుణములలో ఏదోయొక రెండుగుణములనుండి ప్రతి మూలద్రవ్యము ఉద్భవించునను స్లేట్ అభిప్రాయముతో మూలద్రవ్యసిద్ధాంతమును సమన్వయించి, దానిని మనస్తత్వశాస్త్రదృష్టిలో సమర్థించెను. విశ్వకేంద్రస్థానమున భూమి ఉన్నదనియు, దానిచుట్టు చంద్రుడు, సూర్యుడు, గ్రహములు, నక్షత్రములు వేరువేరు గోళతలముల తిరుగుచున్నవనియు ఆరిస్టాటిల్ చే కల్పితమైన విశ్వరచన లోకమున కంతయు ప్రమాణమైనది. 700 ఏండ్ల తరువాత క్రైస్తవమతము ఈ విశ్వరచనాకల్పనను శిరసావహించి మతసిద్ధాంతములకు ప్రాపుగా అంగీకరించినది. ఆరిస్టాటిల్ అభిప్రాయములు తప్పు అని ప్రచారముచేయు వ్యక్తి ఎవ్వరైనను క్రైస్తవమతసంస్థచే కఠినశిక్షకు పాత్రులగుచుండెను.

కాని, ఆరిస్టాటిల్ చే వివరింపబడిన శాస్త్రభాగములలో జీవశాస్త్రము కేవలస్తుతికే పాత్రము. ఈ శాస్త్ర విషయమంతయు తను ప్రత్యక్షముగా అవేషించినదియే. ఈ అవేషణ ఫలితములను గ్రంథరూపమున వెల్లడించెను. తను అవేషించిన జంతువుల జీవన వ్యవహారములను యథార్థముగా వర్ణించుటకు ఆరిస్టాటిల్ తీసికొనిన జాగరూకత నేటి జీవశాస్త్రాభ్యాసకులకు కూడ మార్గదర్శకము.

వివిధ జ్ఞానవిషయముల గురించి ఒక ముప్పదికి తక్కువ గాకుండ ఆరిస్టాటిల్ రచించిన గ్రంథము లుండవచ్చునని చరిత్రకారుల నమ్మకము. మనవరకు మిగిలియున్నవి ఒక పది మాత్రమే.

ఇక సంగ్రహముగా శాస్త్రాభివృద్ధికి ఆరిస్టాటిల్ కావించిన మేలు, కీడు విచారితము. శాస్త్రజ్ఞాన సంపాదన యందు శాస్త్రాభ్యాసకుడు ఎట్టి కుతూహలమును, అవేషణ దీక్షను కనుపరుచవలయునో తన జీవితమునే దృష్టాంతముగ నిరూపించుట ఆరిస్టాటిల్ శాస్త్రమునకు కావించిన మేలు; ప్రయోగపూర్వకముగా వాటి యాధార్థ్యమును పరీక్షకు గురిచేయకుండ, యథార్థములు కాని విషయములను యథార్థములని నిరూపించుట శాస్త్రమున కతను చేకూర్చిన కీడు. ఆరిస్టాటిల్ ఉపదేశములను గ్రుడ్డిగానమ్మి వాటిని మత

ముతో జోడించి ఆ ఉపదేశముల ప్రామాణికత్వమును ఇనుమడింపజేసిన మధ్యయుగమునాటి క్రైస్తవ మత ప్రచారకులు ఆరిస్టాటిల్ వ్యక్తిత్వమహత్త్వమును గురైరుంగలేకపోయిరి; వీరలే నిజముగా శాస్త్రాభివృద్ధికి శత్రువులు.

ఆరిస్టాటిల్ నిజముగా శాస్త్రాభివృద్ధికి రాజమార్గమును నిర్మించి దానిని విశాలముగా జేసినాడు. తరువాతివారలనేకులు ఆ మార్గము ననుసరించిరి. గమ్యస్థానము కండ్ల ఎదుట స్పష్టముగా కనపడుచుండినను, మార్గము అవక్రము, విశదము అయినను దాని పునాదులు బలముగా లేవు. అందువలన ఆ మార్గమున అతనిని అనుసరించిన వారలలో అనేకులు మూఢ విశ్వాసము, కింవదంతి అను బురదలో కూరుకొని పోయిరి.

## ఆలిగ్జాండ్రియా సంప్రదాయము

శాస్త్రపుపాట గ్రీస్ దేశమును వదలి, తరువాత 5 శతాబ్దములవరకు ఈజిప్టుదేశమునందు సాగినది. కాని, మరల పాటనేర్పరచినవారు గ్రీక్లుగా జన్మించినవారలే.

ఆరిస్టాటిల్ పతిష్ఠ నగరమందు 'లైసీయం'లో ఆచార్యత్వము నిర్వహించుచున్న రోజులలో ఆలిగ్జాండ్రియ తన రాజ్యమునకు తూర్పుననున్న మెసపొటేమియా, పర్షియా, ఈజిప్టు దేశములను వశపరచుకొనుచుండెను. ఈజిప్టులో నైలునదీ డెల్టాప్రాంతమున ఆలిగ్జాండ్రియా అను మహానగరము నొకదానిని నిర్మించెను. ఈ నగరము అచిర కాలములో నాటి నాగరక ప్రపంచమునకు వాణిజ్యకేంద్రముగా పేరుగన్నది. ఆలిగ్జాండ్రియ చనిపోయిన తరువాత ఆయన సామ్రాజ్యము ముక్కలైపోయినది. విచ్ఛిన్న రాజ్యముల అధిపతులలోకెల్ల టాలెమీ క్రీ. శ. 150 సమర్థుడు, శేముషీమంతుడు. ఈయన తర్వాత ఈయన పుత్రుడగు రెండవ టాలెమీ యాజమాన్యమున ఆలిగ్జాండ్రియా ప్రపంచమందలి గొప్ప నగరములలో నొకటిగా ప్రసిద్ధి పొందినది.

మొదటి టాలెమీ నానాదేశములనుండి వైజ్ఞానికులను రావించి వారిని పోషించుచుండెడివాడు. ఆనాడు తక్కిన దేశములందు పరిస్థితులు సంక్షోభమయములుగా నుండుటచే ప్రశాంతమగు ఆలిగ్జాండ్రియా నగరమునకు విచ్చేసి తత్త్వవేత్తలు రాజపోషణను అందుచుండిరి.

టాలెమీ మరణానంతరము ఆయన కుమారుడు రెండవ టాలెమీ ఆలిగ్జాండ్రియా నగరమున 'మ్యూసియం' అను శారదాపీఠము నొకదానిని స్థాపించెను. ఈ విద్యాపీఠము నాగరకప్రపంచమునకు 700 ఏండ్లపాటు జ్ఞానప్రకాశమును



వెదజల్లినది. లలితోపవనములమధ్య నిర్మితమైన ఈసుందర భవనమున 7,00,000 గ్రంథములు గల గ్రంథాలయ మొకటి స్థాపింపబడినది.

గ్రీక్ శాస్త్రయుగకాలమందు ఏలిస్ట్ నగరమే ప్రాధాన్యమును గడించినదో, ఈ కాలమందు ఆలిగ్జాండ్రియా అట్టి ప్రశస్తిని ఆర్జించినది. ప్రపంచపు నలుమూలలనుండి పండితులు, విద్యాకుతూహలులు ఈ గ్రంథాలయమునకు విజ్ఞానార్థులై వచ్చుచుండిరి. ఏలిస్ట్ నగరమందు వ్యాప్తినిగన్న శిక్షణలో ప్రాయోగికజ్ఞాన మెట్లు నిరాకృతమైనదో చెప్పి యుంటిమి.

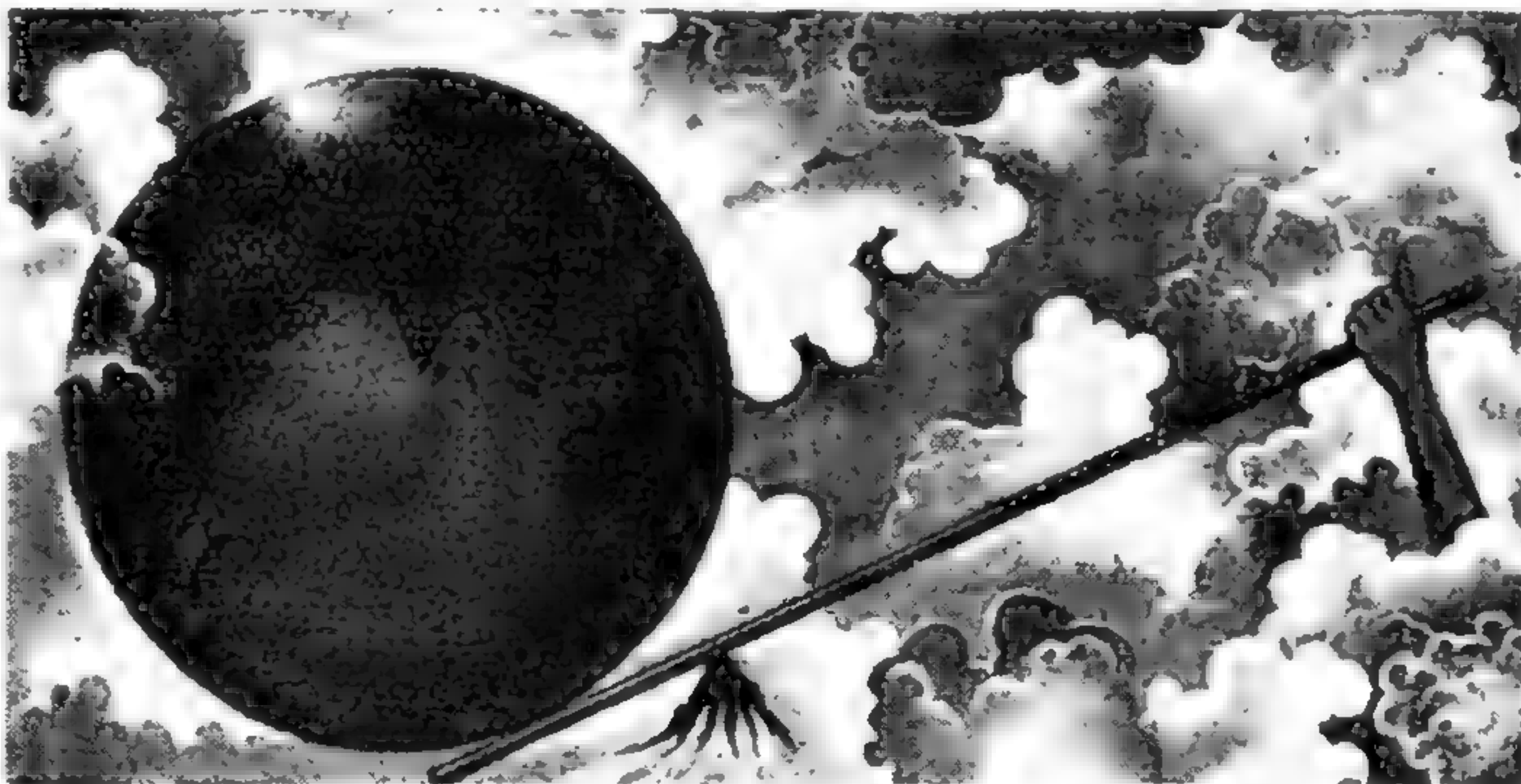
ఆలిగ్జాండ్రియా నగరమందలి విద్యాసంస్థలతో దేశజులగు ఈజిప్షన్లకు, అరబ్బులకు సంతత సంవర్కముండెడిది. కళలయందు ఆరితేరిన దేశజులు అత్యంత ప్రయోగకుశలులు. అందుచే శాస్త్రము లిచ్చట ప్రయోగ సంపర్కముననే పెంపొందినవి. ప్రయోగాపేక్షలేని శుద్ధగణిత, తేత్రగణితములకన్న యంత్రముల నిర్మించుట కుపయుక్తమై, ప్రయోగాధారమగు యాంత్రిక శాస్త్రజ్ఞానమును ఆలిగ్జాండ్రియా వైజ్ఞానికులు ఎక్కువగా పెంపొందించిరి.

ఆలిగ్జాండ్రియానగర విద్యాసంస్థలలో విద్యాభ్యాసమును, ఆచార్యత్వమును నెరవేసినవారలు వందలుకొద్ది కలరు. అందు ముఖ్యులు మువ్వరు: యూక్లిడ్, ఆర్కిమీడిజ్, టాలెమీ.

యూక్లిడ్ను గురించి మనకు తెలిసినది చాల తక్కువ. ఆయన క్రీ. పూ. 300 ప్రాంతమున జీవించినాడనియు, బహుశః ఆరిస్టాటిల్ శిష్యుడై ఉండవచ్చు ననియు చరిత్ర విదుల అభిప్రాయము. తేత్రగణితమునకు ఈయన మూల కర్త. అప్పటికి తెలిసిన తేత్రగణిత సిద్ధాంతములన్నిటిని సేకరించియు, వాటికి తన సిద్ధాంతములను కొన్ని చేర్చియు సక్రమపద్ధతిలో వాటిని సవరించి ఉద్గ్రంథము నొకదానిని రచించెను. అది తరువాత 2,000 ఏండ్లవరకు విద్యార్థులకు ఏకైక పాఠ్యపుస్తకముగా వెలసినది.

ఆర్కిమీడిజ్ కృషి (క్రీ. పూ. 287-212)

ఆర్కిమీడిజ్ - హీరోరాజు కిరీటమును గురించినకథ ప్రతి విద్యార్థికిని తెలియును. సిసిలీదీవుల రాజధానియగు సైరాక్యూజ్ పట్టణమున ఆర్కిమీడిజ్ జన్మించెను. యూక్లిడ్ వద్ద విద్య నభ్యసించుటకు ఈతడు ఆలిగ్జాండ్రియాకు పోయి, విద్య పూర్తి కాగానే తన నివాసస్థలమగు సైరాక్యూజ్ నకు వచ్చిచేరెను. తన జీవితకాలమంతయు ప్రకృతినత్యావ్యేషణకై బహుళముగా ప్రయోగముల చేయుచు యాంత్రిక శాస్త్రమును సృజించెను. ప్రయోగమును విజయవంతముగా వాడుకచేసి శాస్త్రసిద్ధాంతముల స్థాపించినవాడగుటచే ఈయన ఆరిస్టాటిల్ కన్న చాల ప్రతిభావంతుడు. కాని, ఈయన మహత్త్వము గెలీలియో



“అంతరాళములో కాలానుకొనుటకు చోటు దొరికిన భూమినే నేను లేవనెత్తుదును.”

కాలము నాటివరకు లోకమునకు వెల్లడికాలేదు. యాంత్రిక శాస్త్రమందు అనేక నియమములను స్థాపించినవాడు; ఉచ్చాలక ధర్మములను మొదట కనుగొనినవాడియనై. యాంత్రిక శాస్త్రమందొక ప్రధానభాగమైన స్థితి శాస్త్రమునకు మూలబీజమైన గురుత్వ కేంద్రతత్త్వ

మును ప్రతిపాదించెను. తను కనుగొనిన ఉచ్చాలకధర్మ సత్యములందు ఈయనకున్న విశ్వాసము “అంతరాళములో కాలానుకొనుటకు చోటు దొరికిన భూమినే నేను లేవనెత్తుదును” అని ఈయనచే పలికించినది.

యాంత్రిక శాస్త్రధర్మములను అనుసరించి ఈయన అనేక యంత్రముల సృజించి సైరాక్యూజ్ పట్టణమును సముద్రము మీదుగా ముట్టడించిన రోమన్ సైన్యమును, నౌకాదళమును భీభత్సము గావించెను. అట్టి అద్భుత యంత్రముల సృజింపగలిగినను, వాటి వర్ణనలను ఈయన తన శాస్త్ర గ్రంథములందు చేర్చలేదు. ఏల యన శాస్త్ర సత్యములను తుచ్చ యంత్ర సృష్టికై వినియోగించుట ఈయన మతము కాదు; ఈయన శుద్ధజ్ఞాన వాదులలో అగ్ర గణ్యుడు.

శాస్త్రచరిత్రలో ఆర్కిమీడిజ్ను చిరస్మరణీయునిగా చేసినది నీటిలో మునుగు వస్తువుల గురించి ఈయన గావించిన పరిశోధన. ‘నీటిలో మునిగియున్న వస్తువు



భారము తగ్గునట్లు కనిపించును అనియు, అట్టి తగ్గుదల మునిగియున్న వస్తుభాగపు ఆయతనమునకు సరియగు ఆయతనము గల నీటిబరువునకు సరిపోవు' ననియు ఆర్కిమీడిజ్ స్థాపించెను. ఈ నియమమే ఆర్కిమీడిజ్ సూత్రమని పేరుగాంచినది. హీరో రాజు కిరీటమును గురించి లోకములో ప్రచారములో నున్న కథ ఈ నియమ స్థాపన సందర్భములోనిదే. ఈయన పేడ్రీయస్ (క్రీ. శ. 78-138), ఆంటోనియస్ వైయస్ అను రోమన్ చక్రవర్తుల కాలములో నుండె నని తప్ప ఈయన జీవిత విశేషములంతగా తెలియవు.

ఆర్కిమీడిజ్ జీవితావసాన సమయమున మార్సెలస్ అను రోమక సేనాని సైరాక్యూజ్ పట్టణమును ముట్టడించెను. ఆ ముట్టడి ఉపద్రవకరముగా మారినదను జ్ఞానము లేకుండ నెరపబడిన ఇసుకలో తన అలవాటు చొప్పున నేవియో లెక్కలను చేయుచుండెను. అంతలో రోమను సైనికు డొకడు తలుపు త్రోసికొని లోనప్రవేశించి ఇసుకలో నున్న అంకెలను త్రొక్కెను. ఆర్కిమీడిజ్ చే లేచి పొమ్మని నిరాకృతుడైన సైనికుడు ఆగ్రహముచే ఆ విజ్ఞాన పురుషుని కత్తితో పొడిచి చంపెను. ఆర్కిమీడిజ్ కీర్తితోపాటు యథాజాతు డగు ఈ సైనికుని అపయశస్సు కూడ చిరస్థాయి అయినది.

ఆరిస్టాటిల్ ఉపదేశించిన మార్గమున ఆరిస్టాటిల్ కన్న ప్రయోగమందు హెచ్చు అభినివేశముతో ఆర్కిమీడిజ్ యాంత్రిక శాస్త్రపు మూలసూత్రములను స్థాపించెను. ఈ మూలసూత్రముల మహత్త్వమును తెలిసికొనుటకు స్వతః సుప్రసిద్ధ గణిత, భౌతికశాస్త్రవేత్తయగు ఆచార్య ఎ. ఎన్. వైట్ హెడ్జ్ ఆర్కిమీడిజ్ ను గురించి పలికిన స్తుతి వాక్యములు మనకు ప్రమాణములు : "గణితశాస్త్ర నిధి, భౌతికశాస్త్ర మర్మవేది అగు ఆర్కిమీడిజ్ గణిత, భౌతిక శాస్త్ర మూలపురుషుడుగా 2,000 ఏండ్ల తరువాత జీవించిన న్యూటన్ తో సమానమైన స్థానమునకు తగ్గవాడు. నీటిలో మునిగిన వస్తువు భారమును గురించి పరిశోధనను చేయు సందర్భమున ఆయన 'యురేకా' 'యురేకా'(కనుగొంటిని) అని కేకలు వేయుచు స్నానపు గదినుండి వీధిలోనికి పరుగెత్తుకొని వచ్చినరోజు గణిత, భౌతికశాస్త్ర జన్మదినముగా లోకము పరిగణించ నగును. ఆర్కిమీడిజ్ తో జన్మించిన ఈ శాస్త్రము న్యూటన్ ఆపిల్ వనములో కూర్చున్న దినమున యౌవన దశను ప్రవేశించినది."

ఆర్కిమీడిజ్ తరువాత టాలెమీ (క్రీ. శ. 127-151) వరకు అనగా మరి 300 ఏండ్లవరకు చెప్పతగిన శాస్త్ర ప్రవర్తకుని నామ మేదియును కానరాదు. టాలెమీ గొప్ప

ఖగోళశాస్త్రవేత్త, దేశపటనిర్మాత. జన్మచే ఈజిప్టు దేశీయుడు ఆలిగ్జాండ్రియా పట్టణమున విద్యను అభ్యసించెను. 'ఆల్మాజెస్ట్' అనగా 'మహాపద్ధతి' అను ఖగోళశాస్త్ర గ్రంథమును రచించెను. అనేక శతాబ్దముల వరకు ఇది ఖగోళ విద్యాభ్యాసకులకు పాఠ్యగ్రంథముగా పేరు గన్నది. ఇందు ఈయన ఆరిస్టాటిల్ అనుమతిని పొందిన భూకేంద్ర సిద్ధాంతమును స్వీకరించి అవేక్షణలచే దానిని సమన్వయింప పూనుకొనెను. ఈ సిద్ధాంతము ప్రకారము విశ్వమునకు కేంద్రస్థానమున భూమిఉన్నది. చంద్రుడు, సూర్యుడు నాటికి తెలిసిన గ్రహములు - అన్నియు భూమి చుట్టు తిరుగుచున్నవి. ఈగ్రహకక్ష్యలకు అవతల నక్షత్రము లన్నియు ఒక పెద్దగోళముయొక్క తలము నంటిపెట్టుకొని భూమిచుట్టు తిరుగుచున్నవి.

ఆర్కిమీడిజ్, టాలెమీలమధ్య యంత్రజ్ఞానమును వృద్ధి పొందించిన వారలలో టెసిలియస్, హెరాన్ అను ఇద్దరు ఆలిగ్జాండ్రియా వాసులు పేర్కొన తగినవారు. భౌతిక సిద్ధాంతాభివృద్ధికి వీరు ఏమియు దోహదము చేయనప్పటి కిని, నీటిని పీల్చి పైకిపంపు యంత్రమును, నీటి నొక ప్రక్క నుండి నొక్కి మరియొక ప్రక్కనుండి పైకిపంపు (ఫోర్స్ పంపు) యంత్రమును కనుగొనిరి.

అంధయుగము : ఇంతవరకు మనము నేర్చుకొనిన శాస్త్ర చరిత్రాంశములు తేలీజ్ కాలమునుండి 500 ఏండ్ల కాలమునకు చెందినవి. ఈ కాలములో ఏతిస్ నగరమందు, తర్వాత ఆలిగ్జాండ్రియా నగరమందు ప్రతిభావంతులగు శాస్త్రకర్తలు ఒకరి తరువాత నొకరు వెంటవెంట ప్రాదుర్భవించిరి. మనము పేర్కొనిన వారు కాక అనేకులు ఈ విజ్ఞాన సమర విజయముల స్థాపించినవారు కలరు. ఆలిగ్జాండ్రియా సంప్రదాయ ప్రభావ మడుగంటిన తరువాత శాస్త్ర చరిత్ర అజ్ఞానాంధకారావృతమైన కాల ఖండమును ప్రవేశించినది. ఈ కాల భాగము 1,500 ఏండ్లు సాగినది. ఈ కాలములో గ్రీక్ శాస్త్రకర్తలతో సరిపోల్చదగిన శాస్త్ర సత్యాన్వేషకులు ఎవ్వరును జన్మించలేదు. ఈ అంధకారమును సూక్ష్మేక్షితో ఛేదించ పూనితిమేని ఏతిస్, ఆలిగ్జాండ్రియా నగరములలో తొలిని సుబద్ధమైన శాస్త్రపుదారి అంధకారమున అక్కడక్కడ మెలికలు దీరిన సన్నని కాలిబాటవలె కాన్పించుచు, 16వ శతాబ్దమున చీకటిని ఛేదించుకొని ఒక్కసారి వెలుగులోనికి ప్రవేశించినది. అప్పటినుండి శాస్త్రమార్గము శాస్త్రగంటాపథముగా మారి 20వ శతాబ్దపు అద్భుతశాస్త్ర పరిణతికిదారి తీసినది.

గ్రీక్ల తరువాత రోమన్లు మధ్యధరా ప్రాంతరాజ్యములను వశముచేసికొనిరి. రోమన్లక్రింద కూడ ఆలిగ్జాం



డ్రీయా నగరము జ్ఞాన నిలయముగ ఉండినను టాలెమీల యాజమాన్యము (క్రీ. శ. రెండవ శతాబ్దము)న పాడ చూపిన ఔజ్వల్యము ఆ తరువాత ఎన్నడును కాన రాలేదు.

రోమన్లకు శాస్త్రజ్ఞానవర్ధనమందు కాంక్షలేదు. గ్రీక్ లచే సేకరింపబడిన జ్ఞానమును యంత్ర నిర్మాణములకు, వాస్తు వ్యవహారములకు వినియోగించిరి. వీరు శిల్పములో గాంచిన విజయములు అద్భుతమగు జలమార్గముల రూప మున నేటికిని చూపరుల దృష్టిని ఆకర్షించు చున్నవి.

ప్రజాతంత్ర రాజ్యముగా ప్రారంభించిన రోము ప్రాభ వము ప్రపంచ సామ్రాజ్యముగ వృద్ధిపొంది, కొనకు ఊడ దశలో కాన్స్టెన్టైన్ ప్రభువు క్రింద నామమాత్రముగ క్రైస్తవరాజ్య మైనది, కాన్స్టెన్టైన్ ప్రభుత్వ కాలములో క్రైస్తవ మతమునకును, క్రైస్తవేతర మతములకును పోరాటము ప్రారంభమైనది. అధికార హస్తావలంబ ముండుటచే క్రైస్తవమతము క్రైస్తవేతర సంస్థల ధ్వంస మును గావించ మొదలిడినది; ఆలిగ్జాండ్రీయా శారదా పీఠములో నొక భాగమును కాల్చి నేలకూల్చుట ఈ విధ్వంసక కార్యములలో నొకటి.

క్రైస్తవరాజ్యముల సమయమందు కూడ ఆలిగ్జాండ్రీయా నగరము గ్రీక్ విజ్ఞానప్రసారకేంద్రముగా నాచరించుచు ఉండినను దాని పూర్వప్రతిభ అంతరించినది. ఈ కాలమందే (క్రీ. శ. 400) శాస్త్రజ్ఞానము అపమార్గమునుబట్టి ఐంద్ర జాతికముగా మారినది. ఈ ఐంద్రజాతిక విద్య యూరప్, అరేబియా మొదలగు దేశములకు ప్రాకి 'రసవాద' ప్రాదుర్భావమునకు కారణమైనది. (చూ. రసవాదము)

క్రీ. శ. 4వ శతాబ్దమందు ప్రాచ్య పాశ్చాత్యభాగముల క్రింద రోమకసామ్రాజ్యము చీలికలైనది. మొరటు ట్యూటనుల దాడులకు తట్టుకొనలేక పాశ్చాత్య రోమక సామ్రాజ్యము కూలిపోయినది. కాని కాన్స్టాంటినోపుల్ మహమ్మదీయుల ధాటికి వశమగువరకు ప్రాచ్య సామ్రాజ్యము మరియొక వెయ్యిపండ్లు కొనసాగినది. ఆలిగ్జాండ్రీయా నగరము, గ్రీస్ దేశము ప్రాచ్యసామ్రాజ్య భాగములై యుండుటచే ప్రాచీన గ్రంథములు సురక్షిత ములై క్రమముగా కాన్స్టాంటినోపుల్ నగరమును చేరు కొన్నవి. 12వ శతాబ్దమందు క్రైస్తవులకు సారసిన్లకు జరిగిన మత యుద్ధముల కాలమువరకు కాన్స్టాంటినోపుల్ నగరమునకు యూరప్తో సంబంధము లేకుండెను. అందు వలన గ్రీక్ విజ్ఞానము పాశ్చాత్యదేశములలో నిశ్శేషముగా నశించినది. కాని, ఈ లోపల పాశ్చాత్య దేశములందు గ్రీక్ గ్రంథముల ప్రచారమునకు మరియొక మార్గము

ఏర్పడినది. ఇదివరకు ఆలిగ్జాండ్రీయా విజ్ఞాన కేంద్రముగా ప్రసిద్ధిని గన్న రోజులలో సిరియనులు, యూదులు గ్రీక్ జ్ఞానమును అలవర్చుకొని గ్రంథములను వ్రాసిపెట్టుకొనిరి. వీరు క్రమముగా రాజావలంబనము కలిగిన క్రైస్తవమత మును స్వీకరించిరి. కాని, ప్రథమ క్రైస్తవ చర్చిలోలేచిన భిన్న శాఖలమధ్య జరిగిన పోరాటము ఫలముగ వీరలు దేశమునుండి లేచిపోవలసి వచ్చినది. వారి తొంటి నివాస స్థాన మగు తూర్పుదేశమునకు తిరిగివచ్చుటలో వారితో పాటు వారు సంపాదించిన గ్రీక్ గ్రంథ భండారమును కూడ కొనిపోయి దానిని సిరియక్ భాషలోనికి అనువ దించిరి. ఈ గ్రంథములే అరబిక్ భాషలోనికి తరువాత మహమ్మదీయులచే అనువదించబడి యూరప్ ఖండమునకు ఆ విజ్ఞానమును అందజేసినవి.

### అరబ్బుల విజ్ఞానము

క్రీ. శ. 7వ శతాబ్దమునందు మహమ్మదు ఇస్లాము సామ్రాజ్యమునకు పునాదులు వేసెను. మహమ్మదు చని పోయిన 100 సంవత్సరముల లోగా పర్షియా, ఆసియా మైనర్, ఆఫ్రికాలో ఈశాన్య తీరము, స్పెయిన్ దేశము మహమ్మదీయుల వశ మైనవి. అరబ్బులు రణ ప్రవణు లైనను సిరియనుల విజ్ఞానమునకు వారు కేలు మోడ్చిరి. మహమ్మదీయ సామ్రాజ్యమం దంతట వైద్యు లుగా, జ్యోతిశ్శాస్త్రజ్ఞులుగా, రసవాదులుగా సిరియన్లు నియమితులై గౌరవింపబడిరి. కలీఫాల రాజ్యకాలములో బస్రా, బాగ్దాద్, కార్డ్లోవా (స్పెయిన్లో) నగరములు విజ్ఞానకేంద్రములుగా వెలసినవి. ఇచ్చట సిరియను గ్రంథము లన్నియు రాజాజ్ఞచే అరబ్బీభాషలోనికి అనువదించబడినవి. ఈ కేంద్రములకు ఐరోపా విద్యార్థులు వచ్చి మహమ్మ దీయ ప్రవక్తలవద్ద విద్యను అభ్యసించి అరబ్బీ సంస్కృతిని యూరప్ ఖండమం దంతటను వ్యాపింపజేసిరి.

అరబ్బులు గ్రీక్ విజ్ఞానము నంతగా పెంపొందించలేదు. వారికి దొరికిన విజ్ఞానమును సంరక్షించుటయే వారు చేసిన నిర్వాహము. భౌతిక విజ్ఞానముకన్న రాసాయనిక విజ్ఞా నము అరబ్బుల చేతులలో హెచ్చుగా విస్తరించినది. భౌతిక విజ్ఞానమందు వారు కాంతి శాస్త్రమును అనుశీలించి కటక ములను నిర్మించుటకు కూడ సమర్థులైరి. ఖగోళ పరీక్ష కొరకు వేధశాలలను నిర్మించిరి. ఖగోళ ప్రత్యవేక్షణకు కావలసిన పరికరములను కూడ వారు నిర్మించిరి. గణిత ములో గ్రీక్ల అభిమానశాస్త్ర మగు షేత్రగణితమును వీరు ఏమియును వృద్ధిచేయలేదు. కాని మనము నేటికిని వాడుచున్న అంకె (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) లను



అరబ్బులే సృజించిరి. బీజగణితము కేవలము వీరి సృష్టియే; త్రికోణమితి శాస్త్రమును కూడ వీరు వృద్ధిచేసిరి. వీరు విశేషముగా వైద్య విద్యను అభ్యసించిరి.

అరబ్బులు ఇట్లు గ్రీక్ విజ్ఞానమును పోషించుచుండ, యూరప్ ఖండము అంధయుగమునుండి తెప్పిరిల్లి, స్వతంత్ర రాజ్యములక్రింద క్రమముగా విభక్త మగుచుండెను. ఈ కాలమందు క్రైస్తవ మత సర్వాధికారి యగు పోపు ప్రాభవము పరిగణించదగిన విషయము. పోపు యాజమాన్యమున చర్చి మత విజ్ఞానమునకు ప్రామాణికత్వమును సంపాదించినది. క్రైస్తవ మతముచే స్వీకరింపబడిన లౌకికవిజ్ఞాన సిద్ధాంతములుకూడ ప్రశ్నించుటకు వీలులేని వయినవి. చర్చి ఉపదేశించు సిద్ధాంతమును ప్రతిఘటించువారు తీవ్రదండనకు పాత్రు లగుచుండిరి.

ఈ కాలమునందే క్రైస్తవ మతములు అనేకములు వెలసి మధ్యయుగ విశ్వవిద్యాలయములుగా విలసిల్లినవి. మొట్టమొదట చర్చి అధీనములో విజ్ఞానవాఙ్మయము ఎక్కువగా ఉండెడిదికాదు. రోమన్లు వ్రాసిన లాటిన్ గ్రంథములే వీరికి అందుబాటులో ఉండెడివి. 10వ, 11వ శతాబ్దములలో ప్రాచీన గ్రీక్ గ్రంథముల అరబ్బీ అనువాదములు యూరప్ లోనికి ప్రవేశించి చర్చి భాషయగు లాటిన్ లోనికి అనువదించబడినవి. ఈ గ్రంథములు రెండు సార్లు అనువదించబడుటచే లేఖక ప్రమాద భూయిష్టములై మాతృకలకు చాల విభిన్నములై ఉండెను.

12 వ శతాబ్దమందు క్రైస్తవ మత యుద్ధములు కారణముగా యూరప్ ఖండ ప్రాచ్య, పాశ్చాత్య భాగముల మధ్య మరల సంబంధము ఏర్పడినది. ఈ కారణమున గ్రీక్ గ్రంథములు అనగా ఆరిస్టాటిల్ గ్రంథములు యూరప్ ను ప్రవేశించినవి. ఇచ్చట అవి టామస్ అక్వైనస్ అను మహత్తర క్రైస్తవ సన్న్యాసి దృష్టి ఆకర్షించినవి. ఈయన ఈ గ్రంథములను లాటిన్ భాషలోనికి అనువదించి వాటిని సావధానముగా పరిశీలించి ప్రాచీన గ్రీక్ గ్రంథములందలి విజ్ఞానము చర్చి ఉపదేశములతో సంపదించుచున్నదను విషయమును వెల్లడించెను. అందువలన ఆరిస్టాటిల్ గ్రంథములు క్రైస్తవ మతముచే ప్రమాణములుగా గ్రహించబడినవి. తరువాత శతాబ్దములలో ఆరిస్టాటిల్ గ్రంథపఠనయే విజ్ఞాన సంపాదనకు ప్రధానాంగముగా పరిణమించినది.

మతములు విద్యా కేంద్రములుగా ఆచరించుచున్న ఈ కాలమందు అక్కడక్కడ కొందరు మేధావులలో తప్ప ప్రజాసామాన్యములో జ్ఞాన సంచలనము లేదు. ఈ కాలమందు యూరప్ ఖండములో జ్ఞానము రాజావలంబనమున

కూడ వృద్ధిపొందెను. చార్లెస్ డి గ్రేట్ విజ్ఞాన వృద్ధికి తోడ్పడు అభిప్రాయముతో ప్రతి మతమునందును ఒక పాఠశాలను స్థాపించవలసినదిగా ఆజ్ఞాపించెను. ఈప్రయత్నముల వలన పశ్చిమ యూరప్ నందు జ్ఞానము కొంత ప్రాకినదిగాని ప్రకృతిశాస్త్ర జ్ఞానమునందు ఆదరము విస్తరించలేదు.

యూరప్ ఖండములో విజ్ఞాన వ్యాప్తిని చేసిన వారు క్రైస్తవ సన్న్యాసులని చెప్పియుంటిమి. వీరు ఫ్రాన్సిస్కన్లు, డొమినికన్లు అను రెండు ముఖ్యశాఖలకు చెందిన వారు (12 వ శతాబ్దము). వీరిలో రోజర్ బేకన్ శాస్త్రజ్ఞానోపార్జనయందు ప్రయోగమునకున్న ప్రాధాన్యమును బోధించెను. అంతే గాక స్వంతముగా కాంతిశాస్త్రమందు అరబ్బులచే కనుగొనబడిన పరావర్తన, వక్రీభవన సంఘటనలను ప్రయోగములచే పోషించి సిద్ధాంతములుగా స్థాపించెను. టాలెమీ భూకేంద్ర సిద్ధాంతమును కూడ ఈయన నిరాకరించి తరువాతివాడగు కోపర్నికస్ విజ్ఞానికి మార్గదర్శకు డాయెను; సులోచనములను, దూరదర్శనులను నిర్మించుటలో కటకముల ఉపయోగమును కనుగొనెను.

పూర్వ పండితుల గ్రంథములను పఠించి ప్రపంచతత్త్వమును కనుగొన ప్రయత్నించుటకు బదులు సృష్టిలోనుండు వస్తువులను ప్రత్యక్షముగా పరీక్షించి యథార్థ జ్ఞానమును సంపాదించు ప్రవృత్తి ఈయన ఉపదేశముల ఫలముగా యూరప్ నందు ప్రారంభమైనది. దీని పర్యవసానముగా రమారమి ఒక శతాబ్దము తరువాత 'నికొలౌస్ కోపర్నికస్' అను నాతడు సంప్రదాయసిద్ధముగా వచ్చుచుండిన టాలెమీ భూకేంద్ర సిద్ధాంతమును నిరాకరించి, భూమి కూడ ఇతర నక్షత్రముల వలెనే పరిభ్రమించుచున్నదని ప్రకటించెను.

శాస్త్రజ్ఞాన సంపాదనలో ఉద్భవించిన ఈ నూతనోద్బోధము సారస్వత కళలలో కవులను, పండితులను, శిల్పులను ప్రాచీన గ్రీక్ల ఉద్గ్రంథములకు తీసికొని పోవుచుండ, ప్రకృతిశాస్త్రజ్ఞులను ప్రత్యక్షావేక్షణ ప్రయోగ విధానములకు గొంపోవుచుండెను.

ప్రయోగ విధానమువలన లబ్ధ మగు నూతన భావప్రపంచమును సృజించినవారిలో 'లియనార్డో డా వీన్సీ' (క్రీ. శ. 1452-1519) ముఖ్యుడు. శాస్త్రమునకు ప్రయోగము ప్రధానాంగ మనియు, అట్టి ప్రయోగ ఫలితములను గణితశాస్త్ర నియమముతో విమర్శించుటవలన లభ్యమగు నిర్ణయములను మరల ప్రయోగముచే సమర్థించినగాని యాథార్థ్యము లభించ దనియు ఈయన సిద్ధాంతము. కాంతివిజ్ఞానములో ఈయన చక్కని ప్రయోగములను చేసి పరావర్తన, వక్రీభవన సంఘటనలను వివరించెను.



ఖగోళ శాస్త్రమందు భూమి ఇతర గ్రహములవంటిదనియును, జగత్తునకు సూర్యుడే కేంద్రస్థానములో ఉన్నవాడనియును ఈయన బోధించెను. క్రిందికి పడు వస్తువులు పడుకొలది వాని వేగము ఎక్కువ అగు నని ఈయన కనుగొనెను. వస్తు చలనమునకు బల ప్రయోగము ఆవశ్యకమును ఆరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతమును ఆతడు సహేతుకముగా నిరాకరించెను. విశ్వము ఒక యంత్రమువలె పూర్వ నిర్దిష్ట నియమబద్ధము అని ఈయన ఊహ.

ఈ నవీన దృక్పథము కారణముగ ప్రకృతి శాస్త్రాన్ని శీలనమందు ఒక నూతన యుగము ప్రారంభము అయెను. ఈ యుగమునకు జ్ఞానపునరుద్ధరణయుగము అని పేరు. ఈ నూతనయుగ స్థాపనకు రెండు ప్రబల కారణములు కలవు. మొదటిది, ప్రాచ్యరోమక సామ్రాజ్య రాజధాని యగు కాన్ స్టాంటినోపుల్ పతనము (1453); రెండవది, యూరప్ నందు ముద్రణ యంత్ర ప్రవేశము.

కాన్ స్టాంటినోపుల్ తురకలకు వశమైన తరువాత అచ్చటి పండితు లందరు వారి గ్రంథములతో పాటు వెనుకకు యూరప్ లోనికి పారిపో జొచ్చిరి. కాండిశీకులయిన ఈ విజ్ఞానులకు స్థిరత్వము సంపాదించుకొనిన యూరప్ రాజ్యములలో, ముఖ్యముగా ఇటలీ దేశములో ఆశ్రయము దొరికినది. ఇచ్చట గ్రీక్ గ్రంథములందు నిక్షిప్తమై ఉన్న విజ్ఞానమును వీరు ప్రచారముచేసిరి. ఆ కాలముననే యూరప్ ను ప్రవేశించిన ముద్రణయంత్రము శాస్త్రజ్ఞానమును వ్రాతప్రతులను చెరసాలనుండి విడుదలచేసి జన సామాన్యమునకు అందుబాటులోనికి తెచ్చినది.

జ్ఞానోపార్జనయందు సంభవించిన ఈ నూతన సంచలనమునకు ఉపోద్బలకముగ (1581-1628) 'ఫ్రాన్సిస్ బేకన్'

విజ్ఞాన సంపాదనకు ఒక నూతన మార్గమును ఉద్బోధించెను. ఈ నూతన పద్ధతికి 'వ్యాప్తిగ్రహణ పద్ధతి' అని పేరు. పరీక్ష్య విషయమును గురించి అనేకములగు ప్రయోగములను కావించి వాటి ఫలితములను సాధారణీకరించి ఒక నియమముగా సూత్రీకరించుట ఈ పద్ధతి సారాంశము. ఈ పద్ధతి ఫ్రాన్సిస్ బేకన్ చే క్రొత్తగా స్థాపితమైనది కాదు. ప్రాచీనకాలమందు గ్రీకులు కూడ దీనిని సూచించిరి. కాని శాస్త్రజ్ఞాన సంపాదనకై వారు ఈ పద్ధతిని అంతగా వాడలేదు. వారు హెచ్చుగా వాడినది 'నిగమన పద్ధతి'. ఇది పై పద్ధతికి ప్రత్యక్షముగా విరుద్ధమైనది. ఇందు అన్వేషకుడు ఒక సిద్ధాంతమును కల్పించుకొని దానినుండి ప్రపంచ సంఘటనలను వివరింప బూనును.

ఉదాహరణ : 'వర్తులము' క్షేత్రగణిత చిత్రము లలోకెల్ల పరిపూర్ణమైనది. నభఃప్రదేశము పరిపూర్ణతకు తావలము. ఈ ప్రమేయములు సామాన్యనుభవ మూలకములు కావు. ఇవి కేవలము అన్వేషకుని అభిప్రాయములు. అయినను, ఈ అభిప్రాయమునకు సిద్ధాంత ప్రతిష్ఠనొసంగి అన్వేషకుడు నభోమూర్తుల చలనము పరిపూర్ణతగల వర్తుల రూపమును అనుసరించియే జరుగు నని ప్రతిపాదించెను. నభోమూర్తుల చలనము వర్తులరూపమును స్వీకరించుటకు మరి యొక యుక్తి కలదు. వర్తులమునకు తుది మొదట్లు లేవు; అది అనంతము. సంతత చలనము అనంతము. అందుచేత సంతతమగు గ్రహ చలనము వర్తులమై ఉండవలెను.

మరియొక ఉదాహరణ : జ్వాల కాంతి సంబంధి. కాంతి ఊర్ధ్వలోక వర్తి. అందుచే జ్వాల ఎప్పుడును ఊర్ధ్వముగా గమించును. మే. వ. న.

## భౌతిక విజ్ఞానము - మధ్యయుగము

యూరప్ దేశ చరిత్రలో మధ్యయుగమునకు అంధ యుగ మని పేరు. ఆ సమయములో ఆ ఖండవాసులు ఎట్టి భావస్వాతంత్ర్యమును లేక విజ్ఞాన విషయములందు కూడ మతాధికారుల అనుమతిని పొందిన సిద్ధాంతములనే పరమ ప్రామాణికమైనవానిగా శిరసావహించు చుండిరి. ఈ రీతిగా మతాధికారుల మన్ననలను పొంది సామాన్య జనాంగీకృతమైన ఖగోళ సిద్ధాంతము, టాలెమీ ప్రతిపాదించిన భూకేంద్రసిద్ధాంతము. వేరొకచో పేర్కొనినట్లు టాలెమీ భూకేంద్ర సిద్ధాంతరీత్యా విశ్వమున కంతయు కేంద్ర స్థానమున భూమి యున్నది. ఈ భూమి చుట్టు సూర్యుడు, చంద్రుడు, ఇతర గ్రహములు తమ తమ నియమిత వృత్తాకార కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచుండును.

టాలెమీ భూకేంద్రసిద్ధాంత మూలసూత్రమునందు లోప ముండుటచే ప్రత్యక్షవేధ ఫలితములతో అది సరిగా సమన్వయింప బడలేదు. కాని, మతాధికారుల అనుమతిని బడసిన సిద్ధాంతమగుటచే దానియందు ఆ లోపము ఉన్నదని తెలిసియును కూడ మధ్యయుగములో ఎవరును దానిని సవరించుటకు సాహసింపలేదు. కాని, మధ్యయుగానంతరము యూరప్ ఖండమందు కలిగిన జ్ఞానపునరుజ్జీవనముతో ప్రజలలో భావ స్వాతంత్ర్యము ఏర్పడి, ప్రాచీన సిద్ధాంతముల మంచిచెడ్డలను చర్చింపవలెననెడి కుతూహలము, ధైర్యము వారిలో కలిగినవి. అ సమయములో గ్రహసంచలనములకు సంబంధించిన టాలెమీ భూకేంద్ర సిద్ధాంత నిర్దుష్టతను శంకించి యథార్థతను అరయుటకై



ప్రయత్నించి, సూర్యకేంద్రసిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిన ధీమంతుడు కోపర్నికస్ (1473-1543) అను పోలేండు దేశపు ఖగోళశాస్త్రవేత్త. ఈయన సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిన ఉద్గ్రంథము 1530 లోనే పూర్తియైనప్పటికిని చర్చివలని భయమువలన ఆయన చనిపోవువరకు వెలుగుచూడలేదు.

కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన సూర్యకేంద్రసిద్ధాంతము క్రొత్తది కాదు. క్రీస్తునకు పూర్వమే ఆరిస్టార్క్స్ ప్రభుత్వము సూర్యుని చుట్టు భూమి తిరుగుచున్నదని ప్రతిపాదించిరి. కాని, ఆ నాడు వారి వాదనను చెవిని బెట్టిన వారెవరును లేరు. ఆ సిద్ధాంతమునే కోపర్నికస్ పునరుద్ధరించి, దాని ఆవశ్యకతను వ్యక్తపరచి భౌతికవిజ్ఞాన మూలపురుషులలో ఒకడైనాడు.

టాలెమీ సిద్ధాంత నిర్దుష్టతను కోపర్నికస్ శంకించుటకు గల ముఖ్యకారణము ప్రత్యక్షవేధ ఫలితములతో అది సమన్వయము నొందకపోవుటయే. కాని, అందులకు మరొక కారణము కూడ లేకపోలేదు. జగత్తును గురించిన పరమార్థ < తత్త్వము సరళములును, అసంకీర్ణములును, అనురూపములును అయిన కార్యకారణ సంబంధములచే నిరూపింపబడవలె నని పితాగోరియస్లు చెప్పినదాని యందు కోపర్నికస్కు పరిపూర్ణమైన నమ్మకము ఉండెను. అందువలన ప్రాకృక్రయతమైన టాలెమీ సిద్ధాంతముతో అతడు సంతృప్తి పొందలేదు. అందుచేత టాలెమీ సిద్ధాంతము దోషయుతమైనదని ఆయన విశ్వసించి, సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను.

కోపర్నికస్ సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంత రీత్యా విశ్వమునకు కేంద్రస్థానమున స్థిరముగానున్న సూర్యగోళము చుట్టు తమతమ నియమిత కక్ష్యలలో క్రమముగా బుధుడు, శుక్రుడు, భూమి, కుజుడు, గురుడు, శని గ్రహములు పరిభ్రమించుచున్నవి. చంద్రగోళము భూమిచుట్టు పరిభ్రమించుచు, భూమితో కలసి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నది. శుక్రాది గ్రహముల కక్ష్యలు వృత్తములే అని కోపర్నికస్ తలంచెను గాని గ్రహముల వక్రగతులను విశదీకరించుటకై ఆ వృత్తాకార కక్ష్యలు ప్రాకృక్రమములని ఈయన కూడ ఒప్పుకొనవలసి వచ్చెను. కోపర్నికస్ సిద్ధాంతములో వాటి సంఖ్య 34. అంతేకాక ప్రాకృక్రమములతో కూడిన ఒక వృత్తాకార గ్రహకక్ష్యకు సరిగా కేంద్రమందుగాక కొద్దిగా వికేంద్రమై సూర్యుడున్నాడని కూడ ఆయన ప్రతిపాదించెను. ఈ రీతిగా టాలెమీ సిద్ధాంతము క్లిష్టమై ఉన్నదని భావించి, దానిని సవరించుటకై పూనుకొని, కోపర్నికస్ తన సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంతమును తక్కువ క్లిష్ట మొనర్చే ననుట సత్యము.

ఆధునిక శాస్త్రదృష్ట్యా కోపర్నికస్ సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంతమునందు కొన్ని లోపములు లేకపోలేదు. కాని టాలెమీ భూకేంద్ర సిద్ధాంతములో భూమికి ఏర్పడిన అనవసర ప్రాముఖ్యమునకు అందు తావులేక పోయినది. ఆ రీతిగా ప్రాచీనకాలము నుండియు సంఘములో పాతుకొని పోయిన సిద్ధాంతమునందలి మూలసూత్రమే లోపయుతమైనదని నిరూపించి ప్రజలలో చైతన్యమును, స్వతంత్రతలోచనా విపాసను రేకెత్తించుటకు కోపర్నికస్ కారణ భూతుడయ్యె ననుటకు సందేహములేదు. ఈయన అవేక్షణ ఫలితము లన్నియు దూరదర్శని కనుగొనబడక ముందు నెలకొల్పబడిన వన్న విషయమును జ్ఞాపకము ఉంచుకొన్నచో ఈయన అవేక్షణ కౌశల మెంతమహిమ గలదో ఊహించుకొనగలము.

కోపర్నికస్ మరణించిన మూడు సంవత్సరములకు పైకోబ్రాహి (1546-1601) డెస్కార్ట్ దేశములో జన్మించెను. ఇతడు గణితశాస్త్రములో పండితుడు కాదు; సిద్ధాంత ప్రవర్తకుడును కాదు. కాని, అవేక్షణ ప్రయోగములలో అతి చతురుడు. హ్యూయన్ దీవిలో ఒక వేధశాలలోను, డెస్కార్ట్ నుండి వెళ్ళిపోయిన తరువాత ప్రాగ్ వట్టణమువద్ద ఒక కోటలో నిర్మించుకొన్న వేధశాలలోను, నక్షత్రగమనాది జ్యోతిషశాస్త్ర విషయములను పరిశీలించి, జ్యోతిషశాస్త్ర అవేక్షణములకు అదివరకెన్నడు లేని స్పష్టత చేకూర్చెను. పెద్దపెద్ద పరికరములను ఉపయోగించుటయే కాక అవేక్షణ విధానములలోకూడ నవీన పద్ధతులను వినియోగించెను. ఒక్క విషయములోనే అనేక అవేక్షణ ఫలితములను తీసికొని దానినుండి సగటు ఫలమును నిర్ణయించుచు, ప్రమాదవశమున వచ్చు తప్పులను తగ్గించుటకు ప్రయత్నించెను. ఈతడు కోపర్నికస్ సిద్ధాంతమును తప్పుగా భావించి, టాలెమీ సిద్ధాంతమును సవరించి భూమియొక్క కేంద్రస్థానమునకు భంగము లేకుండ మరియొక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. కాని, శాస్త్రాభివృద్ధికి అది ఎక్కువగా తోడ్పడలేదు. తన అవేక్షణ ఫలితములను తనవద్ద పనిచేయుచుండిన జోహాన్ కెప్లర్ (1571-1630)నకు ఉపదేశించెను.

ఈ శతాబ్దిలో భౌతికశాస్త్రములలో చక్కటి పరిశ్రమ చేసినవారిలో ఇటలీ దేశస్థుడైన జార్డానోబ్రూనా (1547-1600) గణనీయుడు. ఈతడు 'అనంతజగత్తు అందులోని ప్రపంచములు' అను ఒక చిన్నపుస్తకమును వ్రాసి ప్రచురించెను. "పరిమితజగత్తునే సృజించుట పరాత్పరుని మహత్తర శక్తులకు విరుద్ధము. పరిమిత జగత్తుల నొకదాని తరువాత ఇంకొకటి అనంతమున సృజించుశక్తి



వరాత్పరున కుండుటచే మనభూమిని బోలు ప్రపంచము లనేకముల నతడు అనంతముగా సృజించె నని నేను నొక్కి చెప్పుచున్నాను" అని బ్రూనా చెప్పెను.

కోపర్నికస్ మొదలయినవారు భూమిని విశ్వకేంద్ర స్థానమునుండి తొలగించి సూర్యునకే ఆ స్థానమును ఇచ్చిరి. బ్రూనా సూర్యునికూడ విశ్వకేంద్రమునుండి తొలగించి, విశ్వము అనంతమైనది కావున దానికి ఒక నియతకేంద్రమే ఉండదన్న భావమును సూచించెను. బ్రూనా యొక్క నవీన సిద్ధాంతము ప్రకారము మన భూమివంటివి అనంత కోటి జగత్తు లున్నవి.

ఈ సిద్ధాంతము క్రైస్తవ మతాధిపతులకు అసమ్మత మయ్యెను. అందుచే 1593లో (బ్రూనా ఇటలీ దేశమునకు తిరిగివచ్చిన తరువాత) అతనిని కారాగృహములో ఏడేండ్లు బంధించి పిమ్మట కాల్చి చంపిరి. బ్రూనా మరణించిన సంవత్సరమందే 'డి మేగ్నెటే' అను గ్రంథమును విలియమ్ గిల్బర్ట్ (1540-1603) వ్రాసెను. ఇతడు ఇంగ్లండు దేశపు రాణియగు మొదటి ఎలిజబెత్తునకు దర్బారు వైద్యుడు. ఈనాటి విద్యుచ్ఛాస్త్రమునకు ఆ గ్రంథములో నిరూపింపబడిన సిద్ధాంతములు మూలాధారమైనవి. అందు ఆఖరు ప్రకరణములలో విశ్వమును గూర్చిన బ్రూనా భావములనే గిల్బర్ట్ విశదీకరించెను.

ఆరిస్టాటిల్ కాలము నుండియు వృత్తము వక్రరేఖ లలో పరిపూర్ణమైన దనియును, అందుచే గ్రహకక్ష్య లన్నియు వృత్తము లనియును శాస్త్రజ్ఞులు నమ్మియుండిరి. ఈ నమ్మకముపై ననే తమ జ్యోతిష సిద్ధాంతములను ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు పెంపొందించిరి. 1080 లో స్పెయిన్ దేశస్థుడు ఆర్జుథెల్ అనునాతడు అట్టికక్ష్యలు దీర్ఘ వృత్తాకారములై ఉండునని సూచించెను గాని, దానిని ఎవ్వరును పాటించలేదు. పైకోబ్రాహి నేకరించిన అవేక్షణ ఫలితములు తండోపతండములుగ ఉండినవి. కోపర్నికస్, పైకోబ్రాహి మాత్రము గ్రహకక్ష్యలు వృత్తములై ఉండవలె నని నమ్మియుండుటచేత గ్రహ కక్ష్యల ఆకారమును గూర్చిన సత్యమును కనుగొనలేక పోయిరి. పైకోబ్రాహి అంగారక గ్రహముపై చేసిన అవేక్షణలను సమీకరించి గ్రహకక్ష్యలకును వాటి చలనములకును సంబంధించిన మూడు సూత్రములను జోహాన్ కెప్లర్ అను డచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించెను :

1. ప్రతి గ్రహము దీర్ఘవృత్తములో సూర్యుని చుట్టు తిరుగుచుండును. ఆ దీర్ఘవృత్తముయొక్క ఒక నాభిలో సూర్యుడు ఉండును ;

2. గ్రహముతో సూర్యుని కలుపు సరళరేఖ సమానకాలము లలో కక్ష్య వృత్తముయొక్క సమాన వైశాల్యములను పర్యటించును ;

3. వివిధగ్రహముల భ్రమణావర్త కాలముల వర్గములు, సూర్యునినుండి వాటి సగటుదూరముల ఘనములతో స్థిర అనుపాతములో నుండును ;

ఈ మూడు సూత్రములు గ్రహగతులను అన్నిటిని సంపూర్ణముగ తెలియజేయును.

ప్రకృతిలో గ్రహములు పరిక్రమించుటకై అనేక వక్రములు ఉండగా అవి అన్నియు దీర్ఘవృత్తములలోనే ఎందుకు పరిక్రమించవలసి వచ్చినది అన్న ప్రశ్నకు సమాధానమును కెప్లర్ కనుగొన ప్రయత్నించెను. కాని న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతమును ప్రకటించు వరకును, ఈ ప్రశ్నకు తృప్తికరమైన సమాధానము బయలుపడలేదు.

ఖగోళశాస్త్రమును గురించిన సిద్ధాంతములు బయలుదేరుచుండ, ఆ సంబంధమైన అవేక్షణములుకూడ దినదిన ప్రవర్ధమానము అగుచుండెను. ఈ అవేక్షణలలో ఎక్కువగా, తోడ్పడిన పరికరము దూరదర్శని. రోజర్ బేకన్ దూరదర్శనిని తయారు చేయుటను గురించి వ్రాసెను గాని అతడట్టి పరికరమును తయారు చేసినట్లు కాన్పించదు.

హాలెండ్ దేశపు సులోచనకారులే దూరదర్శనులను తయారుచేసి శాస్త్రజ్ఞుల వినియోగమున కందజేసిరి. లిప్పెర్లే అను నాతడు మొదటి దూరదర్శనిని తయారు చేసెనని అనుకొనవచ్చును. గెలీలియో ఈ విషయమును వినగానే అతడొక దూరదర్శనిని తయారు చేసెను.

తొలుత గెలీలియోకు ఖగోళశాస్త్రమునం దంత అభిమానము లేకపోయినను తాను నిర్మించిన దూరదర్శనితో ఖగోళశాస్త్రములో అనేక క్రొత్త విషయములను కనుగొనెను. దూరదర్శనితో చంద్రుని చూచి చంద్రతలమునందు ఉండు ఎత్తు పల్లములే చంద్రునిలో మచ్చలుగా కనిపించుచున్నవని తెల్పెను. చంద్రుడును భూమివంటి గోళ మని చెప్పెను. అటు పిమ్మట ఆకాశమునందు నక్షత్రములు ఎక్కువగ ఉండు చోట్లకు దూరదర్శని త్రిప్పి "ఖగోళమున కేవలపునకు నీవు దూరదర్శనిని త్రిప్పి చూచినను నక్షత్రములు గుంపులు గుంపులుగా దృగ్గోచరము లగును. వానిలో అనేకములు పెద్దవియు, కాంతి మంతములునై ఉన్నవి. కాని, చిన్ననక్షత్రముల సంఖ్య నిర్ణయాతీతమైనది" అని అతడు ప్రకటించెను. వియన్లంగ (పాలవెల్లి)లో లెక్కలేనన్ని నక్షత్రములు గుంపులుగా కూడి ఉండుట చేతనే అది మేఘము వలె కాన్పించుచున్న



## భౌతిక విజ్ఞానము - 17 వ శతాబ్దము

దని ఆతడు తెలిపెను. చంద్రునకు వలెనే శుక్రునకు కూడ కళ లున్న వని చూచి తెలుసుకొని, శుక్రుడు స్వయంప్రకాశమూర్తి కాదనియు, సూర్యరశ్మిచేతనే శుక్రగ్రహము ప్రకాశించుచున్న దనియును నిర్ణయించెను. దూరదర్శనిగూడా గురుని చూచి ఆ గ్రహముచుట్టు తిరుగు నాలుగు ఉపగ్రహములను కనుగొనెను. శుక్రుని గురించి గెలీలియో కనుగొనిన విషయములు టాలెమీ సిద్ధాంతము తప్పనియు, కోపర్నికస్ సిద్ధాంతము సత్యమైన దనియు నిరూపించినవి. అటుతరువాత దూరదర్శనితో

చూచి శనిగ్రహము చుట్టు వలయము లున్నవని కను గొనెను. సూర్యుని మచ్చలను దూరదర్శనితో చూచి, సూర్యుడు కూడ పరిభ్రమించుచుండె నని కనుగొనెను. ఆ పరిభ్రమణ కాలమును నిర్ణయించు విధానమును తెలి పెను. గెలీలియో కావించిన ఈ ఆవిష్కరణ లన్నియు క్రైస్తవమతముచే స్వీకరింపబడిన ఆరిస్టాటిల్ సిద్ధాంత ములకు విరుద్ధములైనవి. అన్నిటిలో సూర్యునికి మచ్చ లున్న వను అవేక్షణ మతాధికారులకు అతి దుస్సహముగా ఉండెను.

## భౌతిక విజ్ఞానము - 17 వ శతాబ్దము

గెలీలియో భౌతిక శాస్త్ర పరిశోధనలు లోకనియమముల అన్వేషణలతో ప్రారంభ మైనవి. ఏదేని ఆధారమునుండి సాగని త్రాటితో వ్రేలాడతీసిన వస్తువును ప్రక్కకు లాగి నెమ్మదిగా వదలిపెట్టినచో అది ఏక తలమున ఆందో శించుట ప్రారంభించును. అట్లు యథేచ్ఛగా ఏక తలమున ఆందోశించుచున్న లోలకపు ఆందోశనపరిమితి ఎల్ల కాలము స్థిరముగా ఉండక కాలము గడచిన కొలది క్షీణించును. కాని, లోలకపు ఆందోశనకాలము మాత్రము తదనుగుణ ముగ క్షీణింపదు. లోలకముయొక్క ప్రకంపన పరిమితితో నిమిత్తము లేకుండ నియతమైన పొడవుగల లోలకము యొక్క ప్రకంపనకాలము నియతపరిమాణమునే సదా కలిగియుండును. లోలక ప్రకంపనములపై గెలీలియో సాగించిన ఆ తరువాతి పరిశోధనలవలన లోలకము యొక్క ప్రకంపన కాలమునకును దాని పొడవునకును ఎట్టి సంబంధము న్నదో పూర్తిగా వ్యక్తమైనది.

క్రిందికి పడు వస్తువులపై గెలీలియో కావించిన పరిశో ధనలు మిక్కిలి విప్లవాత్మకములై ఆరిస్టాటిల్ ప్రాథవ మును విజ్ఞానరంగమునుండి సమూలముగ పెకలించివైచిన వని చెప్పవచ్చును. వస్తువులు స్వభావముచేతనే బరువు గానో తేలికగానో ఉండు ననియును, బరువు వస్తువులు అధిక వేగముతో భూమిపై బడు ననియును ఆరిస్టాటిల్ భావించెను. కొంత బరువు గల వస్తువు కొంత పరిమాణము గల వేగముతో భూమిని చేరుకొనగా అంతకు రెట్టింపు వేగముతో భూమిపై పడవలెను; అనగా భూమిపై పడు వస్తువుల వేగములు వాటి బరువుల నిష్పత్తిలో ఉండు నని ఆయన సిద్ధాంతీకరించెను. ఆరిస్టాటిల్ యొక్క ఈ సిద్ధాంతము లోపభూయిష్టమైన దని ప్రయోగకుశలు డైన గెలీలియో సులువుగా గ్రహింపగలిగెను. పైపీన్స్, గ్రోటి యన్ అను శాస్త్రజ్ఞులు అంతకు పూర్వమే క్రిందికి పడు

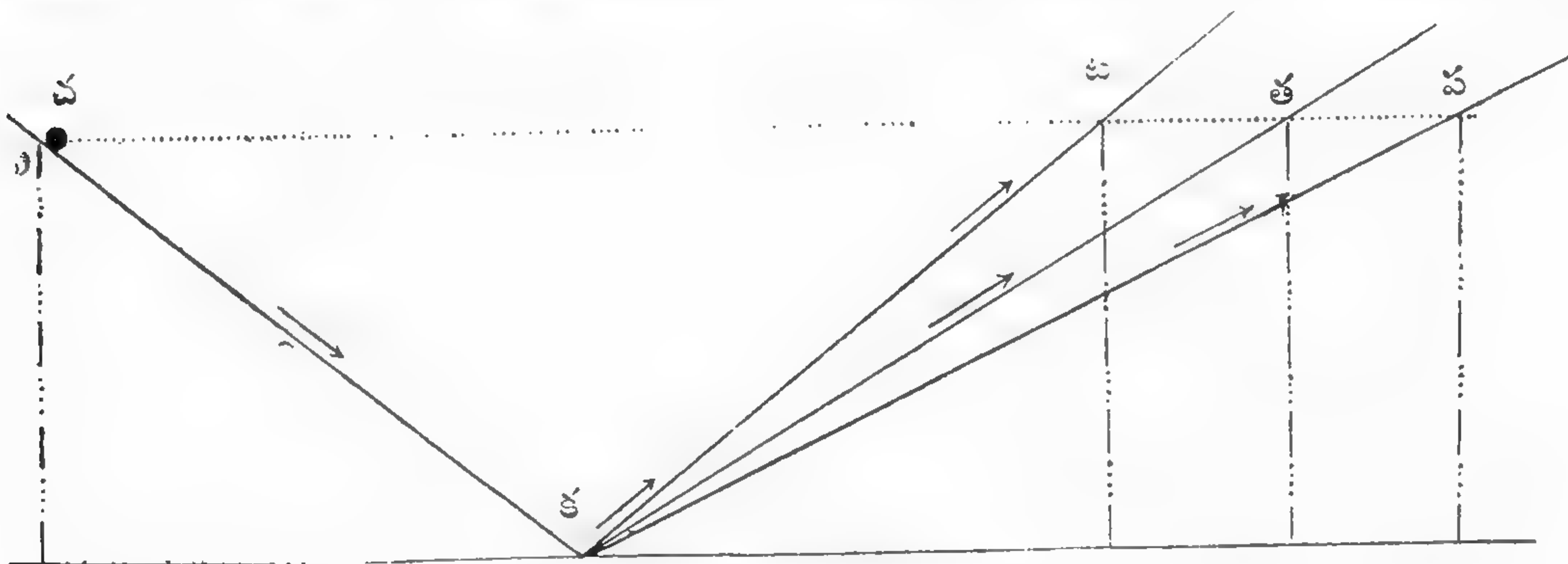
వస్తువులపై కొన్ని ప్రయోగములు చేసి బరువుతో నిమి త్తము లేకుండ ఒకే ఎత్తునుండి యథేచ్ఛగా భూమిపై పడు వస్తువు లన్నియు ఏకకాలమందే భూమిని చేరుకొను నని స్థూలముగ నిర్ణయించిరి. పీసా విశ్వవిద్యాలయములో ఆచార్యుడుగా ఉన్నపుడు గెలీలియో ఆ ప్రయోగ ములను పూర్తి చేసెను. ఒకే ఎత్తునుండి బయలుదేరి వాయు ఘర్షణకు లోనుగాకుండ యథేచ్ఛగా భూమిపై పడు వస్తువులు పెద్దవైనను, చిన్నవైనను, తేలికవైనను, బరువు గల వైనను వాటి బరువులతో నిమిత్తము లేకుండ ఏకకాలమున భూమిని చేరుకొను ననియును, భూమిని చేరుకొనునప్పటికి వాటి వేగములు సమానముగ ఉండు ననియును ఈ ప్రయోగములవలన స్పష్టమైనది. పతన స్థానమునుండి వస్తువునకును, భూమికిని గల దూరము పొచ్చిన కొలదియు వస్తువుయొక్క పతనవేగము అధిక మగు నని కూడ ఈ ప్రయోగములవలన విదితమైనది. వస్తువుల పతనకాలమునకును, వాటి పతన దూరమునకును గల సంబంధమును నిర్ణయించుటకై ఏటవాలు బల్లపై పెక్కు ప్రయోగములు చేసి వస్తువుయొక్క పతన దూరము దాని పతన కాలపు వర్గమునకు సమసామ్యమును కలిగి ఉండునని గెలీలియో సిద్ధాంతీకరించెను.

క్రిందికి పడు వస్తువులను గూర్చి గెలీలియో ప్రతిపా దించిన ఈ సిద్ధాంతములు ఆనాటి సంఘములో బాగుగా పాతుకొనిపోయియున్న ఆరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతమునకు పూర్తిగా విరుద్ధము లగుటచే పండితలోకములో గొప్ప అలజడి బయలుదేరినది. ఆరిస్టాటిల్ గ్రంథములను తుణ్ణ ముగా వల్లించిన పలువురు పండితులు గెలీలియోను తీవ్ర ముగా విమర్శింప సాగిరి. కాగా, ఆ అలజడిని తగ్గించి ఆ విమర్శనములను ఎదుర్కొనుటకై పీసా నగరములో కొద్దిగా వంగిఉన్న గోపుర శిఖరమునుండి భిన్న పరిమాణములు



గల ఉక్కు గుండ్లను ఒక్కసారిగా క్రిందికి వదలి భూతలమును అవి ఏక కాలములో చేరుకొనుటను ప్రత్యక్షముగ కనబరచి తన సిద్ధాంత ప్రామాణ్యమును గెలీలియో బహిరంగముగ నిరూపించెను. మరియుక ప్రయోగమునందాయన బరువైన నాణెమును, తేలికయైన ఈకను పొడుగైన గాజు గొట్టములో ఉంచి పిమ్మట ఆ గాజు గొట్టములో గాలిని పూర్తిగా తీసివైచి తరువాత గాజు గొట్టమును తలక్రిందులు చేయగా గాజుగొట్టముయొక్క ఒక కొననుండి రెండవకొనకు బరువైన నాణెము, తేలికయైన ఈక రెండును ఒకే కాలమందే చేరుకొనుటను ప్రదర్శించి

గూర్చి గెలీలియో కావించిన ప్రయోగములలో 'చ' బిందువునుండి, 'చక' అను పటవాలు బల్లమీదుగా క్రిందికి జారిన గోళము 'క' వద్ద ఆగిపోక 'కట' అనే మరియుక పటవాలు బల్లమీదుగా పైకి 'ట' వరకు సుమారు 'చ' ఎత్తుకు ఎగత్రాకగలిగినది. 'కట' అనే పటవాలు బల్లయొక్క పటవాలు కోణము తక్కువయినచో 'కత' అను పటవాలు బల్లమీదుగా 'త' వరకును ('త' బిందువును సుమారు 'చ' ఎత్తులోనే ఉన్నది), దాని పటవాలు కోణము ఇంకను తక్కువైనచో 'కప' వరకును ఆ గోళము ప్రయాణము చేయగలిగేది. అందుచేత రెండవ



గెలీలియో వాలుబల్ల ప్రయోగము

మొదటి ప్రయోగము—'చ' వద్ద వదలిన గుండు 'చక' దారిని భూమట్టమును చేరి, గతిభారము కారణమున 'కట' అను వాలుబల్లపై 'ట' వరకు ఎక్కినది.

రెండవ ప్రయోగము—మీద ప్రయోగములోని గుండు మొదటిబల్లకన్న వాలు తక్కువైన 'కత' అను బల్ల వెంబడి 'త' వరకు ఎక్కినది. 'కట' కన్న 'కత' పొడవు ఎక్కువగుట స్పష్టము.

మూడవ ప్రయోగము—పై రెండు బల్లలకన్న తక్కువవాలుగానున్న బల్లపైకి 'క' నుండి 'ప' వరకు గుండు ఎక్కినది, 'కప' పొడవు పై రెండింటికన్న పొచ్చు.

అందుచే గుండు ఎక్కగల బల్ల వాలు తగ్గినకొద్ది గుండుగతిభారము గుండును ఎక్కువ దూరమును తీసుకొనిపోగలదు.

తేలిక వస్తువులును, బరువు వస్తువులును తన సిద్ధాంతము నెటుల అనుసరించెనో వ్యక్తపరచెను.

గతిశాస్త్రములో గెలీలియో కావించిన మరియుక అన్వేషణ న్యూటన్ గతి నియమములకు పునాదులను ఏర్పరచిన దనవచ్చును. నున్నని తారురోడ్డుపై తోపుడు బండిని ఒకడు ముందుకు త్రోయుచున్నా డనుకొందము. అతడా బండిని ముందుకు త్రోయుచున్నంత కాలము అది నడచుటలో ఆశ్చర్య మేమియు లేదు. కాని, ఒకవేళ అతడు బండిని త్రోయుట ఆపివేసినను ఆ తాపు నందే ఆగిపోక కొద్దిగా ముందుకు పోయి అది ఆగుటను పరికింతుము. గెలీలియో కూడ దానికి సదృశమైన సంఘటనను ఒకదానిని నిరూపించెను. క్రిందికి పడు వస్తువులను

పటవాలు బల్లయొక్క పటవాలు కోణము తక్కువైన కొలది 'చ' నుండి దిగజారిన వస్తువు ప్రయాణము చేయు దూరము పొచ్చగుటకు వీలున్నది. 'కట' అనే పటవాలు బల్లయొక్క కోణము శూన్యమునకు తగ్గునప్పుడు ఆ వస్తువు ప్రయాణము చేయగల దూరము అనంత మగుటకు వీలు లేకపోలేదు. అయితే, అట్లు అనంత దూరము ప్రయాణముచేయకుండ ఘర్షణ బలము కొంతవరకు అడ్డు తగులుచున్నది. కాబట్టి, ఒక వస్తువునకు కొంత వేగమును కల్పించినట్లయిన బహిర్బలముల జోక్యము లేనంతవరకు ఆ వస్తువు అదే వేగముతో అవిచ్ఛిన్నముగ తన ప్రయాణమును కొనసాగించును. గెలీలియో ప్రతిపాదించిన ఈ గతి నియమమును న్యూటన్ సమగ్రముగ పరిశీలించి దానికి



స్పష్టమైన రూపమునిచ్చి అసందిగ్ధమైన మాటలలో వ్యక్త పరచెను.

గెలిలియో గతిశాస్త్రములో ప్రయోగములు కావించు చున్న సమయముననే సైవీనస్ (1548-1620) స్థితి శాస్త్ర ముందును, గిల్బర్ట్ (1544-1603) అయస్కాంతశాస్త్ర ముందును పరిశోధనలు చేసిరి. సైవీనస్ కృషి ఫలితముగ ఆవిర్భవించినదే 'సమానాంతర చతుర్భుజ బల సూత్రము.' ఈ సూత్రమును ప్రతిపాదించుటలో ఆయన ఒక వస్తువు ఒకటి కంటె ఎక్కువ బలములకు ఒకే సమయమున గురి యగునప్పుడు ఈ బలముల కన్నింటికని కలిసి ఒకే ఫలితము ఉండు నను విషయమును విశదీకరించెను. ఈ విశదీకరణము వలన యంత్రశాస్త్రములో ప్రత్యక్ష మగు అనేక సమస్య లను సులువుగా పరిష్కరించుటకు వీలైనది.

ద్రవస్థితి శాస్త్రములో కూడ సైవీనస్ కావించిన పరిశో ధనలు ముఖ్యమైనవి. ఏదేని వస్తువు ఒక ద్రవములో మునుగుటయు, తేలుటయు ఆ వస్తుసాంద్రతపైనను, ద్రవ సాంద్రతపైనను ఆధారపడి యుండును గాని, ఆవస్తువు ఆకారముపై ఆధారపడి యుండ దను విషయము ఆర్కి మీడిజ్ కాలమునుండియు తెలిసియున్నను, వస్తువులు ఒక ద్రవములో మునుగుట ఆవస్తువుల ఆకారముపై ఆధార పడియుండు నను ఆరిస్టాటిల్ సంప్రదాయకుల భావములు 16 వ శతాబ్దమున కూడ మంచి ప్రచారమునం దుండెను. ఆరిస్టాటిల్ సంప్రదాయకుల ఈ భావమును గెలిలియో ఖండించి వస్తువులు ఒక ద్రవములో మునుగుటయును తేలు టయును ఆ వస్తువుల సాంద్రతపైనను, ద్రవముల సాంద్రత పైనను ఆధారపడి ఉండు నని తిరిగి ప్రయోగ మూల మున నిరూపించెను. ఆ తరువాత సైవీనస్ ద్రవ ప్రేష మునుగూర్చి పరిశోధన లొనర్చి విశ్రమస్థితియం దున్న ఒక ద్రవములో ఒక బిందువువద్ద నిర్దిష్ట పరిమాణము గల ప్రేషము ఉండు నని ఉద్ఘాటించి ఈ ప్రేష పరిమాణము ఆ బిందువుపై నున్న ద్రవస్తంభపు ఎత్తుపై ఆధారపడియుండు నని నిరూపించెను. కాబట్టి, ఒక బిందువుయొద్ద ద్రవ ప్రేషము ద్రవ తలమునుండి బిందువుయొక్క లోతు పొచ్చిన కొలది పొచ్చును.

విలియమ్ గిల్బర్ట్ నకు పూర్వమే అయస్కాంతమును గూర్చి మానవునకు కొంత పరిచయము ఉండెను. ప్రకృతిలో సహజముగా లభ్యమగు అయస్కాంతము సూదంటు రాయి (లోడ్ స్టోన్); దానికి ఇనుమును ఆకర్షించు గుణ ఉన్నది. స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడదీయబడిన నిడువైన సూదంటు రాయి సదా ఉత్తర దక్షిణములకే తిరిగిఉండు నని కూడ చైనా మున్నగు దేశీయులు ఇదివరకే గ్రహించిరి.

గిల్బర్ట్ పరిశోధనలలో ముఖ్యముగ పేర్కొనవలసినది ప్రతి అయస్కాంతమునకు రెండు ధ్రువములు ఉండు నను విషయము. ధ్రువములయొద్ద అయస్కాంత గుణము కేంద్రీ కృతమై యుండును. ధ్రువములు రెండును సర్వసాధారణ ముగ అయస్కాంతముయొక్క రెండుకొనలందును ఉండును. ఆ తరువాత గిల్బర్ట్ మరికొన్ని ప్రయోగ ములను చేసి సజాతి ధ్రువములు అవకర్షించుకొను ననియు, విజాతి ధ్రువములు ఆకర్షించుకొను ననియు కనుగొనెను. స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడదీయబడిన అయస్కాంతము సదా ఉత్తర దక్షిణ దిక్కులనే చూపుటకు కారణము భూమి కూడ పెద్ద అయస్కాంతముగ ప్రవర్తించుటవలననే అను మహత్తర విషయము ఈ అన్వేషణ ఫలితముగనే ఆయనకు స్ఫురించినది. భూమికి అయస్కాంతత్వమును ఆరోపించిన పాశ్చాత్యులలో ప్రథముడు గిల్బర్ట్.

భూమియొక్క అయస్కాంత ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువ ములు భూగోళ ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువములతో ఏకీభవిం చక వాటికి కొంత చేరువలోనున్న వనికూడ ఆయన కనుగొనెను. భూమియొక్క అయస్కాంతత్వమును ప్రదర్శించుటకై సూదంటురాయితో నొక గోళమును తయారుచేసి దాని ఉపరితలముపై, వివిధ స్థానముల అయస్కాంత సూచి సూచించు దిక్కులను లిఖించగా వచ్చిన వక్రరేఖలను గోళతలపు మహా వర్తులము లని కను గొనెను. ఈ మహావృత్తము లన్నియు గోళపు ఊర్ధ్వ, అధస్థలముల రెండు బిందువులవద్ద కలుసుకొని ఉండుట చూచి, అయస్కాంత గోళమునకు రెండు ధ్రువములుండు నను విషయమును నిరూపించెను.

స్థిర విద్యుత్తుశాస్త్ర రంగమున గిల్బర్ట్ కావించిన కృషి ఫలితములు 'డి మేగ్నెటే' గ్రంథమున ఒక అధ్యాయ ములో పొందు పరుపబడినవి. సీమగుగ్గిలమును (అంబరు) పట్టుగుడ్డతో రుద్దినపుడు అది కాగితపు ముక్కలవంటి తేలిక వస్తువులను ఆకర్షించు నని క్రీ. పూ. 5వ శతాబ్దముననే తేలిజ్ కనుగొనెను. గిల్బర్ట్ పరిశోధనలుచేసి రుద్ద బడిన వస్తువుల తలముపై స్థిర విద్యుత్తు ఉద్భవించుట చేతనే వాటి కా గుణము ఏర్పడుచున్న దని కనుగొనెను. ఈ సందర్భములో ఆయన అనేక వస్తువులను గుడ్డతో రుద్ది తేలిక వస్తువులను ఆకర్షించు గుణము వానికి ఉన్నదో లేదో కనుగొనుటకై చేసిన ప్రయోగముల వలన ప్రకృతిలో లభ్యమగు గాఢ, గంధకమువంటి వస్తువులలో కొన్నింటికి సీమ గుగ్గిలమువలెనే తేలిక వస్తువులను ఆకర్షించు గుణ మున్నదనియును రాగి, వెండి, ఇత్తడి మున్నగువానికి ఆ గుణము లేదనియు ఆయనకు వ్యక్తమైనది. సీమగుగ్గిలము



పేరే తేలిక వస్తువులను ఆకర్షించు గుణము గల వానిని 'ఎలెక్ట్రిక్స్' అనియును, ఆ గుణము లేనివానిని 'నాన్ ఎలెక్ట్రిక్స్' అనియును పేర్కొనెను. ఎలెక్ట్రిక్స్ అని గిల్బర్ట్ పేర్కొనిన వస్తువులను విద్యుద్బంధకములు (ఇన్సులేటర్స్) అనియును, నాన్ ఎలెక్ట్రిక్స్ అని పేర్కొనిన వానిని విద్యుద్వాహకములు (కండక్టర్స్) అనియును నేటి వ్యవహారము. 'ఎలెక్ట్రిసిటీ' అను పదము 1648లో సర్ టామస్ బ్రౌన్ అను ఒక ఇంగ్లీషు వైద్యునిచే కల్పింపబడినది.

గిల్బర్ట్ అయస్కాంతము ఇనుమును, సీమగుగ్గిలము తేలికయైన వస్తువులను ఆకర్షించుటకు గల కారణమును అరయుటకై ప్రయత్నించెను. అయస్కాంతము నుండియు, విద్యుదావిష్ట వస్తువుల నుండియు ద్రవ్య స్వభావము లేని ఈతర్ సంబంధమైన ప్రభావము ప్రసార మగు ననియును, ఆ ప్రసారముల మూలమున అవి పరిసర వస్తువులను తమ దగ్గరకు ఆకర్షించుకొను ననియును ఆయన ఊహించెను. ఇక అయస్కాంతగోళమైన భూమి నుండి ఉద్గారములు వెల్వడుటచే ఏర్పడిన అయస్కాంత క్షేత్రములు చంద్రుని వరకు విస్తరించి యుండుటచే చంద్రగోళ చలనములందు వ్యత్యాసములు కలుగుచున్న వని ఆయన సిద్ధాంతిక రించెను.

ఆకాశములో ఖగోళములు ఎట్లు తిరుగుచున్నవో వివరించుటకు గాను బ్రహ్మాండమం దంతటను నిండి, యొక విధమైన 'ప్రవాహి' ఉన్న దని డేకార్ట్ భావించెను. వరదల సమయమందలి నదీజలమువలె బ్రహ్మాండమం దంతటను నిండియున్న ఈ ప్రవాహి కూడ అధికవేగముతో సదా ముందుకు పారుచుండును. అట్టిసమయములో ఆ ప్రవాహి యందు నదిలోవలెనే అక్కడక్కడ సుడులు ఏర్పడుచుండును. నదిలో సుడిగుండమందు చిక్కుకొనిన గడ్డిపరక గాని, బెండుగాని ఎటుల దానిని దాటిపో జాలక అందే గిరున తిరుగుచుండునో అట్లే ఒక్కొక్క గ్రహము ఒక్కొక్క సుడియందు చిక్కుకొనియుండుటచే గ్రహ సంచలనములు కలుగుచున్నవి. ఈ సుడుల తీవ్రత తగ్గిననే గాని గ్రహసంచలనము నశించుటకు వీలులే దని ఆయన చెప్పెను. భూతలమునుండి పై కెగురవేయబడిన వస్తువు తిరిగి భూతలమును చేరుకొనుటకు కూడ డేకార్ట్ విచిత్రమైన వివరణ మొసంగెను. భూమి ఒక సుడిలో చిక్కుకొని గిరున తిరుగుచున్నదని గ్రహించితిమికదా! నది యందలి సుడిగుండములోనికి దానికి కొన్ని అడుగుల దూరమునందున్న వస్తువు లాగబడుట పరికించుచునే ఉండుము. ఆ రీతిగనే భూతలమునకు కొన్నిమైళ్ల

ఎత్తునఉన్న ఏ వస్తు వైనను భూమి ఉన్న సుడియొక్క ప్రభావమునకు లోనై దానిలోనికి లాగబడుచున్నది. తత్ఫలితముగనే వస్తువులు భూతలముపై పడుచున్నవి.

డేకార్ట్ అట్లు ప్రయోగముకంటె నిగమనతార్కిక పద్ధతికే శాస్త్ర పరిశోధనలలో ప్రాముఖ్య మొసంగుచున్న సమయమందు ఇంగ్లీషు రచయిత ఫ్రాన్సిస్ బేకన్ శాస్త్ర రంగమందు ప్రయోగముల ప్రాముఖ్యమును పునరుద్ఘాటించెను.

క్రైస్తవ మతాధికారులచే నిర్బంధింపబడి అవసాన దశలో పలు ఇడుములకు లోనై గెలీలియో మహావిజ్ఞాని ఇటలీ దేశములో చనిపోయెను (1642). గెలీలియో చనిపోయిన సంవత్సరముననే ఇంగ్లండులో ఐజక్ న్యూటన్ జన్మించెను. గెలీలియో చనిపోవు సరికి క్రిస్టియన్ హైగెన్స్ 13 సంవత్సరముల బాలుడు. ధీవిశాలురైన ఈ ఇరువురి శాస్త్రజ్ఞుల ప్రాపున పదునేడవ శతాబ్దపు ఉత్తరభాగములో భౌతిక విజ్ఞానము పాచ్చుగా వృద్ధిచెందినది. కోపర్నికన్ సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంతమును, కెప్లర్ గ్రహగతి నియమములను, గెలీలియో అన్వేషణలను ఐజక్ న్యూటన్ (1642-1727) బాగుగ జీర్ణించుకొనెను. విద్యార్థి దశలోనే ఆయన తోకచుక్కలను శ్రద్ధగా అవేషించి కెప్లర్ గ్రహగతి నియమములు తోకచుక్కలకుకూడ వర్తించునని కనుగొనెను. కాని, గగన తలమున నిరాటంకముగ గతులను తప్పకుండ సంచరించుచున్న ఖగోళములను వీక్షించిన కొలదియు ఆయన మనస్సులో ఒక జిజ్ఞాస రేకెత్త జొచ్చినది. ఆకాశములో బహుళ సంఖ్యాకములై యున్న నక్షత్రములు ఒకదాని నొకటి డీకొనకుండ ఎట్లు సంచరించుచున్నవి? సూర్యుని చుట్టు గ్రహములు పరిభ్రమించుటకు హేతు వేమి? అట్లు పరిభ్రమించుటలో కెప్లర్ ప్రతిపాదించిన గ్రహ గతి నియమములనే అవి ఏల అనుసరించవలెను?

పైన పేర్కొనినట్లు కోపర్నికన్, కెప్లర్ ప్రభృతులు గ్రహము లెట్లు పరిభ్రమించుచున్నవో కనుగొనిరి. కాని, అవి అట్లు పరిభ్రమించుటకు గల హేతువును వారు తెలిసికొనలేకపోయిరి. ఇక గిల్బర్ట్, డేకార్ట్ ప్రభృతులు ఈ విషయమై కొంత కృషిచేసినను గెలీలియో గతిశాస్త్ర నియమములను పరీక్షించిన న్యూటన్ కు వీరి సిద్ధాంతములు సత్యములు కావని వెంటనే విశదమైనది. అందుచే గ్రహ గతులకు హేతువులను తెలిసికొనుటకు ముందు గతిశాస్త్ర నియమములను నిర్దుష్టముగ నిర్వచింపవలసి యున్న దని గ్రహించి అందులకై న్యూటన్ పూనుకొనెను. ద్రవ్యమునకు జడత్వము అను మహత్తర గుణ మున్న దని



గెలీలియో నిర్వచించెను. బ్రహ్మాండములో ఏవస్తువైనను ఒకచోట స్థిరముగా ఉన్నచో ఆ వస్తువు జోలికి ఎవ్వరును పోనంతవరకు అది ఎంత కాల మైనను అచ్చోటనే అట్లే స్థిరముగా ఉండును. అట్లే ఏ వస్తు వైనను ఒక నియమిత వేగముతో వదలిన ఒక దిక్కు మొగమై పోవుచున్నప్పుడు దానికి ఏవిధమగు ఆటంకమును కలుగజేయక పోయినచో అది అదే వేగముతో ఎల్లప్పుడు ఆ దిక్కుగనే పయనించుచుండును. ఇది ద్రవ్యమునకు స్వాభావికమైన జడత్వ లక్షణము వలన సంభవించు చున్నది. ఇది గెలీలియో గతి నియమములలో మొదటిది.

గెలీలియో మొదటి గతి నియమము ననుసరించి వస్తువు యొక్క వేగములో మార్పు కలుగజేయుటకు శాస్త్ర బలము అవసరము. శాస్త్రబల పరిమాణమునకు, వస్తువు వేగములో వచ్చిన మార్పునకు అన్యోన్యసంబంధమున్నది. ఇది గెలీలియో రెండవ గతి నియమము.

గెలీలియోయొక్క పైరెండు గతి నియమముల సార్థక్యమును న్యూటన్ గ్రహించి వాటికి సక్రమమైన రూపమునిచ్చి, వాటికి మరి యొక గతి నియమమును జత చేసి ఆ మూడింటిని తిరిగి తన మాటలలో నిర్వచించెను.

1. శాస్త్ర బల ప్రేరణ యున్నచే తప్ప ప్రతివస్తువు తన విశ్రాంతి స్థితిని గాని, గమనములో ఉన్నప్పుడు సరళ రేఖాత్మక సమవేగ స్థితిని గాని వీడదు.
2. ఒక వస్తువుయొక్క గతిభారము వందలి మార్పు లేకుండా ప్రయత్నమైన బలమునకు యథానుపాతములో ఉండుటయే గాక ఆ బలము ప్రవర్తించు దిక్కుననే జరుగును;
3. ఏ క్రియ కైనను సమానమును, విరుద్ధమును అగు ప్రతి క్రియ ఉండును.

న్యూటన్ తన ఈ గతి నియమముల సహాయముతో గ్రహగతులకు కారణములను అరయుటకై ప్రయత్నించెను. మొదటి గతినయమమును బట్టి సృష్టిలో ప్రతివస్తువునకును విశ్రాంతిస్థితిలో ఉండుటగాని లేదా సరళరేఖాత్మక సమ వేగముతో సంచరించుట గాని స్వాభావికము. గ్రహములు నిలుకడగా లేవు. పోగా, సరళరేఖాత్మక సమవేగముతో కూడ అవి సంచరించుట లేదు. అవి ప్రతి క్షణమును తమ సంచలన దిశను మార్చుకొనుచు సూర్యుని చుట్టు దీర్ఘ వృత్తాకార కక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నవి. ఇక ఆ కక్ష్య యందైనను వాటి వేగము సమముగా లేదు. సూర్యుని సమీపించిన కొలదియు వాటి పరిభ్రమణవేగము పెచ్చుచు సూర్యునకు దూరస్థ మగుకొలదియు వాటి పరిభ్రమణ వేగము తగ్గుచున్నది. కాబట్టి గ్రహ గతులలో మార్పు కలుగజేయు శాస్త్రబలము ఒకటి ఉండవలెను. సూర్యుని చుట్టును గ్రహములు తిరుగుచున్నవి. కాబట్టి ఆ శాస్త్ర

బలమునకు సూర్యుడే కారణభూతు డని న్యూటన్ భావించెను. సూర్యుడు కలుగజేయుచున్న ఆ శాస్త్ర బల స్వభావము ఎట్టి దని ఆ తరువాత ఆ మహా విజ్ఞాని చర్చించెను.

గ్రహ సంచలన వేగములోను, దిశలోను మార్పులను కలుగజేయుచున్న ఈ బలము సూర్యున కెట్లు లభ్యమగుచున్నది? ఈ సమస్యనుగూర్చి ఆలోచించుచు ఒకనాడు న్యూటన్ ఆపిల్ చెట్టు క్రింద కూర్చొనియుండెనట; అప్పుడు ఆచెట్టునుండి నేలపడిన పండ్లొకటి న్యూటన్ దృష్టిని ఆకర్షించెను (ఈకథ నిజము కాకపోవచ్చును; వోల్టేర్ పండితుడు ఈ కథను కల్పించెనని వాడుక). చెట్టు నుండి ఏ కారణముచేత పండు నేలకు రాలినదో అదేకారణము చేత సూర్యునిచుట్టు గ్రహములు, గ్రహముల చుట్టు ఉపగ్రహములు తిరుగుచున్న వనుట వాస్తవము. ఆపిల్ పండుపై భూమి కొంత ఆకర్షణ బలమును నెరపుట మూలమున ఈ చెట్టునుండి విడివడిన ఆపిల్ పండు ప్రదేశములో అట్లే నిలచిపోక అథోముఖముగా ప్రయాణము సాగించి భూతములపై పడినది. భూమికి ఈ ఆకర్షణ బలము దాని ద్రవ్యరాశివలననే లభ్యమైన దని, లభ్యమై ఉండవలె నని న్యూటన్ ఊహించెను. కాబట్టి భూమి తన ద్రవ్యరాశికి అలవడిన ఆకర్షణబలమువలన చెట్టు నుండి విడివడిన పండును తన వైపునకు లాగుకొనుచున్నది. అట్లే సూర్యుడు కూడ తన ద్రవ్యరాశిఫలముగా లభ్యమైన గురుత్వాకర్షణ బలమువలన గ్రహముల నన్నిటిని తన చుట్టును త్రిప్పుకొనుచున్నాడని ఏల ఊహింపరాదని న్యూటన్ ప్రశ్నించుకొనెను. అయితే ద్రవ్యమయమైన ఒక వస్తువు, ద్రవ్యమయమైన మరియొక వస్తువుపై ప్రవర్తింపజేయు ఈ ఆకర్షణబల పరిమాణ మెంత? ఈ పరిమాణమును నిర్ణయించుటకై కెప్లర్ మూడవగ్రహ గతి సూత్రము, హైగెన్స్ కేంద్రాభిముఖ బలనియమము న్యూటన్ కు ఎక్కువగా ఉపయోగపడినవి. రెండు వస్తువుల ద్రవ్యరాశులు  $m_1, m_2$  గ్రాములు అయి వాటి మధ్యదూరము 'r' సెంటీమీటర్లు అయినచో వాటి పరస్పరాకర్షణ బలము వాటి ద్రవ్యరాశుల గుణన ఫలమునకు అనులోమ సంబంధములోను, వాటి మధ్యదూర వర్గమునకు విలోమ సంబంధములోను ఉండును. దానినే గణిత పరిభాషలో  $F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$  అని వ్రాయుదురు. సమీకరణములో G అనునది భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణస్థిరాంకము. ఈ సూత్రమునకు గురుత్వాకర్షణ నియమము అని పేరు.



ద్రవ్యమయములైన రెండు గోళములు ఒకదాని నొకటి పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుటలో వాటి ద్రవ్యమంతయు, వాటి కేంద్రములవద్ద కేంద్రీకృతమై ఉన్నట్లుగనే అవి వ్యవహరించు నని గణితశాస్త్రరీత్యా న్యూటన్ కను గొనెను (1685). సుమారు ఆ కాలముననే ఫ్రెంచి విజ్ఞాని పీకార్ (1620-82) భూ పరిమాణమును కొలిచి కొన్ని లెక్కలను ప్రచురించెను. భూ పరిమాణ విషయకమైన ఆ కొలతలు అంతకు పూర్వపు కొలతల కంటె నిశితము లైనవి. అందుచేత ఆ లెక్కల సహాయముతో తన సిద్ధాంతమును తిరిగి సరిచూచుకొని అది నిర్దుష్టమైన దని తన మనస్సునకు దృఢ విశ్వాస మేర్పడిన పిమ్మట న్యూటన్ 1687 లో దానిని ప్రచురించెను.

తన గురుత్వాకర్షణసిద్ధాంతముయొక్క విస్తృతి అపరిమిత మనియు, దానికి విశ్వవ్యాప్తి ఉన్నదనియు న్యూటన్ గుర్తింపకపోలేదు. భూతలముపై సూర్య చంద్రుల ఆకర్షణ ఫలితముగ సముద్రములలో పాటు, పోటు ఎట్లుత్పన్నము లగుచున్నవో ఆయన గణించెను. ఇక తోకచుక్కల విషయములోకూడ న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ నియమము చక్కగ వర్తించు నని లెక్కలు కట్టి హేలీ విజ్ఞాని నిరూపించెను.

17 వ శతాబ్దములో ద్రవస్థితిశాస్త్ర మందు కూడ మహత్తర పరిశోధనలు సాగినవి. గెలీలియో, టారిసెల్లి వ్యక్తపరచు వరకును గాలిని గురించి సుస్పష్టమైన అభిప్రాయములు శాస్త్రజ్ఞులకు లేవు. “ప్రకృతి శూన్యమున కవకాశ మీయ” దనియును, అందుచేత ప్రకృతిలో శూన్య మేర్పడకుండ అరికట్టుటకై ఖాళీ ఏర్పడిన ప్రదేశము లోనికి వెంటనే ద్రవ్యము నెట్టబడుచుండు ననియును ఆరిస్టాటిల్ వచించెను. గెలీలియోకూడ ఈ సిద్ధాంతప్రభావము నుండి పూర్తిగా విముక్తుడు కాలేదు. కాని, గాలికి బరువు ఉన్న దని ఆయనకు స్పష్టముగ తెలియును. నీటి సాంద్రతలో గాలి సాంద్రత  $\frac{1}{800}$  వంతు అనికూడ ఆయన గణించెను. కాని అంత తేలికైన గాలి ప్రేషమును ఎట్లు కలుగజేయుచున్నదో ఆయనకు స్ఫురింపలేదు. కాగా ఎక్కువ పొడవైన పీల్చుడుగొట్టములోనికి నీటిమట్టము నుండి 33 అడుగులకంటె ఎక్కువ ఎత్తుకు నీరు ఎక్కక పోవుట ఆయనకు ఆశ్చర్యమును కలిగించినది. అందులకు కారణమును అరయుటకై ఆయన ప్రయత్నించెను గాని కృతకృత్యుడు కాలేదు. ఆ సమస్యను సక్రమముగా పరిష్కరించిన విజ్ఞాని గెలీలియో శిష్యుడు టారిసెల్లి.

గెలీలియో అవసానదశలో ఆతనివద్ద శిష్యుడుగా టారిసెల్లి చేరినాడు. బరువును కలిగియున్న ప్రతి వస్తువు

కొంత నిర్దిష్టపరిమాణముగల అథఃప్రేషమును కలిగి యుండుట స్వాభావికమే. బరువును కలిగియున్న వాయువు కూడ కొంత వరకు అథఃప్రేషమును వస్తువుల ఉపరితలముపై ప్రవర్తింప జేయుచున్న దనియును, తన్మూలముగా పీల్చుడుగొట్టములో 33 అడుగుల ఎత్తువరకు నీరు ఎక్కగలుగుచున్న దనియును వచించి ఆయన ఆ సమస్యను పరిష్కరించెను. నీటికంటె హెచ్చు సాంద్రతగల పాదరసమును ఉపయోగించి ప్రయోగము చేసినపుడు పాదరస సాంద్రత కంటె నీటి సాంద్రత ఎన్ని రెట్లు తక్కువో అదే నిష్పత్తిలో పాదరస స్తంభముయొక్క ఎత్తు పీల్చుడుగొట్టమునందు తగ్గవలెను. ప్రయోగఫలిత మీ ఊహను సమర్థించినది. ఈ ఫలితమును ఉపయోగించి వాతావరణ ప్రేషములో స్తంభవించు మార్పులను కనుగొనుటకై 1643లో పాదరసముతో నింపిన మొదటి భారమితి (చూ. అకారాది) ని ఆయన నిర్మించెను.

తన భారమితిలో పాదరసమును ఉపయోగించి పెక్కు ప్రయోగములను టారిసెల్లి ఒనర్చెను. 28 అంగుళముల కంటె ఎక్కువ ఎత్తునకు ఎన్నడును పాదరసము పోలేదు. గొట్టములో ఆ పాదరసపు మట్టము పైనున్న భాగము శూన్యముగనే నిలిచిపోయెను. ఈ రీతిగా ప్రకృతిలో శూన్యమునకు తావు లేదను భావము సత్యము కాదని కూడ ఈ ప్రయోగములవలన నిరూపితమైనది.

భూమి మట్టమందు గాలియొక్క అథఃప్రేషమువలన ఒక వైపున మూయబడిఉన్న గొట్టములో పాదరసము 28 అంగుళముల ఎత్తువరకు నెట్టబడిన దని టారిసెల్లి గావించిన నిరూపణ నిర్దుష్టమైనదని ఆ కాలపు విజ్ఞానులు సామాన్యముగా అంగీకరింపలేదు. గాలియొక్క ప్రేషము భూతలమునుండి ఎత్తునకు పోయినకొలది తగ్గును కాబట్టి భారమితిని ఎత్తైన ప్రదేశమునకు తీసికొనిపోయినచో దానిలోని పాదరసపుమట్టము తగ్గు ననియును, ఆ రీతిగా టారిసెల్లి నిరూపణ సత్యము కావచ్చు ననియును పాస్కల్ యూహించెను. తదనుగుణముగ ఆయన పీడదోమ్ పర్యతముపై ఆ ప్రయోగము గావింప తన భావయైన ప్లొరిన్ పెరియర్ ను నియోగించెను. ఈ ప్రయోగ ఫలితముగ ఆ పర్యత శిఖరముపై భారమితిలోని పాదరసపుమట్టము 3 అంగుళముల వరకును తగ్గిన దని వ్యక్తమైనది. ఈ ప్రయోగమువలన టారిసెల్లి పరిశోధనఫలితము సత్యమని నిరూపితమగుటయే గాక భారమితిని ఉపయోగించి ఒక ప్రదేశముయొక్క ఎత్తునుకూడ కనుగొనవచ్చు నని తెల్లమైనది.

ద్రవప్రేషములను గూర్చి కూడ పాస్కల్ ముఖ్యమైన పరిశోధనలు చేసెను. ఆర్కిమీడిజ్, గెలీలియో ప్రభృతుల



తరువాత ఈ విషయమై పాచ్చు కృషి గావించినవాడాయనయే. ద్రవముల ప్రేషము వాటి లోతునుబట్టి మారునను మహత్తర సిద్ధాంతమును ఆయన స్థాపించెను. ద్రవ శరీరమందు ద్రవప్రేషము అన్ని దిశలయందును ఒకే పరిమాణమును కలిగియుండు నని కూడ ఆయన కనుగొనెను. దీనినే పాస్కల్ నియమ మందురు.

వాతావరణ ప్రేషము అన్నిదిశలందును సమముగా వ్యాపించి ఉన్న దను సత్యమును జర్మనీ విజ్ఞాని ఆటో-వాన్-గేరికె చాల చిత్రముగ నిరూపించెను. ఒకదానిలో నొకటి సమముగా అతుకుకొనగల రెండు ఇనువగోళార్థములను తీసికొని వాటిని సంధించి, వాయురేచక పరికరము ద్వారా వాటి మధ్య గాలిని బాగుగా తగ్గించి వేయగా 16 గుట్టముల సహాయమున కూడ వాటిని విడదీయలేకపోవుటను ఆయన చూపించెను. ఈ ప్రయోగమునకు 'మాగ్నిబర్గ్ గోళార్థప్రయోగ' మని పేరు. వాన్-గేరికె చేసిన ఈ ప్రయోగము రాబర్ట్ బోయిల్ ను ఎక్కువగా ఆకర్షించినది. రాబర్ట్ హుక్ సహాయముతో వాన్ గేరికెయొక్క వాయు యంత్రమును బాగుగా పెంపొందించి బోయిల్ తన ప్రయోగములు సాగించెను. ఆ ప్రయోగముల ఫలితముగనే వాయు ప్రేషమునకును, దాని ఆయతనమునకును గల సంబంధమును నిరూపించు సూత్రమును ఆయన కనుగొనగలిగెను. దీనినే 'బోయిల్ నియమ' మని పేర్కొందురు. ఈ నియమమునే ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని మారియెట్ (?1620-1684) కూడ పది ఏండ్లతరువాత స్వతంత్రముగా కనుగొనెను.

17 వ శతాబ్దములో కాంతిశాస్త్రము ఎక్కువగా అభివృద్ధి పొందినది. ఈ అభివృద్ధికి కారణభూతులు ముఖ్యముగా న్యూటన్, హైగెన్స్ అను శాస్త్రజ్ఞులు. ఒక యానకమునుండి మరియొక యానకములోనికి కాంతికిరణము ప్రసరించినపుడు అది వంగు ననియును, ఈ వక్రీభవన సంఘటన కొన్ని నియమముల ననుసరించి జరుగుననియును స్నెల్ కనుగొని వక్రీభవన నియమములను నిర్వచించెను. అతడు ఈ నియమములను కేవలము ప్రయోగాధారములపైనే స్థాపించెను. కాని ఏ కారణము చేతనో వాటిని ఆయన ప్రచురింపలేదు. ఆ తరువాత డేకార్ట్ పీటిని స్వతంత్రముగా కనుగొనినాడో, లేదా స్నెల్ నుండి గ్రహించినాడో వాటిని ప్రచారములోనికి తీసికొని వచ్చినాడు. డేకార్ట్ మాత్రము వాటిని కేవలము సిద్ధాంత రీత్యా సాధించిననుటకు ఆధారము లున్నవి. స్నెల్ ఆ సూత్రములను డేకార్ట్ కంటే పాచ్చు స్పష్టముగా నిర్వచించె ననియు, ఒక యానకమునుండి మరియొక యానకములోనికి కాంతి కిరణములు ప్రవేశించినపుడు "పతన

కోణపు 'జ్యా'కును వక్రీభవనకోణపు 'జ్యా'కును, మధ్య స్థిర నిష్పత్తి ఉండు" నను నేటి నిర్వచనము ఆయన చేసినదే అనియును వచింపవచ్చును. సిద్ధాంతరీత్యా డేకార్ట్ ఈ సూత్రమును కనుగొనిన విధానము కొంత లోపయుతమైనది. ఆ లోపమును ఫెర్మాట్ గ్రహించి తన కనిష్ఠ క్రియాసూత్ర సహాయముతో దానిని సిద్ధాంతరీత్యా సాధించెను.

17 వ శతాబ్దములో కాంతిశాస్త్రమునందు జరిగిన మరియొక పరిశోధన కాంతివేగము పరిమితమైనదను విషయము. అనంతము, అపరిమితము అయిన వేగముతో కాంతి ప్రయాణము చేయుచున్నదని 17 వ శతాబ్దమునకు పూర్వము విజ్ఞానులు విశ్వసించు చుండిరి. కాంతి వేగము అనంతము కాదని మొట్టమొదట గ్రహించి, దాని పరిమాణమును నిర్దేశించుటకై పూనుకొనిన విజ్ఞాని గెలీలియో. కాని పరిమాణమును కొలుచుటకు ఆయన వాడుక చేసిన పరికరములు అంత సునిశితములు కాక పోవుటవలనను, కాంతి యొక్క వేగము అత్యధిక మగుట వలనను ఆయన పరిశోధనలు ఫలప్రదములు కాలేదు.

తన పరిశోధన లేల విఫలములైనవో గెలీలియో పూర్తిగా గుర్తించెను. తన ప్రయోగములో కాంతి ప్రయాణము చేయు దూరము అత్యధికమైనచో ఆ దూరమును ప్రయాణము చేయుటలో కాంతి ఎంతకాలము తీసికొన్నదో కొంత సుళువుగా కనుగొనవచ్చునని ఆయన గ్రహించి, ఆ కార్యము ఖగోళసంఘటనల వలననేగాని సాధ్యము కాదని విశ్వసించి గురుగ్రహపు ఉపగ్రహములయొక్క గ్రహణముల వలన దానిని సాధింపవచ్చునని గుర్తించెను. కాని ఏ కారణము చేతనో గెలీలియో బ్రతికి ఉండగా ఆ పని నెరవేరలేదు. ఆ తరువాత రమ్మోర్ ఆపరిశోధనలను చేపట్టి, గురుగ్రహపు ఉపగ్రహములకు గ్రహణములు సంభవించుటలో గోచరించు కాలవ్యత్యాసమును బట్టి కాంతి యొక్క వేగమును నిర్ణయించెను. కాంతి వేగము అపరిమితముగాక పరిమితమే యని నిర్దేశించుటలో ఆయన కృతకృత్యు డయ్యెను (1676). కాంతివేగమును నిర్ణయించిన మొదటి విజ్ఞాని ఈయనయే. ఆనా డా పరిశోధనలవలన కాంతి సెకనుకు 1,90,000 మైళ్ళ వేగముతో పయనించుచున్నదని వ్యక్తమైనది.

కాంతి స్వభావము : అప్పుడప్పుడు ఆకాశములో ఇంద్రధనస్సు ఏర్పడుట అందరకు తెలిసిన విషయమే. దశమైన అద్దముల ఏటవాలు అంచునందు పడిన సూర్యకాంతి పలు వర్ణములతో గోచరించుట కూడ అనుభూత విషయమే. కాని, ఆ సంఘటన ఏల సంభవించు చున్నదో, చాల



కాలము వరకును జాగుగా తెలియలేదు. తెల్లనికాంతి పలువర్ణముల మిశ్రమని మొట్టమొదట కనుగొనిన విజ్ఞాని న్యూటన్.

17 వ శతాబ్దపు మొదటిరోజులలో శాస్త్రజ్ఞుల దృష్టి ఎక్కువగా గెలీలియో కనిపెట్టిన దూరదర్శనిని పెంపొందించుటయందే లగ్నమై యుండెడిది. ఆ విధముగనే న్యూటన్ కూడ దూరదర్శనిని పెంపొందించుటయే పరమావధిగా భావించుకొని ఏవేవో కొన్ని లెక్కలుచేసి, తదనుగుణముగా కొన్నిగాజు కటకములను అరుగదీసి దూరదర్శని నొకదానిని తయారు చేసెను (?1667). కాని అంత కష్టపడి తయారుచేసిన పరికరము గుండా కూడ దూరపు వస్తువులు స్పష్టముగా గోచరింపక పోవుటచే ఆ లోపము దూరదర్శనిని నిర్మించుటకై ఉపయోగించిన కటకము లందుగాక పూర్తిగా కాంతియందే ఉన్న దని ఆయన సూటిగా గ్రహించెను. న్యూటన్ కు పూర్వమే గ్రీమార్డి చిన్న రంధ్రముగుండా చీకటి గదిలోనికి సూర్యకాంతిని పంపించినపుడు గోడపై ఏర్పడిన ప్రతిబింబముయొక్క పరిమాణము కాంతి ఋజురేఖగా ప్రసరించినపుడు ఉండవలసిన పరిమాణముకన్న హెచ్చు పరిమాణము కలిగి ఉన్నదనియును, అంతేకాక ప్రతిబింబము చుట్టును రంగులు ఏర్పడిన వనియును కనుగొనెను. ఈ ప్రయోగమును ఆధారముగా చేసికొని 1667 లో ఆ ప్రయోగమునే తిరిగి మరియొకసారి న్యూటన్ చేసెను; ఆయనకుకూడ అట్లే గోచరమైనది. ఆ తరువాత ఆయన అతిసూక్ష్మమైన రంధ్రముగుండా చీకటి గదిలోనికి సూర్యకాంతిని పంపించి కిరణ మార్గమున నొకగాజు పట్టకమును పెట్టి పరిక్షింపగా సూర్యుని తెల్లని ప్రతిబింబమునకు బదులు ఏడు రంగుల దళములు, ఒకదానిని చేరి మరియొకటి గోడపై ఏర్పడినవి. న్యూటన్ కు ఆ సంఘటన తొలుదొలుత కొంత ఆశ్చర్యమును కలుగజేసినను నిశితముగా యోచించిన పిమ్మట తెల్లని సూర్యకాంతి సజాతీయమైనకాంతి కాదనియును, ఊదా మున్నగు ఏడు వర్ణముల కాంతులు మిశ్రమగుట చేతనే సూర్యునికాంతి తెల్లగా గోచరించుచున్నదనియును అతనికి స్ఫురించినది. తెల్లనికాంతి ఆ రీతిగా విజాతీయమైన ఏడు రంగుల మిశ్రమ కాబట్టి ఆ వేర్వేరు వర్ణముల నొక చోటికి దూరదర్శనియందు తానుపయోగించిన కటకములు కేంద్రీకరింప జాలకున్నవనియును, అందుచేతనే బింబము స్పష్టము గోచర మగుట లేదనియును ఆయన కనుగొనెను.

న్యూటన్ కు ఆనాడు పైలోపమును ఎట్లు సవరించుటయో తెలియలేదు. అందుచేత కటకముల గుండా తెల్లని

కాంతి ప్రసరించి, వక్రీభవనము పొందినపుడే ఈ వర్ణవిశ్లేషణము బరుగుచున్నది. కావున దూరదర్శనిలో వస్తుకాచముగా కటకమునుగాక దర్పణమును ఉపయోగించిన పై లోపము తొలగిపోవునని భావించి 1668లో మొదటి పరావర్తన దూరదర్శనిని నిర్మించెను.

కాంతి స్వభావమును గూర్చి చాల కాలమునుండియు పెక్కు సిద్ధాంతములు ప్రచారములో ఉన్నవి. 17 వ శతాబ్దమునకు పూర్వము శాస్త్రజ్ఞులందరును, కంటినుండి ఒక రకమైన కిరణములు చూడబడుచున్న వస్తువుపై ప్రసరించుచున్న వని ఊహించు చుండెడివారు. ఆ తరువాతి కాలపు శాస్త్రజ్ఞులు ఈ వాదమును త్రోసిపుచ్చి, వస్తువు నుండి కంటిలోనికి ప్రయాణము చేయుచున్న సంక్షోభముగా కాంతిని పరిగణించిరి. అంతటి నుండియు కాంతి ఉత్పత్తి స్థానమునుండి, కంటిలోనికి ప్రయాణము చేయుచున్న ఈ సంక్షోభము కణాత్మకమైనదా లేదా తరంగరూపమున ఉన్నదా అను విమర్శ బయలుదేరినది. కాంతి కణాత్మకమైన దని న్యూటన్ ప్రతిపాదించి దానిని సమర్థించెను. న్యూటన్ యొక్క ఈ వాదమునకు కాంతి కణవాద మనిపేరు.

కాంతి సరళరేఖలలో ప్రయాణము చేయుచున్న దను వాదము అంతవరకు ప్రచారములో నున్నదే. సరళరేఖలలో ప్రయాణము చేయుచున్న ఈ కాంతి ప్రకాశనిరోధక ద్రవ్యమును దేని నైనను డీకొనినప్పుడు కొన్ని నియమములను అనుసరించి అది వెనుదిరుగును; అనగా పరావర్తనము చెందును. ఈ పరావర్తన క్రియలో కాంతి సదా కొన్ని నియమములను అనుసరించును. ఆ నియమములకే పరావర్తన నియమము అని పేరు (చూ. పరావర్తనము).

నున్నని గోడపై బంతిని విసరినపుడు అది వెనుకకు ఏ రీతిగా తిరుగునో ఆ రీతిగనే కాంతి కూడ ప్రకాశనిరోధయానకతలముపై పడినపుడు పరావర్తన మొందుటచే కాంతి కణ స్వభావమును కలిగియున్నదని న్యూటన్ భావించెను. ఇక ఈ కాంతి కణములపై సాంద్రమైన యానకము ఎక్కువ ఆకర్షణ బలమును కలిగిఉండుటచే ఆ యానకములో వాటి వేగము అధికమై, వాటి గమన దిశలో వంపు గోచరించు చున్న దని వచించి కాంతి వక్రీభవన సంఘటనను ఆయన విశదీకరించెను.

న్యూటన్ కు సమకాలికుడైన హైగెన్స్ కాంతికణవాదమును కాదని 1678 లో కాంతితరంగవాదమును ప్రతిపాదించెను. పశ్చాత్తము నిండ నీరు పోసి కొంత తడవు వేచి చూచినచో నీరు నిశ్చలముగా గోచర మగును. అట్టి



సమయములో చిన్న బెడ్డ నొక దానిని ఆ నీటిలో పడ వైచినచో ఆ బెడ్డ పడిన స్థానమునుండి తరంగములు బయలుదేరి అన్ని వైపులకును వ్యాపించి నీటి ఉపరితల మును చలింపజేయును. ఈ అలలు తీరప్రాంతమందలి సముద్ర తరంగములవలె ఎక్కడిక్కడ విరిగిపోక బెడ్డ పడినచోటును కేంద్రముగ నొనర్చుకొని, ఆ స్థానమునుండి ఏక కేంద్ర వృత్తములుగా బయలుదేరి అన్ని వైపులకును వ్యాపించుచుండుట గుర్తింపవలసిన విషయము. ఈ తరంగములు ఏర్పడినప్పుడు పల్లెములోని నీరు చలించినప్పటికిని, కాలువలోని నీటివలె ఒకచోటి నీరు మరి యొక చోటికి ప్రవహింపక స్థలము మారకుండగనే అక్కడక్కడనే పైకిని, క్రిందికిని తరంగములు వ్యాపించుచున్న దిశకు లంబముగా నీరు కదలుచుండును. కాని తరంగములు మాత్రము వ్యాపించుచునే ఉండును. ఈ తరంగములు ఏర్పడినప్పుడు తేలికయైన రంపపుపొడిని నీటిపై పడ వైచినచో ఈ సత్యము విశద మగును.

నిశ్చలముగ నున్న నీరు అటుల పైకిని క్రిందికిని సంచ రించి అలల రూపమున ప్రవహించుటకు కొంత శక్తి ఆవశ్యకము. ఈ శక్తి మనము పడవైచిన బెడ్డనుండియే నీటికి లభ్యమైనది. బెడ్డను నీటిలోనికి వినరినపుడు అది కొంత గతిశక్తితో నీటినిచేరుకొని, ఆ శక్తిని నీటికి అందించి, నీటి అడుగునకు దిగిపోవును. ఈ రీతిగ నీటిని చేరిన శక్తి ఆ నీటిలో అలలను ఉత్పత్తిచేసి ఆ సంక్షోభమును వ్యాప్తము చేయుచున్నది.

హైగెస్ట్ ఈ సంఘటనలను ఆధారముగ చేసికొని కాంతి శక్తి అనియును, అది తరంగ రూపమున ప్రసరించుచున్న దనియును ప్రతిపాదించెను. స్వయంప్రకాశమైన ప్రతి అణువునుండియును కూడ కాంతి వికిర్ణ మగుచుండును. ఈ కాంతి శక్తి స్వయంప్రకాశ ద్రవ్యమునుండి విడివడినంతనే తన్మూలముగా ఆ ద్రవ్యమునందు జనించిన సంక్షోభము తరంగ రూపముగ ప్రవహించును. పల్లెమందలి నీటిలో బెడ్డ పడుటచే ఏర్పడిన సంక్షోభము ప్రక్కలకు వ్యాపించుటకు నీటితలము ఎట్లు అవసరమో, అట్లే కాంతి సంక్షోభము వ్యాపించుటకుకూడ ఒక యానక మవసరమై ఉన్నది. అందువలన విశ్వమందు అంతటను నిండి స్థితిస్థాపకత గలిగి నట్టి 'ప్రవాహి' ద్రవ్యమొకటి ఆయానకముగా ఆచరించు చున్న దని అతడు ఊహించెను. దానికే ఈతర్ అనిపేరు. కాబట్టి స్వయం ప్రకాశ ద్రవ్యములనుండి వెల్వడు కాంతి సంక్షోభములు తరంగ రూపముగ ఈతర్ నందు ప్రసరించు చున్న వని, అనగా కాంతి తరంగములుగ ప్రసరించు నని హైగెస్ట్ ప్రతిపాదించెను.

హైగెస్ట్ ఈ కాంతితరంగవాదమును 1678 లోనే ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాన సమితిలో వెల్లడించినను 1690 లో గాని అది ప్రచురితమై వ్యాప్తిలోనికి రాలేదు. కాంతిని గూర్చిన ఏసిద్ధాంతమైన ఆనాడు విజ్ఞానవేత్తలందరకును సుపరి చితములై యున్న పరావర్తన, వక్రీభవన సంఘటనలను, కాంతి సూటిగా పయనించి, అంచులుదేరిన ఛాయలను ఏర్పరచు నను విషయమును పారిమాణికముగా వివరింప గలిగినదై ఉండవలెను. హైగెస్ట్ తరంగవాదము మొదటి రెండు విషయములను విశదీకరింప గలిగినది గాని, మూడవ విషయమును వివరింపలేకపోయినది. హైగెస్ట్ తరంగ వాదమును ప్రచురించిన తరువాత న్యూటన్ తన కణవాద మును ప్రచురించెను.

న్యూటన్ ప్రతిపాదించిన కాంతికిరణములు శూన్య ప్రదేశమందు కూడ చొచ్చుకొనిపోవుటకు సమర్థము లగుటచే హైగెస్ట్ తరంగవాదమునందువలె, న్యూటన్ కణవాదమునందు విశ్వమందంతటను, ఆవరించి ఈతర్ ఉన్న దని భావింప నవసరము లేకపోయినది. అంతేకాక, ఈ కాంతి కణములు సూటిగా ప్రసరించుచుండుటలో ఆశ్చర్యములేదు. కావున కాంతియొక్క సరళ రేఖా ప్రసరణమును ఈ సిద్ధాంతము అతిసులుపుగా వివరింపగలదు. పరావర్తన, వక్రీభవన సంఘటనలను కూడ న్యూటన్ తన కణవాదముచే విశదీకరింప గలిగెను.

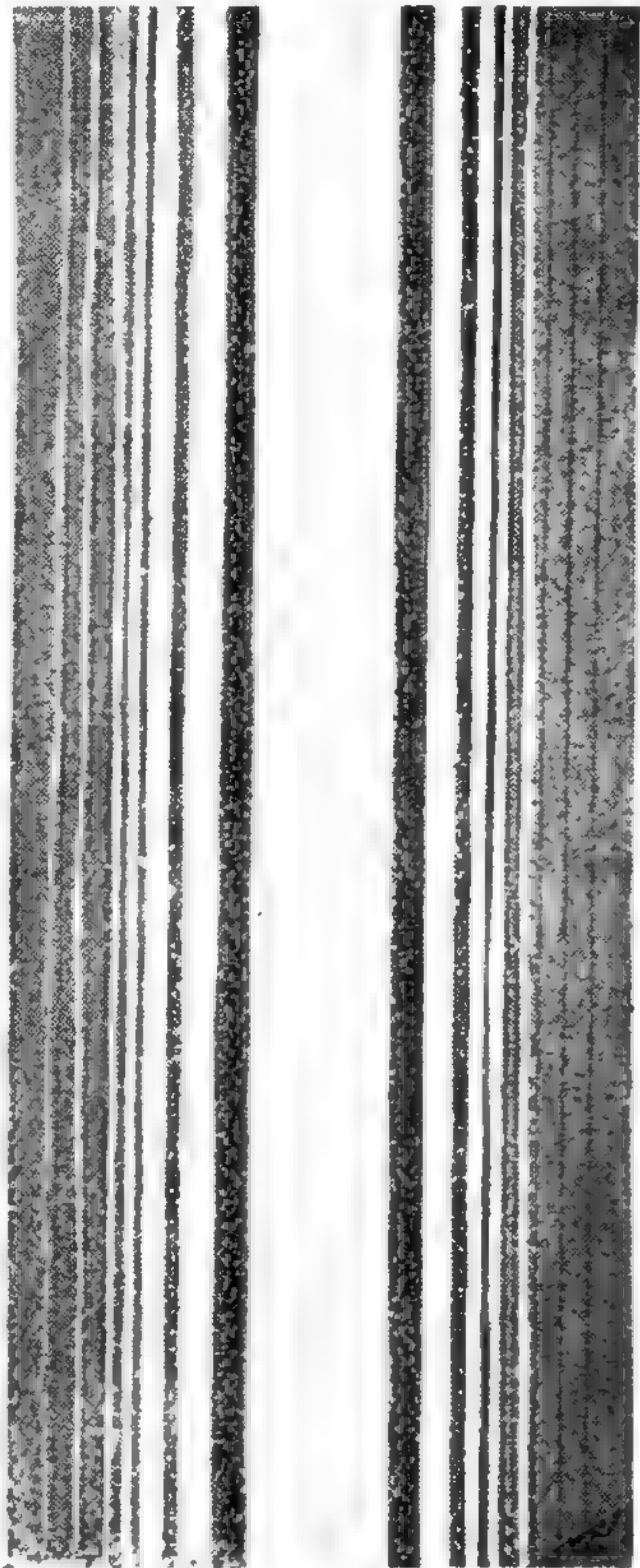
కాని, న్యూటన్ సిద్ధాంతముకూడ ఆనాడు తెలిసిన మరి కొన్ని కాంతి సంఘటనలకు సమగ్రమైన సమాధానమును ఈయలేకపోయినది. ముఖ్యముగా సమతలముపై ఉంచ బడిన కుంభకటకముగుండా కాంతి కణములు ప్రసరించి నపుడు ఆ కటకము సమతలమును ఆనిన బిందువులను కేంద్రముగా చేసికొని కొన్ని వర్తులాకారము గల కాంతి రేఖలు - (చూ. న్యూటన్ వలయములు) ఏల గోచరించు చున్నవో న్యూటన్ సిద్ధాంతము సంతృప్తికరముగా విశదీక రింపలేకపోయినది. న్యూటన్ సిద్ధాంతమునకు హైగెస్ట్ మరియొక అభ్యంతరమును చెప్పెను. న్యూటన్, హైగెస్ట్లు కాంతి ప్రసారమును గూర్చిన సిద్ధాంతముల వివరించుచున్న సమయముననే రుమ్మర్ కాంతివేగమును నిర్ణయించెను. కాంతి ద్రవ్యకణములే అయినచో ఆ మహత్తర వేగమును ఆ ద్రవ్యకణములు పొందలేవనియే హైగెస్ట్ ఆక్షేపణ.

న్యూటన్, హైగెస్ట్ ఇరువురును కాంతివిషయమై ఎవరికి వారు తమ వాదమే సరియైన దని తలంచిరి కాని, అందే దియు పరిపూర్ణమైనది కాదని వారు గుర్తింపలేకపోయిరి. ఆధునిక విజ్ఞాన పరిశోధనలలో ఆ విషయము స్పష్టమైనది.



న్యూటన్, హైగెన్స్ శాస్త్రజ్ఞులు ఇరువురును గ్రీమార్డి కనుగొనిన కాంతి వివర్తనమును సక్రమముగా వివరింప లేకపోయిరి. చిన్న రంధ్రముగుండ చీకటిగదిలోనికి కాంతి కిరణ పుంజమును గ్రీమార్డి పంపించినాడు. ఆ కిరణ ముల మార్గములో చిన్న తీగెను పెట్టి దాని నీడను తెల్లని తెరపై పరిశీలించగా ఆ నీడ ఉండవలసినదానికంటె

ఎక్కువ వెడల్పుగ ఉన్నది. అంతేకాక, ఆ నీడ కిరువైపుల రెండు మూడు వర్ణ దళములు కూడ ఏర్పడినవి. గ్రీమార్డి ఈ సంఘటనను పలుమారులు పరిశీలించి, అంచులదగ్గర కాంతి కొద్దిగా వంగుటచేతనే ఈ సంఘటన సంభవించుచున్నదని చివరకు గుర్తించి, ఆ సంఘటనకు 'వివర్తన' మని పేరుపెట్టి, 1686లో దానిని ప్రచురించెను. గ్రీమార్డి ప్రయోగములను, న్యూటన్ స్వయముగా కొన్నిసార్లు చేసి చూచెను గాని, అందుకు కారణము ఆయన గుర్తింపలేక పోయెను. ఈ సంఘటనను ఆ నాడు



సన్నని తీగయొక్క ఛాయా చిత్రము. ఈ చిత్రము వ్యతిరేక (నెగేటివ్) చిత్రమగుటచే వెలుగు నీడలు తారుమారైనవి. చిత్రము మధ్యను కనిపించు అస్పష్టమైన రేఖ తీగ నీడ. దానికిరు ప్రక్కల ఉన్నవి వర్ణదళములు.

హైగెన్స్ కూడ తన సిద్ధాంతరీత్యా విశదీకరింపలేక పోయెను. కాని, ఒక శతాబ్దము తరువాత కాంతితరంగ సిద్ధాంత సహాయముననే ఇది వివరింపబడినది.

ఉష్ణము: 17 వ శతాబ్దమందు యంత్రశాస్త్ర, కాంతి శాస్త్రములలో జరిగినంతకృషి ఉష్ణతను గురించి తెలిసికొనుటలో జరుగలేదు. ఇందులకై ముఖ్యముగా కావలసినది ఉష్ణతను కొలుచు పరికరము - తాపక్రమమాపకము. 1593 లోనే గెలిలియో ఒక తాపక్రమమాపకమును నిర్మించెను.

ఆ మొదటి తాపక్రమమాపకములో కోడిగ్రుడ్డు ఆకారం గల ఒక గోళము, ఆ గోళమునకు చేర్చి సన్నని నిడుపాటి గాజుగొట్టము ఉండెడిది. ఆ పరికరమును ఉపయోగించుటకు ముందుగా గోళమును కొద్దిగా వెచ్చజేసి, పిమ్మట గొట్టమును నీటి తొట్టెలో ముంచిన, గొట్టములో కొంత ఎత్తునకు నీరు ఎక్కును. ఈ గొట్టములోని నీటి మట్టము పరిసరముల తాపక్రమమును బట్టి మారుచుండును. అనగా తాపక్రమము ఎక్కువైనచో గోళములోని గాలి వ్యాకోచించి నీటిమట్టము క్రిందికి దిగును. తాపక్రమము తగ్గినచో గోళములోని గాలి సంకోచించి నీటిమట్టము ఎక్కువ అగును. గెలిలియో తాపక్రమమాపకములో వాతావరణప్రేషములో సంభవించు మార్పుల ఫలితముగ కూడ గొట్టములోని నీటిమట్టము మారుటచేత ఆ పరికరము తాపక్రమమును నిశితముగా కొలచుటకు ఉపయోగపడదు.

గెలిలియో తాపక్రమమాపకమును మొట్టమొదటగా పెంపొందించిన విజ్ఞాని ఫ్రాన్స్ దేశస్థుడగు జీన్ రే. ఈ ధీశాలి గెలిలియో తాపక్రమమాపకమును తలక్రిందులు చేసినాడు. ఈయన పరికరములందు గోళములో నీరును, కాడలో గాలియును ఉండును. గోళమును వేడిచేసినపుడు, నీరు వ్యాకోచింపగా గొట్టములోని నీటి ఎత్తునుబట్టి తాప



గెలిలియో తాపక్రమమాపకము

క్రమమును నిర్ణయింప వచ్చును. ఈ పరికరములో నీరు తాపక్రమమాపక ద్రవ్యముగా వ్యవహరించినది. 1632 లో జీన్ రే చేసిన ఈ పరిశోధన ఫలితము ప్రచురితమైనది.

జీన్ రే తాపక్రమమాపకములో గొట్టముయొక్క చివరభాగము మూయబడి ఉండక పోవుటచే దానిలోని నీరు ఆవిరి రూపముగా మారి పైకిపోవుటకు అవకాశముండెను. అందుచేత అది సునిశితమైన పరికరముకాదు. జీన్ రే తన తాపక్రమమాపకమును పెంపొందించిన తరువాత ఇరువది ఐదు సంవత్సరములకు టాస్కనీప్రభువు సలహాపైననే ఆ రోజులలో నీటినిగాక సారాయిని తాపక్రమమాపక ద్రవముగా ఉపయోగించికూడ తాపక్రమమాపకములను తయారుచేయుచుండిరి.

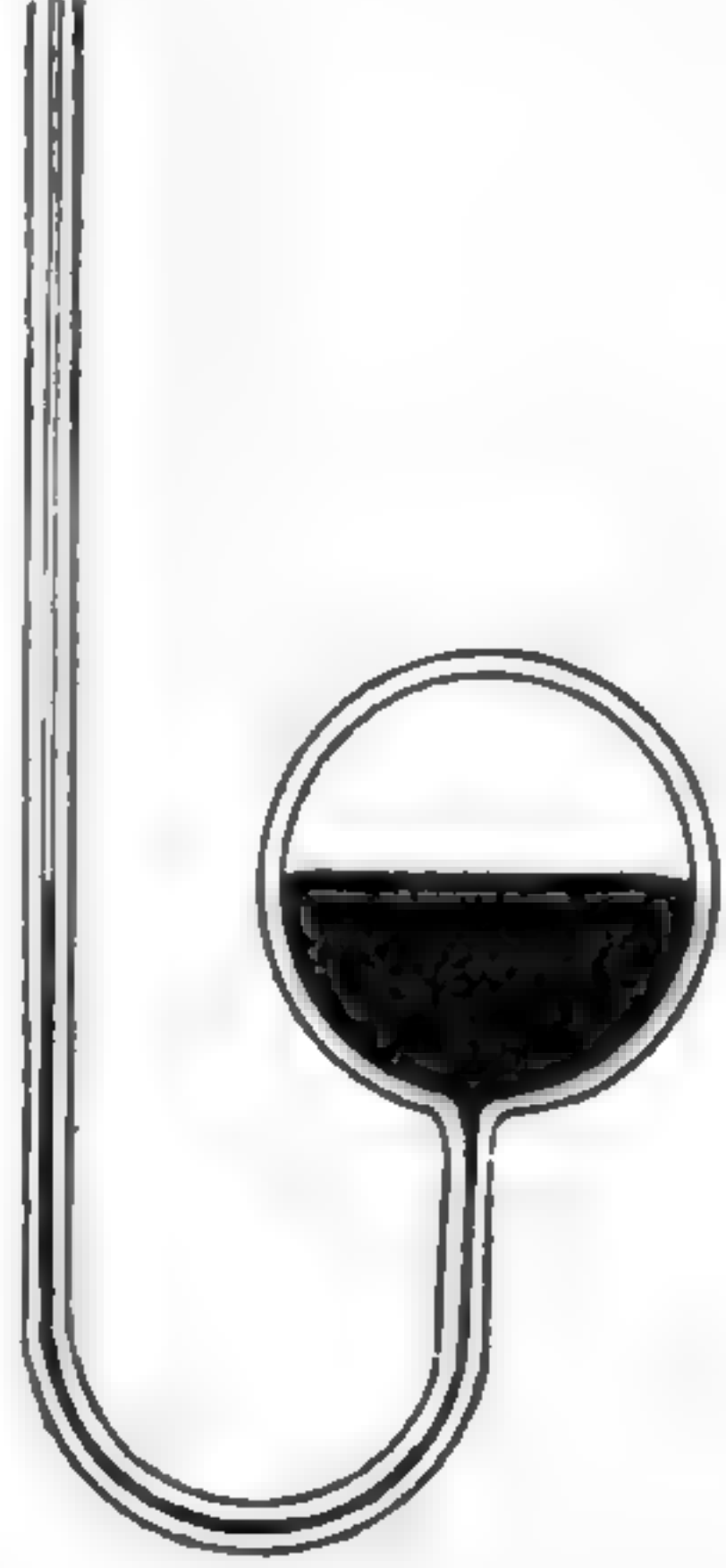
గెలిలియో తాపక్రమమాపకమునందు గాలి మానద్రవ్యముగా వాడబడినది. పరికరములో గాలిని బంధించు



## భౌతిక విజ్ఞానము - 18 వ శతాబ్దము

టకు నీటికి బదులు పాదరసమును వాడుకచేసి, వాయు తాపక్రమమాపకమునకు నేటి రూపును ఒసగినవాడు అమాంటన్ (1702) అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని.

జీన్ రే కృషిఫలితముగా తాపక్రమమాపకమున కావిధముగా నొకరూపము ఏర్పడిన పిమ్మట శాస్త్రజ్ఞులదృష్టి స్థిరబిందువులను నిర్దేశించుటపై కేంద్రీకృతమైనది. ముఖ్యముగా ఈ విషయములో ఇటలీ దేశ విజ్ఞానసంస్థ 'ఎకాడమీ - డెల్ - సిమెంటో' ఎక్కువ కృషి చేసినది. ఆదిలో శీతకాలమందలి శీతలము యొక్కయు, వేసవి కాలమందలి వేడిమి యొక్కయు తాపక్రమాంశలను స్థిరబిందువులుగా గైకొని మధ్యభాగమును 40 లేదా 80 సమభాగములు చేసిరి. కాని, ఆ తరువాత మంచు కరగు తాపక్రమమును దిగువ స్థిరాంకముగా నిర్ణయించిరి.



అమాంటన్ వాయు తాపక్రమ మాపకము.

కాలము గడచి విజ్ఞానము అభివృద్ధి అయిన కొలది ఎకాడమీ-డెల్-సిమెంటో వారు ఏర్పరచిన స్థిరబిందువులు అంత సమంజసములని శాస్త్రజ్ఞులకు తోచలేదు. కాగా 1688 లో గాలియందలి నీరు ఘనీభవించునప్పటి తాపక్రమమును, వెన్నకరగు తాపక్రమమును క్రింది, మీది స్థిరబిందువులుగా పరిగణించి డేలెన్స్ యొక తాపక్రమమాపకమును నిర్మించెను.

ఆ తరువాత ఆ స్థిరాంకములలో అనేకమార్పులు వచ్చినవి. ఎట్లయినను, 18 వ శతాబ్దములోగాని నీరు మరుగు తాపక్రమమును, మంచుకరగు తాపక్రమమును తాపక్రమమాపక స్థిరబిందువులుగా గైకొనబడలేదు. అయితే, అంతకు ముందే (1686) ఆ రెండు తాపక్రమములను స్థిరబిందువులుగా గైకొనిన యుక్తముగా ఉండునని హైగెన్స్ పేర్కొనెను. ఇచ్చట మరియొక విషయముకూడ తెలుపవలసిఉన్నది; 1659 లో మొదటిసారిగా తాపక్రమమాపక ద్రవ్యముగా పాదరసమును ఉపయోగించినవాడు బేలియో అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని. ఇట్లు నేటి తాపక్రమమాపక నిర్మాణమునకు పూర్వరంగమంతయు 17 వ శతాబ్దమందే కల్పింపబడినది. తాపక్రమమాపకము నేటి రూపమును దాల్చుటకు తగిన దోహదము 18 వ శతాబ్దమునందు కల్పింపబడినది. ప. వెం. రా.

## భౌతిక విజ్ఞానము - 18 వ శతాబ్దము

18 వ శతాబ్దమందు గెలీలియో, న్యూటన్ లకు సమానమైన ప్రయోగశుశలు లుదయించలేదు. కాని, 17 వ శతాబ్దపు శాస్త్రప్రవక్తలు ఉపదేశించిన శాస్త్ర విషయముల విపులీకరించి, ప్రయోగములచే పోషించుటకై 18 వ శతాబ్దమున చాల ప్రయత్నములు జరిగినవి. సిద్ధాంత కల్పనలో ఈ శతాబ్దము గ్రీకులచే ఆదరించబడిన వితర్క పద్ధతిని మరల అవలంబించినట్లు కనిపించును. వేడిమి, విద్యుత్ స్థితి, అయస్కాంతస్థితి మొదలైన వస్తుధర్మములను ప్రయోగమున కందని నిర్భార ద్రవ్య విశేషకల్పనలచే వివరింపచూచుటయే దీనికి తార్కాణము.

భౌతిక శాస్త్ర సత్యములను విమర్శించి వాటికి శాస్త్రత్వ సిద్ధిని చేకూర్చుటలో ఉపయోగపడు గణిత విశ్లేషణ పద్ధతులనేకములు బెర్నోలీ నామకులు ముగ్గురు (తండ్రి, పినతండ్రి, కుమారుడు) లెవాన్ హార్డ్ ఆయిలర్, క్లెరో డెలాంబేర్ (?1717-83), లాగ్రాంజ్, లాప్లాస్ మొదలగు ప్రథమశ్రేణికి చెందిన గణితవేత్తల కృషిఫలితముగా ఈ శతాబ్దముననే వృద్ధి పొందినవి. 18 వ శతాబ్దపు ప్రధాన భౌతిక శాస్త్ర విజయములు రెండు: అందు మొదటిది

కూలామ్ ప్రతిష్టాపితమైన విద్యుదాకర్షణ బలనియమును ఆధారముచేసికొని స్థిరవిద్యుత్తు, అయస్కాంత శాస్త్ర రంగములలో జరిగిన అభివృద్ధి. రెండవది గణిత విశ్లేషణ పద్ధతులను శాస్త్ర వివరణలో ప్రవేశపెట్టుట వలన యాంత్రిక శాస్త్రమునకు, ఉష్ణమునకు చేకూరిన వైశద్యము.

ఇక కాంతిశాస్త్రముతో మొదలిడి వేరువేరు శాఖలెట్లు అభివృద్ధిని పొందినవో విచారితము.

కాంతి: 18 వ శతాబ్దమందు కాంతి స్వభావమును గురించిన సిద్ధాంతములు అంతగా ప్రబలలేదు. 17 వ శతాబ్దమున న్యూటన్, హైగెన్స్ ప్రతిపాదించిన కణ, తరంగ వాదముల సామంజస్యమును ప్రయోగములచే సమర్థించుటకు ఈ శతాబ్దమందు ప్రయత్నములు జరిగినవి. కాంతి నిజముగా కణరూపమున ప్రసరించు ద్రవ్యమైనచో కణములకు ఉండవలసిన గతిభారము మొదలగు ద్రవ్యధర్మములుకూడ కాంతియందు కన్పట్టవలెను. విసురుగా ప్రదేశమున ప్రసరించు కణము, దాని దారియందున్న వస్తువుపై ఒత్తిడిని కలుగజేయును. అట్టి ఒత్తిడిని కాంతి కలుగజేయగలదని నిరూపించితిమేని, కాంతికణవాదము స్థాపితమగును.



1708లో హాంబర్గ్ అను భౌతిక శాస్త్రవేత్త తను నిర్వహించిన కొన్ని ప్రయోగములలో కాంతి, అది పడు వస్తువుపై ఒత్తిడిని కలుగజేయగలదని నిరూపితమైనట్లు ఫ్రెంచ్ ఎకాడమీకి నివేదించెను. కాని, మరికొందరు సమకాలీనులకు ఈఫలితము ప్రయోగగోచరము కాలేదు. కాంతికి నిజముగా ప్రేషమున్నదను విషయము 1900 లో లెబిడెఫ్ ప్రయోగపూర్వకముగా నిరూపించెను. కణ, తరంగవాదములు రెండింటి దృష్టిలోను కాంతికి ప్రేషమును ఆరోపించుటకు వీలు కలిగియుండుటచే వస్తువులపై కాంతి ఒత్తిడిని కలుగజేయ గలదను విషయము ప్రయోగముచే రూఢమైనను, ప్రతిస్పర్ధి వాదములలో ఏది నిజమో నిర్ణయించుటకు పనికిరాలేదు.

18 వ శతాబ్దమున తరంగవాద పక్షమున చేరినవారలలో ప్రసిద్ధగణితవేత్తయగు లెవాన్ హార్డ్ ఆయిలర్ ప్రధానుడు. భూమి పై భాగము అంతటను వ్యాపించి ఉండుగాలి ధ్వనితరంగముల కెట్లు వాహక మగుచున్నదో అట్లే విశ్వమందంత అతिसూక్ష్మ విభక్తస్థితిలో వ్యాపించి యుండు 'ఈతర్' అను నిర్భారసూక్ష్మ ద్రవ్యము వాయు తరంగములకన్న సూక్ష్మతరమైన కాంతితరంగములకు ఆధార మగుచున్న దను సాదృశ్యకల్పనను పురస్కరించు కొని లెవాన్ హార్డ్ ఆయిలర్ తరంగవాదమును సమర్థింప చూచెను. అంతేకాక, ధ్వనితరంగ పౌనఃపున్యము స్వరోన్నతికెట్లు కారణ మగుచున్నదో, కాంతి తరంగ పౌనఃపున్యము కాంతివర్ణమునకు కారణ మగుచున్న దని నిరూపించి లెవాన్ హార్డ్ ఆయిలర్ తరంగవాదమును బలపరచెను.

కాంతిమితి : కాంతి తీక్షణతను కొలుపుటకు నిశితమైన విధానములు కొన్ని ఈ శతాబ్దమునందు వెలుగు చూచినవి. కాంతితీక్షణత దూరవర్ణముతో ప్రతిలోమముగా మారునను మూలధర్మము కెప్లర్ న కెప్లర్ అంతరజ్ఞానము వలన తట్టినది. ఈ ధర్మమునకు ప్రయోగాధారమును మొట్టమొదట కనుగొనినవాడు పీరీ బ్రౌజర్ (1698-1758).

జోహాన్ బతి హైన్ రిచ్ లాంబర్ట్ (1728-77) 'కాంతిమితి' అను ఉద్గ్రంథము నొకదాని ప్రచురించెను. లాంబర్ట్ స్వయముగా నొకకాంతి మాపక పరికరమును నిర్మించెను. అది మనకు పరిచితమైన రిమ్ ఫర్డ్ 'కాంతి మాపకము'ను పోలి ఉండును. పైని చెప్పిన కాంతి తీక్షణతా నియమము కాక లాంబర్ట్ మరియుక నియమమునుకూడ కనిపెట్టెను. "ఒక తలముపై పడు కాంతియొక్క బౌజ్వల్యము, ఆ కాంతిశలాక పతనతలముతో చేయు కోణముయొక్క కోటిజ్యాతో తగ్గుచుండును". ఈ నియమమునకు లాంబర్ట్

గావించిన జ్యామితీయ సమర్థనము ఏ భౌతికశాస్త్ర కోశమందైనను గననగును.

గతశతాబ్దమందు న్యూటన్ పట్టకము సహాయమున సూర్యకాంతిని విశ్లేషించి దాని ఘటకములగు వర్ణముల వేరుపరచి చూపించెను. ఈ శతాబ్దమందు సారాయిదీపము నందు అనేకవిధములగు లవణములు కలుగజేయు రంగుల కాంతులను మెక్ విక్ అను స్కాంట్లండ్ భౌతికశాస్త్ర వేత్త విశ్లేషించి, ఆ లవణములు ఉజ్జ్వలరేఖా వర్ణమాలలను ఇచ్చునని కనిపెట్టెను.

ధ్వని : 18వ శతాబ్దము ధ్వనిశాస్త్రాభివృద్ధికి చాల దోహద మొనర్చినది. ఈ శాస్త్ర తేత్రమున పనిచేసినవారలలో ప్లాడ్మీ అగ్రగణ్యుడు. 'ఆఘాత' స్వభావము - స్వరోన్నతిని నిర్ధరించు విధానములు - చర్మములు, కడ్డీలు వివిధ వాయువులు ధ్వనిని ప్రసరింపజేయు విధములు, ధ్వనుల శ్రవ్యతా పరిమితులు-ఇట్టి విషయములను గురించిన పరిశీలనను సాగించినవాడు ప్లాడ్మీ. తిర్యక్కంపన మొనరించుచున్న తీగెయొక్క చలనమును కలనగణిత రీత్యా విశదీకరించుట ప్లాడ్మీ చేపట్టి సాధించిన సమస్యలలో ఒకటి. సందంశ మందు అంచున బిగించబడ్డ పలుచని బల్లల కంపన విధములను చతుర్గోచరములుగ చేయుటలో ప్లాడ్మీ చూపిన ప్రయోగ కౌశలము నెపోలియన్ చక్రవర్తి కుతూహలమును ఆకర్షించినది. ఈ ప్రయోగమును చూచిన చక్రవర్తి "ఈతడు శ్రవణేంద్రియ గోచరములగు ధ్వనులను కంటికి అగపడునట్లు చేసె"నని ప్లాడ్మీని అభినందించెను.

ఉష్ణము : తాపసంఘటనలను గురించిన ప్రయోగములన్నియు ఈ శతాబ్దమున, ఉష్ణత ద్రవ్యమును అపసిద్ధాంత యాజమాన్యముననే జరిగినను, తాపమున ఈ విధానములు ఈ శతాబ్దమున నిశితములైనవి. ఇందు మార్గదర్శకుడు జోసెఫ్ బ్లాక్ (1728-99) అను స్కాట్లండ్ వైద్యుడు. బ్లాక్ ప్రయోగఫలములతో బాగుగ పరిచయము సంపాదించిన లావ్వాజ్యే, లాప్ లాస్ అను ఇద్దరు ఫ్రెంచి శాస్త్రజ్ఞులు బ్లాక్ ప్రయోగములను విస్తరించి తాపరాసాయనికశాస్త్రమునకెల్ల మౌలికమగు నియమము నొకదానిని స్థాపించిరి. "ఒక యౌగికపు నిర్మాణములో ఎంత తాపము వెలువడునో అంత తాపమును దానిని విడదీయుటకు యౌగికమునకు అందచేయవలెను" అని ఈ నియమము తెలియజేయును.

వస్తువులు వేడెక్కినపుడు వాటి పరిమాణములందలి మార్పులను నిశితముగా నిర్ణయించుటకు తగు పరికరములు అనేకము ఈ శతాబ్దమున నిర్మితమైనవి.



భౌతిక విజ్ఞానము - 18 వ శతాబ్దము

ఉష్ణతాద్రవ్యవాదము : ఉష్ణతయొక్క స్వభావమును వివరించుటకు మొదటి ప్రయత్నములు 18 వ శతాబ్దమున జరిగినవి. ఉష్ణత ద్రవ్యమను వాదమును కక్షీకరించినవాడు బ్లాక్. ఈ వాదప్రకారము ఉష్ణత వేడెక్కుచున్న ద్రవ్యపు కణములమధ్య స్వేచ్ఛగా సంచరించగల సూక్ష్మమైన కంటికి అగపడని నిర్భార ద్రవ్యము. వస్తువు వేడెక్కునపుడు ఉష్ణతాద్రవ్యకణములు ద్రవ్య కణములమధ్య దూరి వాటిని దూరదూరముగా సాగునట్లు చేయును. అందువలననే వేడెక్కిన వస్తువు ఘన పరిమాణము ఎక్కువగును. ఈ సిద్ధాంతము వలననే తాప శాస్త్రము ప్రయోగ విజయముల కాంచినది. సిద్ధాంతము తప్పైనను శాస్త్ర మెట్లు వృద్ధిని చెందగలదో నిరూపించుటకు ఈ వాదము మనకు అత్యంత ఉపయోగము. 17 వ శతాబ్దమున వస్తువుల జ్వలనమునకు కారణముగా ఆ వస్తువుల యందుండు 'ఫ్లోజిస్టాన్' అను వింతద్రవ్యము నిరూపించ బడినది.

తాపగ్రహణ సామర్థ్యము : వస్తువు తాపక్రమమును పాచుచేయుటకు కావలసిన ఉష్ణత ఆ వస్తువుసాంద్రతను బట్టి ఉండునని అనగా, నేటి పరిభాషలో సమభారములు గల వేరువేరువస్తువుల తాపగ్రహణసామర్థ్యములు సమానము అని అనుకొను చుండెడివారు. 1710లో బ్లాక్ ఈ విషయమును గురించి పరిశీలనను కావించెను. భిన్న తాపములుకల ఒక నీటిరాశిని, ఒక పాదరసపు రాశిని కలిపినప్పుడు, పాదరసముయొక్క వేడి చేయు సామర్థ్యము నీటిసామర్థ్యములో శ్రి అని ఫారెన్ హైట్ కావించిన ప్రయోగఫలితములు బ్లాక్ నకు తెలియును. కాని, నీటిసాంద్రతకన్న పాదరసపు సాంద్రత 13 రెట్లు అధికము. "అందువలన వస్తువుల తాపగ్రహణ సామర్థ్యము వాటి సాంద్రతను పట్టియుండు నను అభిప్రాయము సరికాదు" అని బ్లాక్ ప్రతిపాదనము. ఈ ప్రతిపాదన సందర్భముననే విశిష్టోష్ణతా (చూ. అకారాది) భావమును బ్లాక్ ప్రయోగ పూర్వకముగ స్థాపించెను. వివిధ ద్రవ్యముల విశిష్టోష్ణతలను మిశ్రణవిధానముచే బ్లాక్ కనిపెట్టెను.

బ్లాక్ యొక్క ప్రధానవిజయము గుప్తోష్ణతా (చూ. అకారాది) భావము. చేతిలో మంచుముక్కను పట్టుకొని నప్పుడు చేయి కొరడు జారిపోవును. అనగా మన శరీరము నుండి అతిరయముగా మంచు వేడిమిని స్వీకరించుచున్నది కాని, చేతినుండి కారుచున్న నీటిలో తాపక్రమమాపకము ఒకదానిని ఉంచితిమేని మంచు ఏ తాపక్రమమును చూపించునో ఆ నీరుకూడ ఆ తాపక్రమమునే చూపి

చును. ఈ సాధారణ అనుభవమునుండి బ్లాక్ మహత్తర మైన ప్రకృతिसంఘటనను కనిపెట్టెను. "మంచును ప్రవేశించు ఉష్ణతారాశి మంచును నీటిగా మార్చునే గాని మంచుముక్క యొక్క సంవేద్య తాపశీష్ణతను ఎక్కువ చేయదు. ఆ మంచునుండి విడివడిన నీటిలో ఆ ఉష్ణతారాశి గుప్తమై ఉండును. అనగా తాపక్రమమాపకమునకు గోచరముకాని ఆ ఉష్ణతారాశి నీటిలో దాగిఉన్నది."

ఉష్ణత ద్రవ్యమగునో కాదో నిర్ధారించుటకు ముందు వేడి చేసిన వస్తువు భారము అధికమగునో లేదో ప్రయోగ పూర్వకముగా నిశ్చితముకావలెను. ఈ విషయమై కావింప బడిన ప్రయోగములు లేకపోలేదు. కాని, వాటి ఫలితములు ఏకగ్రీవముగా లేవు. అతిజాగరూకతతో రమ్ఫోర్డ్ కావించిన ప్రయోగములు వేడి వస్తువు భారములో పాచును తెచ్చిపెట్టదనియే చూపెను. ఒక నిర్దిష్టరాశి నీరు మంచుగా గడ్డకట్టినపుడుగాని, లేదా ఒక నిర్దిష్ట రాశి మంచు నీరుగా కరిగినప్పుడుగాని భారమునందు భేదమేమియును కన్పట్టలే దని రమ్ఫోర్డ్ ప్రయోగముల వలన ధ్రువపరచెను.

వేడికి భారములేకుండుట దాని ద్రవ్యత్వమునకు కొంత బాధకమగుచున్నను దాని నిర్భారద్రవ్యకల్పన కొంత దానిని కాచినది. కాని, ఉష్ణతాద్రవ్యవాదమునకు అడ్డు తగులు ప్రయోగఫలితములు క్రమముగా వెలుగు చూడ నారంభించినవి. అందులో ఒకటి సర్ హంఫ్రీ డేవీ కావించిన ప్రయోగఫలితము - రెండు మంచు ముక్కల రాపిడివలన బయటనుండి వేడిమిని సరఫరాచేయకుండగనే ఆ మంచు ముక్కలు నీరుగా మారుట. రెండువస్తువుల సంఘర్షణవలన వేడిపుట్టును అనునది చాలప్రాచీనమైన అనుభవము. ఆ వస్తువులు భిన్నస్వభావము లైనప్పుడు వాటి తాపగ్రహణ సామర్థ్యములు భిన్నము లగుటచే తాపగ్రహణ సామర్థ్యము ఎక్కుగానున్న వస్తువునుండి బయటికివచ్చిన వేడిని గ్రహించుటకు రెండవవస్తువు సామర్థ్యము చాలక, ఆ వస్తువు వేడెక్కిన దని ఉష్ణతాద్రవ్యవాదుల వివరణ. కాని, డేవీ ప్రయోగములో రెండువస్తువులును మంచుముక్కలే. వాటి తాపగ్రహణసామర్థ్యములు భిన్నము లనుట సబబుకాదు.

ఈ కాలమందే రమ్ఫోర్డ్ ప్రభువు బవేరియారాజు ఆయుధాగారమందు ఫిరంగులను తయారుచేయుటకై కంచుదిమ్మలకు రంధ్రములు చేయ నారంభించెను. రంధ్రములు పొడుచుపనిలో తరణినుండి పైకివచ్చు కంచు ముక్కలను ఎర్రగా కాల్చునంతటివేడిమి పుట్టుచుండెను. కంచు దిమ్మనుండి వేరైన శకలములను అతడు సావధానముగ పరిశీలించినపుడు వాటి భారమునకును దిమ్మనుండి



విడివడిన కంచురాశి భారమునకును తేడా గానరాలేదు. పరిస్థితులను మార్చి అతడు ప్రయోగమును తిరిగి గావించెను. ఈసారి అతడు మొరవోయిన సాధనములను వాడుటయే గాక, దిమ్మచుట్టు నీటినుంచి, దిమ్మను దొల్చునపుడు జనించు వేడి యంతయు ఆ నీటిలోనికి ప్రవేశించునట్లు జేసెను. నీరంతకంతకు వేడెక్కుచు రెండు గంటల తరువాత సలసల కాగుటకు మొదలిడి తొలుచు కార్యము సాగుచుండినంత కాలమును నీరు మరుగుచునేయుండెను. నిప్పు అక్కరలేకుండ నీటిని వేడెక్కించుట ఇదియే మొదటి ప్రయోగము. ఇట్లు తొలుచు యంత్రము పని చేయుచుండినంతకాలము వేడి అవిరతముగా పుట్టుచునే ఉండుట రిమ్ఫర్డ్ గుర్తించెను.

బయటనుండి వేడిమి అందక పోయినను యంత్రము చలనములో ఉన్నంతకాలము వేడిమి ఎడతెగకుండ ఉద్భవించుటచే అతడు యంత్ర చలనము కారణముగా వేడి పుట్టుచున్నదని గ్రహించెను. ద్రవ్యముకాని చలన శక్తి వేడిగా మారుచుండుటచే వేడి ద్రవ్యము కాదన్న నిష్కర్షకు రిమ్ఫర్డ్ రాగలిగెను.

విద్యుత్తు - అయస్కాంత శాస్త్రము: ప్రకృతిశాస్త్ర శాఖలయందు అతి ప్రాచీనమైన యాంత్రిక శాస్త్రమందును, కాంతిశాస్త్రమందును 17వ శతాబ్దము ముందంజ వేసెను. 18 వ శతాబ్దము స్థిరవిద్యుచ్ఛాస్త్రాభివృద్ధి తనదిగా చేసికొనినది.

క్రోడీకరించు సామాన్యసిద్ధాంత మొకటి లేకపోవుట వలన విడివిడి ప్రయోగఫలితములుగా వెలువడిన శాస్త్ర విషయములు శాస్త్రాభివృద్ధికి మందగితో త్రోవతీసినవి. ఏ నిశిత విజ్ఞానశాఖ యైనను ఈ దశను దాటవలసినదే. కాని, విద్యుత్తు ఈ దశను చాలకాలము వరకు మించలేక పోయినది. 18 వ శతాబ్ద మధ్య కాలమునగాని విద్యుత్తు రెండవదశ, అనగా సిద్ధాంతకల్పనదశను ప్రవేశించలేదు. మొదటిదియగు ప్రయోగదశకు ప్రతినిధులు హాక్స్లీ, డూఫే అనువారలు; రెండవదశకు ఆధారభూతులు ఫ్రాస్కొలిన్, ఎపైసన్ అనువారలు. కాని, సంఘర్షణవల్ల జనించు విద్యుత్తుయొక్క స్వభావమునకు సంబంధించిన యథార్థ నియమములు వెలుగు చూచుసరికి 18 వ శతాబ్దముకూడ అవసానమును చూచినది. ఇది కూలామ్చే నెలకొల్పబడిన విజయము. స్థిరవిద్యుత్తువిద్యకు కొనకు శాస్త్రత్వమును చేకూర్చిన గణితరీతులు ఈయన అన్వేషణ ఫలితములను ఆధారముగా తీసికొని ప్రవర్తించినవే.

సంఘర్షణ విద్యుత్తు: 18 వ శతాబ్దారంభమున విద్యుత్సంఘటనల అన్వేషణకు శాస్త్రాభ్యాసకుల పురికొల్పినది

వికార్డి అనువానిచే కనిపెట్టబడిన ఒక విశేష సంఘటన - టారిసెల్లి శూన్యములో కదలించిన పాదరసము ఒక వింత కాంతిని ఇచ్చును. కదలినపుడు పాదరసము నాళకుడ్యముతో సంఘర్షించుటవలన జనించిన సంఘర్షణ విద్యుత్తు ఈ కాంతికి కారణమని 1710 లో హాక్స్లీ ఇచ్చిన సమాధానము ఈ శాస్త్రమునకు నాంది.

ఇట్లు సంఘర్షణ వలన విద్యుత్తు జనించు నని తెలిసిన మీదట అట్టి విద్యుత్తును జనింపజేయు పరికరముల నిర్మాణమునకై ప్రయత్నములు ప్రారంభమైనవి. అందు గేరికె (1715) ది ప్రథమ విజయము. గేరికె యంత్రము నిలుపుగా అమర్చిన ఇరుసుపై గిరగిర తిరుగు నొక గంధక గోళము. అరచేతిని గోళమునకు ఆనించిన గోళము విద్యుదావేశమును స్వీకరించును. కాని, ఇది వాడుకలోనికి రాలేదు. 18 వ శతాబ్దపు ప్రారంభమువరకు గాజుకడ్డీలను, లక్క కడ్డీలను, బొచ్చు, పట్టు మొదలగు వస్తువులను చేతులతో రుద్దుట వలన విద్యుదావేశముల జనింప జేయువారు. 1720 లో హాక్స్లీ గేరికె గంధకగోళము బదులు గాజు గోళమును యంత్రమునందు అమర్చెను. తరువాతి అభ్యాసకులు గోళమును వల్లెముగా మార్చి సంఘర్షణకై చేతులకు బదులుగా తోలుపట్టీలను వాడుకచేసిరి. హాక్స్లీ స్వయముగా శాస్త్రమునకు మౌలికమైన విషయములను కనిపెట్టలేక పోయినను ఈయన యంత్రరచన అనేకులను సంఘర్షణ విద్యుదనుశీలనకు ప్రోత్సహించినది.

ఈ ప్రోత్సాహము ఫలితముగా గ్రే (1729) వస్తువులను విద్యుద్వాహకములు, అ విద్యుద్వాహకము అని రెండు తరగతులుగా విభజించెను. గ్రే ప్రయోగములలో ఏ వస్తువులు విద్యుదావేశమును దూరముగా నున్న ఇతర వస్తువులకు సంక్రమింప జేయగలవో, ఏవి చేయలేవో నిర్ణయించుటకు వీలుకలిగినది. ఇట్లు తరువాత వెలుగుచూచిన విద్యుత్తు ప్రరోచన సంఘటనను (అనగా ఆవిష్టవస్తువు, తనకు కొంత దూరములో నున్న ఇంకొక వస్తువును ఆవిష్టముగా నొనర్చుట) గ్రే ఆకాంక్షించగలిగినా డన్నమాట.

కొన్ని వస్తువులు విద్యుద్వాహకములు, మరికొన్ని అవిద్యుద్వాహకములు అను ప్రయోగపూర్వక విభజన యొక్క ప్రాధాన్యమును గుర్తెరింగినవారలు ఆనాడు అనేకులు గలరు. వీరిలో అగ్రగణ్యుడు పారిస్ వాస్తవ్యుడు ఛార్లెస్ ఫ్రాన్సిస్ డూఫే (1698-1739). డూఫే ఆవిష్కరించిన సంగతులను ఈ క్రిందివిధమున సంగ్రహించవచ్చును:

1. విద్యుద్వాహకవస్తువు ఆవిష్టమైనపుడు అది అవిద్యుద్వాహకవస్తువు లన్నిటిని ఆకర్షించును;



2. రెండు విరుద్ధ స్వభావములుగల విద్యుదావేశములు కలవు - అందొకటి గాఢము బొచ్చుతో రుద్దిన పుట్టునది ; రెండవది లక్కను పట్టుతో రుద్దిన జనించునది (గాఢ విద్యుత్తు, లక్క విద్యుత్తు).

విద్యుత్తు యంత్రములు : హాక్స్లీ యంత్ర నిర్మాణము ననుసరించి యంత్రనిర్మాణము క్రమపరిణతిని పొందినది. ఈ పరిణతి సంఘర్షణ విద్యుత్సంఘటనల తరువాతి పుష్కలాన్వేషణకు అమితమైన దోహదమును చేకూర్చినది. ఈ పరిణతి ఫలమే లై డెన్ జాడీ అను అద్భుతమైన స్థిరవిద్యుత్ సంగ్రాహకపరికరము.

లై డెన్ జాడీ సంఘటనలను మొట్టమొదట వివరించ గలిగినవాడు బెన్జమిన్ ఫ్రాన్క్లిన్. ఈ వివరణమును బోధపరచుకొను పూర్వము విద్యుత్ స్వభావమును గురించి ఫ్రాన్క్లిన్ ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతమును మనము విచారింతుము.

ఫ్రాన్క్లిన్ కు ముందు శాస్త్రజ్ఞులు రెండు రకముల విద్యుత్తులకు రెండు రకములగు విశిష్ట ద్రవద్రవ్యములు కారణము లని నమ్ముచుండెడివారు. అమెరికా విజ్ఞాన లో మొదటివాడగు బెన్జమిన్ ఫ్రాన్క్లిన్ విద్యుత్తుద్రవ మొక్కటియే అన్ని వస్తువులందు నిండియున్నదనియు, దాని హెచ్చు ధనవిద్యుత్తుస్థితియనియు, దాని తగ్గు ఋణ విద్యుత్తు స్థితిఅనియు బోధించెను. ఈ ఫ్రాన్క్లిన్ వాదము సర్వసమ్మతిని పడయలేదు. దీనికి విరుద్ధముగా మరల ద్విద్రవ వాదములు బయలుదేరినవి. తన సిద్ధాంత దృష్టిలో ఫ్రాన్క్లిన్ లై డెన్ జాడీ సంఘటనను ఈ క్రింది విధముగా వ్యాఖ్యానించెను.

సీసాలో ఉంచిన కడ్డిగాని, తీగెగాని యంత్రము నుండి ధనావేశమును ఎంత తీసికొన్నదో సీసా అడుగు అంతే ఋణావేశమును తీసికొనును. ఈ రెంటిని ఒక దానితో నొకటి రద్దుచేయు సందర్భమున విద్యుదాఘాతము సంభవించును.

ప్రజాసామాన్యమున ఫ్రాన్క్లిన్ కీర్తి ప్రాకుటకు కారణము మెరుపు(చూ. అకారాది)కూడ విద్యుత్సంఘటనయే అని రుజువు చేయుటకు ఆయన కావించిన ప్రయోగములు. ఈ ప్రయోగములు స్థిరపరిచిన సాదృశ్యమును ఈ క్రింది విధమున సంగ్రహించవచ్చును :

1. వెలుతురు, ధ్వని రెండిటికిని సమానములే ;
2. విద్యుత్ స్ఫులింగమువలె మెరుపుకూడ వస్తువులను మంట పెట్టగలదు ;
3. రెండును జంతువులను చంపగలవు ;
4. రెండును వస్తువులను ధ్వంసము చేయగలవు, రెండును గంధకపువాసన కొట్టును ;

5. మెరుపు, విద్యుత్తు ఒకే విద్యుద్వాహకములో నుండి ప్రవహించగలవు ; సూక్ష్మాగ్రముల ప్రోగవగలవు ;

6. రెండును అయస్కాంత శక్తిని రద్దుచేయగలవు లేదా అయస్కాంతద్రువముల వివర్యాసమును తెచ్చిపెట్టగలవు ;

7. రెండును ధాతువులను కరిగించగలవు.

విద్యుత్ ప్రయోగములను నెలకొల్పిన ఫ్రాన్క్లిన్ సమకాలీనులలో యూరప్ విజ్ఞానులు విల్కె, ఎఫైనస్ అనువారు ప్రధానులు. విల్కె (1732-96) జన్మతః జర్మను అయినను స్విడన్ దేశము ఆయన కార్యక్షేత్రము.

రెండు వస్తువుల సంఘర్షణవలన రెండు రకముల ఆవేశములు కూడ జనించునను ప్రయోగఫలితమును విల్కె కనిపెట్టెను. అంతియేకాక, తాను పరిశీలించిన వస్తువులను ఒక శ్రేణిలో ఇమిడెను. ఈ శ్రేణిలో క్రింద క్రిందనున్న వాటితో రుద్దిన మీద మీదనున్న వస్తువులు ధనావేశమును తీసికొనును ; వ్యతిరేకముగాచేసిన ఋణావేశమును తీసికొనును.

18వ శతాబ్దమున విద్యుత్తు కనిన వికాసమునకు ఆ శతాబ్దపు అవసానమున ప్రతిష్ఠాపితమైన విద్యుత్తుఆకర్షణ బలనియమము మకుటము వంటిది. ఇది వరకు గుణాత్మక పరిశీలనకే పరిమితమైన విద్యుత్తు సంఘటనల అనుశీలన ఇప్పుడు గణితరీతులనుబట్టి స్థిరవిద్యుత్తుశాస్త్రముగా పరిణతిని పొందినది. ఈ పరిణతికి కారకులు ప్రిస్ట్లీ, కేవెండిష్, కూలామ్ అను వారలు. వారు సాధించిన కృషి క్రిందను పొందుపరచడమైనది.

ఇంగ్లండులోని మాంచెష్టరు బడిపంతులుగానుండు కాలములోనే ఘర్షణయంత్రముతో ప్రయోగములు చేయుట ప్రారంభించెను. ఈయన తరచుగా లండను నగరమునకు పోవుట తటస్థించినపుడు ఫ్రాన్క్లిన్, వాట్సన్ పరిచయమును సంపాదించెను. వారి ప్రోత్సాహమున తానొక సంవత్సరము పొడవున చేసిన ప్రయోగముల ఫలితములను పుస్తకరూపమున ప్రకటించెను. ఈ గ్రంథమున పొందుపరుపబడిన అన్వేషణ ఫలితములలో ప్రధానమైనది విద్యుత్ ఆకర్షణ, విద్యుత్ అపకర్షణ బలములు దూరవర్గముతో విలోమముగా మారుచుండునను ఆవిష్కరణ. అటు తరువాత వింతవిషయము విద్యుదావిప్లవమైన వాహకముల సూక్ష్మాగ్రములనుండి వాయు ప్రవాహములు విసురుతో బయలుదేరుననునది. దీనికే విద్యుత్ పవనము, అని తరువాత పేరు వచ్చినది.

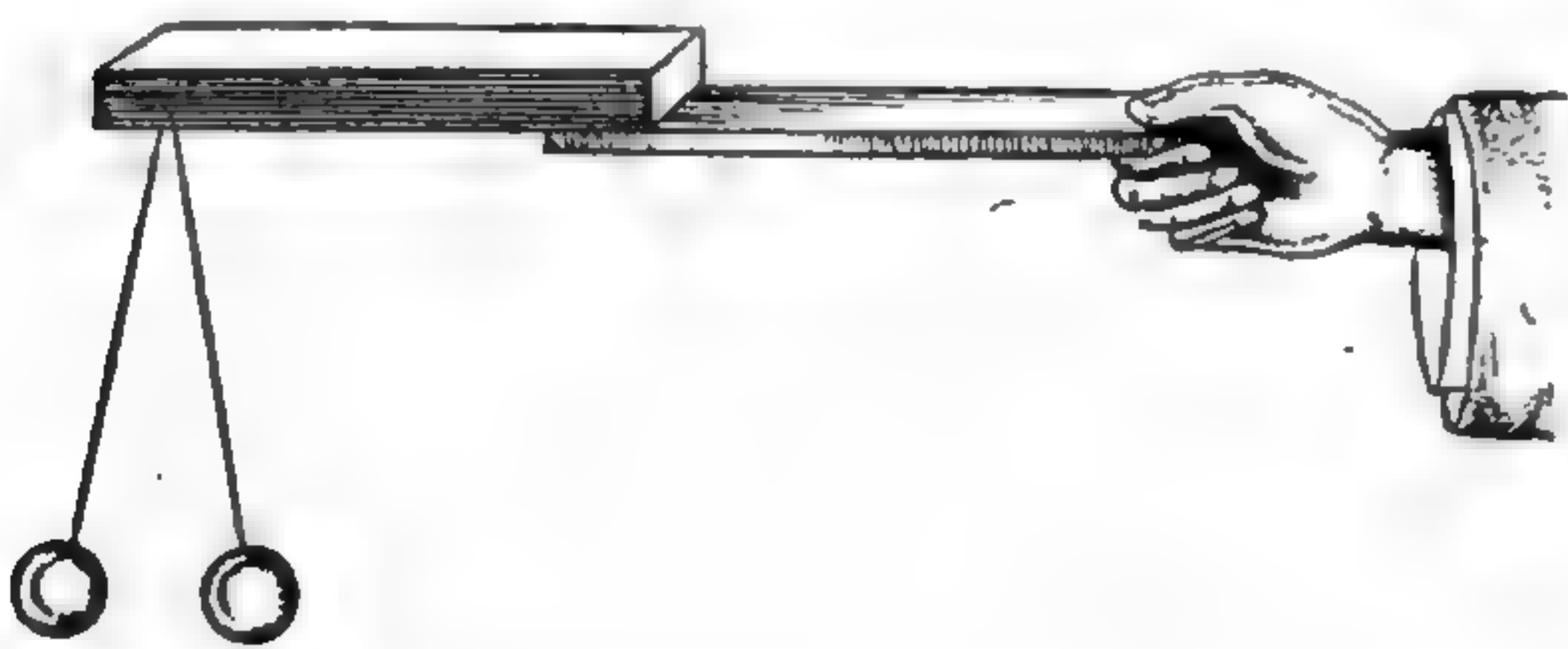
1770 లో కేంవెడిష్ విద్యుత్తును గూర్చి మహత్తరమైన మార్గదర్శకప్రయోగములను కావించెను. 18 వ శతాబ్దపు నాల్గవపాదమున మాక్స్ వెల్, ఈ కేవెండిష్ అన్వేషణలను



ప్రచురించునప్పటికి ఫారడే ప్రభృతులచే ఈ ఫలితములు స్వతంత్రముగా కనిపెట్టబడినవి. ఫ్రాన్క్లిన్, ఎపైనస్ అంగీకరించిన వాదమువంటి ఏకద్రవ్యవాదమును కేవెండిష్ కూడ అంగీకరించి, ఆ వాదమును గణితరీతిని మలచుటకు యత్నించెను. ఆవిష్టవస్తువులపైనుండు విద్యుదావేశమును ద్రవప్రేషముతో పోల్చెను. ఈ భావమే నేడు, విద్యుత్తు ప్రేషము లేదా శక్తి అనుపేర బరగుచున్నది. విద్యుద్వాహకమునందు ఆవేశము పైతలముననే వసించునని ప్రయోగపూర్వకముగా రుజువుచేసెను. ఈ పరిస్థితినుండి విద్యుదవకర్షణబలములకు చెందిన విలోమవర్గనియమమును స్థాపించెను.

ఛార్లెస్ ఆగస్టీన్ కూలామ్: (1733-1806) ఫ్రెంచ్ దేశపు విజ్ఞుడు. నావికులకు ఉపయోగించు శ్రేష్టమైన దిక్సూచి నిర్మాణమునకై ప్యారిస్ ఎకాడమీవారు ప్రకటించిన బహుమానము విద్యుదయస్కాంత సంఘటనల పరిశీలనకై ఈయనను ప్రోత్సహించినది. ఈ సందర్భముననే విద్యుత్ బలముల పరిమాణమును నిర్ణయించ సమర్థమగు విమోటన తులాయంత్రము (టార్జన్ బ్యాలెన్స్)ను ఈయన నిర్మించెను. ఈ పరికర సహాయముననే ఈయన తన ప్రసిద్ధ విద్యుద్బలాకర్షణ నియమమును స్థాపించ గలిగెను. ఆ నియమమును ఇట్లు వచింప వచ్చును. "రెండు చిన్న విద్యుదావిష్టగోళములమధ్య అగపడు అవకర్షణబలము ఆ గోళకేంద్రములమధ్యనున్న దూరవర్గముతో విలోమముగా మారును."

విద్యున్యాయకములు: ఒక వస్తువు ఆవిష్టమైనదని తెలిసికొనుటకు. ఆ ఆవేశపు పరిమాణమును నిర్ణయించుటకు

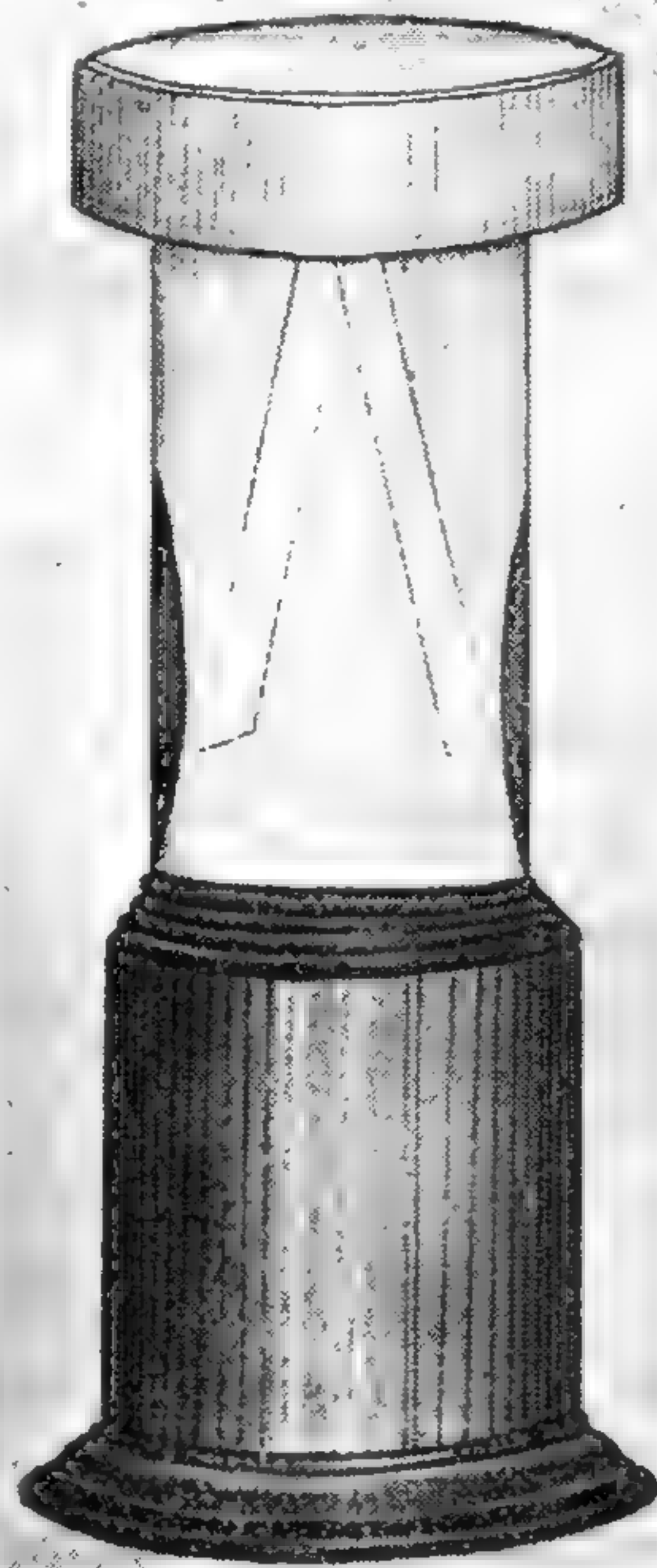


పట్టుదారములతో వ్రేలాడదీసిన రెండు జీలుగుబెండుగోళములు సజాతీయమైన ఆవేశమును స్వీకరించి ఒకదానికొకటి దూరమైనవి.

ఆవశ్యకమగు పరికరములను కూడ 18 వ శతాబ్దపు విద్యుచ్ఛాస్త్రాభ్యాసకులు నిర్మించిరి. మొదటి పరికరములలో తీగెలనుండి గాని గాజుగొట్టములనుండి గాని వ్రేలదీసిన పట్టుదారములను గాని, పలుచటి ఇత్తడిరేకులను గాని వాడుచు వచ్చిరి. తరువాత చిన్న జీలుగు బెండు బంతులు వీటి స్థానమున వచ్చినవి. తుదకు, ఈ పరికరములు బెన్నెట్

(1750-99) చేతిలో నేటికిని వాడుకలోనున్న స్వర్ణపత్ర విద్యుద్దర్శని పరిణతిని చెందినవి. ఈ పరికరములు అన్నియు విద్యుత్ప్రచారసంఘటన సూత్రానుసారము పని చేయును.

ప్రవాహవిద్యుత్తు: వస్తువుల సంఘర్షణవలన విద్యుత్తు జనించునన్న సంగతి చాల ప్రాచీనకాలమునుండి తెలిసిన



బెన్నెట్ ఎలక్ట్రోస్కోప్

విషయము. టూర్నలీన్ వంటి కొన్ని సృటికములను వేడి చేసిన విద్యుత్తు ఉద్భవించుననియు, వాతావరణము నుంచి కూడ విద్యుత్తును సంగ్రహించ వచ్చుననియు తొలిసారి నిరూపించిన వారు 18వ శతాబ్దపు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు. వీటి అన్నిటికన్న మహత్తరమైన ఆవిష్కరణ గాల్వనీ యొక్క ప్రవాహ విద్యున్ని రూపణ. 18 వ శతాబ్దము చివర వెలుగు

చూచిన ఈ సంఘటన 19 వ శతాబ్దమందు విస్తరింపబడి వివరింపబడినది.

నిజముగా స్థిర విద్యుత్తునకును, ప్రవాహవిద్యుత్తునకును మధ్య భేదమేమియును లేదు. ఈ భేదాభావమును మనము జ్ఞప్తియందుంచుకొనినచో పైని పేర్కొనినపేర్లు తప్పని మనకు తోచకమానవు. నవీనసిద్ధాంతదృష్టిలో విద్యుదావిష్టకణముల కదలికయే విద్యుత్ప్రవాహము. స్థిరవిద్యుత్సంఘటనయందుకాని, ప్రవాహ విద్యుత్సంఘటనయందుకాని అట్టి కణముల ప్రయాణమే విద్యుత్సంఘటన. ప్రవాహ విద్యుత్తులో ఆ ప్రయాణము వాహకపు ఋణాగ్రపుకొననుండి ధనాగ్రమువైపుకు సాగును. స్థిరవిద్యుత్సంఘటనయందు బేటరీ ఋణాగ్రమునుండి సంఘనకము యొక్క ఋణఫలకమునకును, తిరిగి సంఘనకపు రెండవ ఫలకమునుండి బేటరీ ధనాగ్రమునకును ఆవిష్టకణములు పయనించును. ప్రవాహ విద్యుత్తు అని మనము పేరుపెట్టిన సంఘటన రెండు భిన్నధాతువులు ఒకదానికొకటి తాకుట



వలన జనించు ద్రవ్యగుణవికారము. అందుచే దీనిని సంస్కర్గ విద్యుత్తు అనుట మెరుగు.

బోలోన్యా యూనివర్సిటీయందు శారీరకశాస్త్రోపాధ్యాయుడైన లూగీ గాల్వనీ (1737-98) కప్ప కళేబరమును కోసి పరీక్షించు సందర్భమున దాని కాలి కండరములు కంపించుట చూచి చకితుడయ్యెను. ఈ కంపనమునకు కారణముల తెలిసికొనుటకు గావించిన మరికొన్ని ప్రయోగములవలన విద్యుదాఘాతఫలము ఈ కంపనమని గాల్వనీకి విశదమైనది. ఈ విద్యుదాఘాత మెట్లు ఆవిర్భవించినది అను ప్రశ్నకు రెండే సమాధానములు సంభావ్యములని గాల్వనీకి తట్టినది. అది కప్పశరీరమందున్న విద్యుత్తు పైకి స్ఫురించియైన యుండవలయును. లేదా, కళేబరావయవముల విచ్ఛేదనకై తను వాడుక చేయుచున్న పరికరములందలి భిన్నధాతువుల సంస్కర్గముచే ఎట్లో జనించినదియైన కావచ్చును. ఈ రెండువఱాంతరములమధ్య నిర్ణయమునకు తగిన ప్రయోగఫలితము గాల్వనీకి వశము కాలేదు. కాని, మొదటిపక్షమునే అనగా ఆ విద్యుత్తు జంతుసంబంధమై యుండవచ్చు నన్నపక్షమునే గాల్వనీ అంగీకరించెను.

ఈ సంఘటన యథార్థవివరణమును చేయగలిగినవాడు ఆలిసాండ్రోవోల్టా (1745-1827) అను ఇటలీ దేశస్థుడు. గాల్వనీ కావించిన ప్రయోగములు వోల్టా కుతూహలమును ఆకర్షించినవి. ఈయన వాటిని మరల స్వంతముగా కావించి, గాల్వనీకావించిన ఫలితములను రుజువుచేసెను. మొదట గాల్వనీ ఇచ్చిన వివరణ వైపునకే ఈయన బుద్ధి కూడ తూగినను, మరికొన్ని ప్రయోగములు చేసిన తరువాత గాల్వనీ ప్రయోగములలో భిన్నధాతువుల సంస్కర్గము

ఏకాంతరముగా 30 వెండిబిళ్లలు, 30 జింకుబిళ్లలు, ప్రతి రెండుబిళ్లలకు మధ్య ఉప్పునీటితో తడిపిన వత్తు కాగితపు ముక్కలు అమర్చిన ఈ పేర్పులో మీదనున్న వెండిబిళ్లకు,

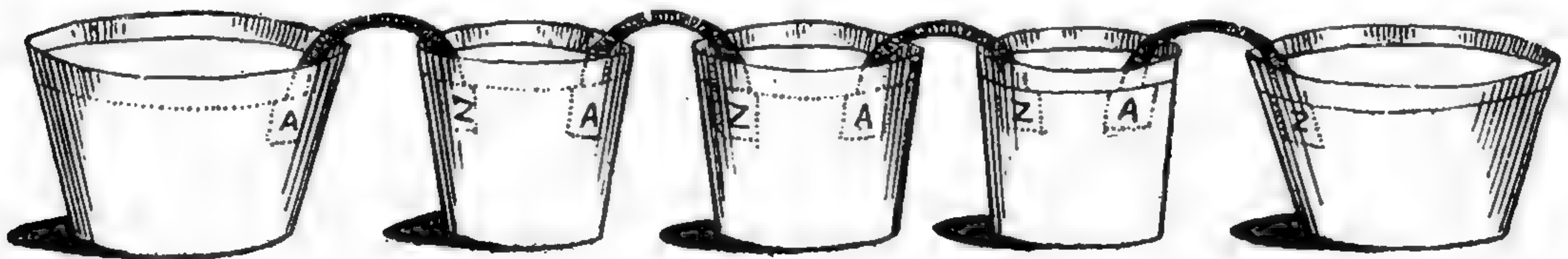


వోల్టా పేర్పు

ఇందులో A అను గుర్తుగలవి వెండిబిళ్లలు,  
Z అను గుర్తుగలవి జింకు బిళ్లలు.

ప్రతి బిళ్ల మధ్యను ఉప్పునీటితో తడిపిన వత్తుకాగితపు వర్తులములు కలవు.

అన్నిటికీ క్రిందనున్న జింకుబిళ్లకు ప్రత్యేకముగా నతికించి రెండు వేరువేరు తీగెలుండును. ఈ రెండుతీగల కొనలే



వోల్టా గిన్నెలు

A అను గుర్తుగలవి వెండిరేకులు.

Z అను గుర్తుగలవి జింకురేకులు.

ఈ గిన్నెలలో నింపినది ఉప్పుకరిగియున్న నీరు; రెండు చివరగిన్నెలలో రెండు చేతులుంచిన వైద్యుతాఘాతము సంభవించును.

కారణముగా విద్యుత్తు జనించినదను నిష్కర్షకు వచ్చెను. నిష్కర్షకు వచ్చుటయేకాదు, అట్టి భిన్నధాతుసంస్కర్గ వ్యూహము నొకదానిని నిర్మించి దానినుండి విద్యుత్తును సంపాదించెను. దీనికే వోల్టాపేర్పు అని పేరు. వెండిబిళ్ల, దానిపై జింకుబిళ్ల, దానిపై మరల వెండిబిళ్ల ఇట్లు

విద్యుత్తునకు ప్రభవస్థానము. ఈపేర్పు తరువాత పై పటములో చూపినట్లు గిన్నెలకూర్పుక్రింద మారినది. ఈ గిన్నెలవరుసలో మొదటిదానిలో నొక చేయి, ఆఖరు దానిలో నొకచేయియు ఉంచిన అవేక్షకుడు విద్యుదాఘాతమును అనుభవించునని వోల్టా నిరూపించెను,



గిన్నెలతోగావించిన ప్రయోగములలో ఆ గిన్నెలలో ఉంచిన లవణద్రావణము సాంద్రత ఎక్కువైన కొలది, విద్యుత్ప్రవాహతీక్షణత ఎక్కువగుట వోల్టా కనిపెట్టెను.

వోల్టా పేర్చునిర్మాణము ఇంగ్లండు, ఫ్రాన్స్ దేశము లందు శాస్త్రలోకములో మహత్తరమైన కుతూహలమును రేపినది. వోల్టాను నెపోలియన్ చక్రవర్తి ఆహ్వానించి బహుకరించెను. నాటి శాస్త్రలోకముపై వోల్టా పరికరము నెరపిన ప్రభావము అపరిమితము. 19 వ శతాబ్దపు అంతమున ఆంటాన్ ఆఫ్ని బెక్రెల్ (1852-1908) కావించిన రేడియోధార్మిక ద్రవ్యముల ఆవిష్కరణమువరకు దీనికి సమానమైనది శాస్త్రలోకమున సంఘటిల్లలేదు.

నికల్సన్, కార్నెల్ అను ఇద్దరు లండను నగరరాయల్ సొసైటీ సభ్యులు వోల్టాపేర్చు నొక దానిని నిర్మించి, దానితో నీటిలోనికి విద్యుత్ప్రవాహమును పంపించి నీటిని ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ల క్రింద రాసాయనికముగా విచ్ఛేదింప గలిగిరి. ఈ సంఘటనను అవగాహించుకొనుటకై శాస్త్రాభ్యాసకులు లేవదీసిన ప్రశ్నలు, భౌతికరాసాయనికశాస్త్రములో ప్రధానశాఖయగు విద్యుత్విశ్లేష్య ద్రావణశాస్త్రమునకు ప్రస్తావనీజములైనవి.

అయస్కాంతత్వము : 17 వ శతాబ్దమున గిల్బర్ట్ అయస్కాంతశాస్త్రమునకు నిష్కృష్ట ప్రయోగములను ఆధారము చేసికొని ఉపోద్ఘాతమును రచించెను. అయస్కాంతము ఇనుమును ఎందుకు ఆకర్షించునను ప్రశ్నకు ఆ శతాబ్దపు పండితులు సమాధానములు అనేకములను ఇచ్చిరి. విద్యుత్సంఘటనల వివరణయందువలె అయస్కాంతికగుణము సూక్ష్మద్రవముల ప్రభావము వలన కలుగునను వాదములు ప్రబలినవి. ఆ ద్రవములు కొందరు రెండని, కొందరు ఒకటే అని వాదించిరి. ఈ ద్రవములకు ఉద్గారములు అని పేరు.

## భౌతిక విజ్ఞానము - 19 వ శతాబ్దము

17 వ శతాబ్దము ప్రతిభాయుగమనియు, 18 వ శతాబ్దము గణితశాస్త్రీయ సమర్థనయుగ మనియు తెలిసికొంటిమి. 19 వ శతాబ్దమును ఇట్లే ఒక్కమాటతో వర్ణించవలెననిన దానిని విప్లవయుగమని చెప్పవచ్చును. 18 వ శతాబ్దమున వెలుగు చూచిన వాదములన్నియు ఈ శతాబ్దమందు నిరస్తములైనవి. మొదట ఉష్ణత ద్రవ్యము అను వాదము పరాహతమై, దాని నిజస్వభావముద్రవ్యాణువుల చలనమేయని ప్రయోగపూర్వకముగ స్థాపితమైనది. ఇటులనే, విద్యుత్సంఘటనల వివరణకై 18 వ శతాబ్దమందు కల్పితమైన కాచవిద్యుత్తు, లక్కవిద్యుత్తువంట

18 వ శతాబ్దమందు కృత్రిమముగా పెద్ద అయస్కాంతములు నిర్మించుటకు వీలైన తరువాత అయస్కాంతాకర్షణ, అపకర్షణ సంఘటనల అనుశీలన ప్రాయికమైనది. అయస్కాతాన్వేషణయందు మరికొన్ని క్రొత్త సంఘటనలుకూడ బయలుపడినవి. ఇనుము కాక మరికొన్ని ధాతువులుకూడ అయస్కాంత ప్రభావమునకు లోనగునని తెలిసినది. ఆ ప్రభావము అన్ని పక్షములలోను ఆకర్షణగా యుండ నక్కరలేదన్న సంగతికూడ తెలిసినది. నికెల్, కోబాల్ట్ ధాతువులు అయస్కాంతముచే ఆకర్షించబడుటయు బిస్మత్తు, ఆంటిమోని ధాతువులు అపకర్షింపబడుటయు ఇందుకు దృష్టాంతములు. మెరుపువలన ఇనుమునకు అయస్కాంతగుణము సంక్రమించుటకూడ ఈ శతాబ్దమందు పరిశీలనా విషయమైనది.

తనచే నిర్మితమైన మోటన తులాయంత్ర సహాయమున ప్రయోగపూర్వకముగా విద్యుదాకర్షణ బలనియమమును స్థాపించిన కూలామ్ విజ్ఞానియే, ఆ మోటన తులాయంత్ర సహాయముననే, అయస్కాంత ఆకర్షణ, అపకర్షణ బలనియమమునుకూడ ప్రయోగరూఢము గావించెను. ఈనియమముకూడ విలోమదూరవర్గ నియమముగనే పరిణమించినది.

దిక్సూచియందగుపించు ఆగంతుక వికారముల పరిశీలన ఈ శతాబ్దమునందే ప్రారంభమైనది. ఈమార్పులు ప్రదేశమును బట్టియే కాక రోజురోజునకు వేరుగనుండునని కూడ కనిపెట్టిరి. అదియేకాక ద్రువజ్యోతిర్మేఘముల ప్రవృత్తికిని, దిక్సూచి ప్రవృత్తికిని గల సంబంధము ఈ శతాబ్దమందే తొలిని పరిశోధించిపెట్టెను.

వివిధ స్థలములలో భిన్నకాలమందు భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రతీక్షణత ఎట్లు మారునో అను విషయమును గురించినపరీక్ష 18 వ శతాబ్దపు అంతమున ప్రారంభమైనది. మే. వ. న.

నిర్భారసూక్ష్మ ద్రవములను గూర్చిన ఊహలును సరికావని తెలిసినది. వాటిలో ఒక్క ఈతర్ మట్టుకు నిలచినది. పలయన, విద్యుత్ సంఘటన లన్నియు ఈతర్ అను నిర్భారసూక్ష్మ ద్రవ్యకణముల స్పందన ప్రకారములు అను సిద్ధాంతము ఈ శతాబ్దమందు పోషింపబడినది. ఇట్లే అయస్కాంత సంఘటనల వివరణకు కల్పితమైన అయస్కాంతకోద్గార వాదము కూడ కృశించినది.

19 వ శతాబ్దమందు ప్రకటితమైన ప్రధానశాస్త్ర విజయములు చాలమహత్తరమైనవి మూడుగలవు. అందు మొదటిది ఉష్ణతాశక్తికిని, యాంతిక శక్తికినిగల సంబంధమును



భౌతిక విజ్ఞానము - 19 వ శతాబ్దము

తెలియజేయు నియమము. దీనిని జేమ్స్ ప్రెస్కాట్ జాల్ అను ఆంగ్లేయ భౌతికశాస్త్రవేత్త ప్రయోగపూర్వకముగా స్థాపించెను. ఒక "నిర్దిష్ట ఉష్ణతాశక్తి రాశిని జనింపజేయుటకు మరియొక నిర్దిష్ట యాంత్రికశక్తి రాశి అవశ్యకము" అని ఈ నియమము తెలియజేయుచున్నది. ఈ నియమము హెల్మహోల్ట్స్ చేతులలో శక్తి శాస్త్ర ప్రథమ నియమముగా రూపొందినది (చూ. శక్తి శాస్త్రము). శక్తిశాస్త్రపు రెండవ నియమము కూడ 19 వ శతాబ్దమందు కనుగొనబడినదే. జేమ్స్ వాట్ చే నిర్మితమైన స్టీమ్ యంత్రపు కార్యదక్షతను విశదీకరించుటకు సాదీ కార్నో ఈ రెండవనియమమును స్థాపించెను. వేడిమి హెచ్చుతాపక్రమమునుండి తక్కువ తాపక్రమమునకు ప్రవహించునపుడే పనిచేయగలదనియు, ఆ పనియొక్క పరిమాణము ఈ రెండు తాపక్రమముల భేదమునుబట్టి యుండుననియు కార్నో సూత్రము తెలియజేయును.

రెండవ విజయమును ఫారడే, అర్నెస్ట్ సాధించిరి. అయస్కాంత క్షేత్రము, విద్యుత్తుక్షేత్రము ఈ రెండిటి యందు దృష్టమగు ఆకర్షణ, అపకర్షణ బలనియమముల సామ్యము 18 వ శతాబ్దము నందే స్థాపించబడినది. ఆ సామ్యము విద్యుచ్ఛక్తికి, అయస్కాంతశక్తికి మధ్యగల సన్నిహిత సంబంధమును సూచించినది. ఆ సంబంధము 19 వ శతాబ్దమున స్థాపితమైనది. అది ఏదన, ప్రవాహ విద్యుత్తుచుట్టు అయస్కాంతక్షేత్ర మొకటి ఏర్పడును; అయస్కాంత క్షేత్రమందు చలించు తీగెలో విద్యుత్ ప్రవాహము జనించును.

మూడవ విజయము మాక్స్ వెల్ సంపాదితము. ఈయన విద్యుత్ క్షేత్రమునకు, అయస్కాంత క్షేత్రమునకుగల అన్యోన్య సంబంధమును గణితశాస్త్రరీతిని వివరించెను. ఈ రెండు క్షేత్రములును ఒకదానితో నొకటి పెనగొని అంతరాళమందు తరంగరూపమున ప్రసరించుననియు, ఆ తరంగ ప్రసరణవేగము కాంతి తరంగవేగముతో ఏకీభవించుచున్నదనియు ఈయన ఈ వివరణలో కనిపెట్టెను. ఈ తాదాత్మ్యమునుండికాంతి, విద్యుదయస్కాంత సంఘటన యని నిరూపించుచు, మూడు వేరువేరు శక్తిరూపములును అనగా కాంతి, విద్యుత్తు, అయస్కాంత శక్తులు ఒకే స్పందశక్తియొక్క ప్రకారములు అను నిష్కర్షకు వచ్చెను.

చలదణు సిద్ధాంతము: మూలద్రవ్యాణువు సంయుక్తమని జాన్ డాల్టన్ పరమాణువాదమును సమర్థించిన ఆవాగాడ్రో కల్పనయందు స్పష్టమైనది. ఇంకొక విధముగా కూడ అణువు సంయుక్తమని ఊహించుటకు అవకాశమున్నది. డాల్టన్ పరమాణువు సావయవము (అనగా అంగ

సహితమైనది) కాదు గనుక స్థితిస్థాపక గుణము దీనికి లేదు. కాని, వాయువుల గుణమునుబట్టి చూచినచో వాయుకణములు ఒకదానితో నొకటి డీకొనుటయందు వాటి మొత్తము గతిశక్తిలో ఎట్టి నష్టమును ఉండదు. కాబట్టి, ఈ కణములు స్థితిస్థాపక గుణము కలవి యని యూహింపవలసి యుండును. కాని, పరమాణువు స్థితిస్థాపకగుణము కలది కాదు కనుక, వాయుకణములు పరమాణుకూటములై యుండవలసినట్లు శాస్త్రజ్ఞులు భావింపదొడగిరి. ఈ భావమును క్లాసియస్, మాక్స్ వెల్ శాస్త్రజ్ఞు లిరువురును కూడ వాయువుల గతిసిద్ధాంతమును స్థాపించుటకు స్వీకరించిరి (చూ. అణుచలన సిద్ధాంతము - అకారాది).

కాంతి: 17 వ శతాబ్దములో న్యూటన్, హైగెన్స్ శాస్త్రజ్ఞు లిరువురునుగూడ కాంతిప్రసరణవిషయమై తాము ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతముల సహాయమున, ఆనాటికే తెలిసియున్న కొన్ని ప్రయోగఫలితములను విశదీకరింపలేక పోయిరి. ముఖ్యముగా న్యూటన్ వలయములు, ద్వివక్రీభవనసంఘటన ఇందులకు ఉదాహరణములు. న్యూటన్ శాస్త్రజ్ఞుని కణసిద్ధాంతము లోపయుతమైనదని 17 వ శతాబ్దములో హైగెన్స్ శాస్త్రజ్ఞుడును, 18 వ శతాబ్దములో ఫ్రాన్స్ లిన్, లెవాన్ హార్డ్ ఆయిలర్, ప్రభృతులును సూచించిరి. కాని, న్యూటన్ పండితుని ప్రతిభ, ప్రఖ్యాతి హైగెన్స్ ప్రతివాదమును నెగ్గనీయలేదు. న్యూటన్ చనిపోయిన తరువాత రమారమి డెబ్బదిసంవత్సరములకు 19 వ శతాబ్దములో పలుచని పొరలయం దగపడు వర్ణములను విశదీకరించుటకై 'మిథోఘట్టనము' (చూ. అకారాది) అను కాంతి సంఘటనను ప్రతిపాదించి దానిని వివరించుటకై కాంతితరంగవాదమును యంగ్ విజ్ఞాని (1773 - 1829) పునరుద్ధరించెను. అంతటనుండియు కాంతికణవాదప్రాభవము క్రమముగా సన్నగిల్లి జొచ్చినది.

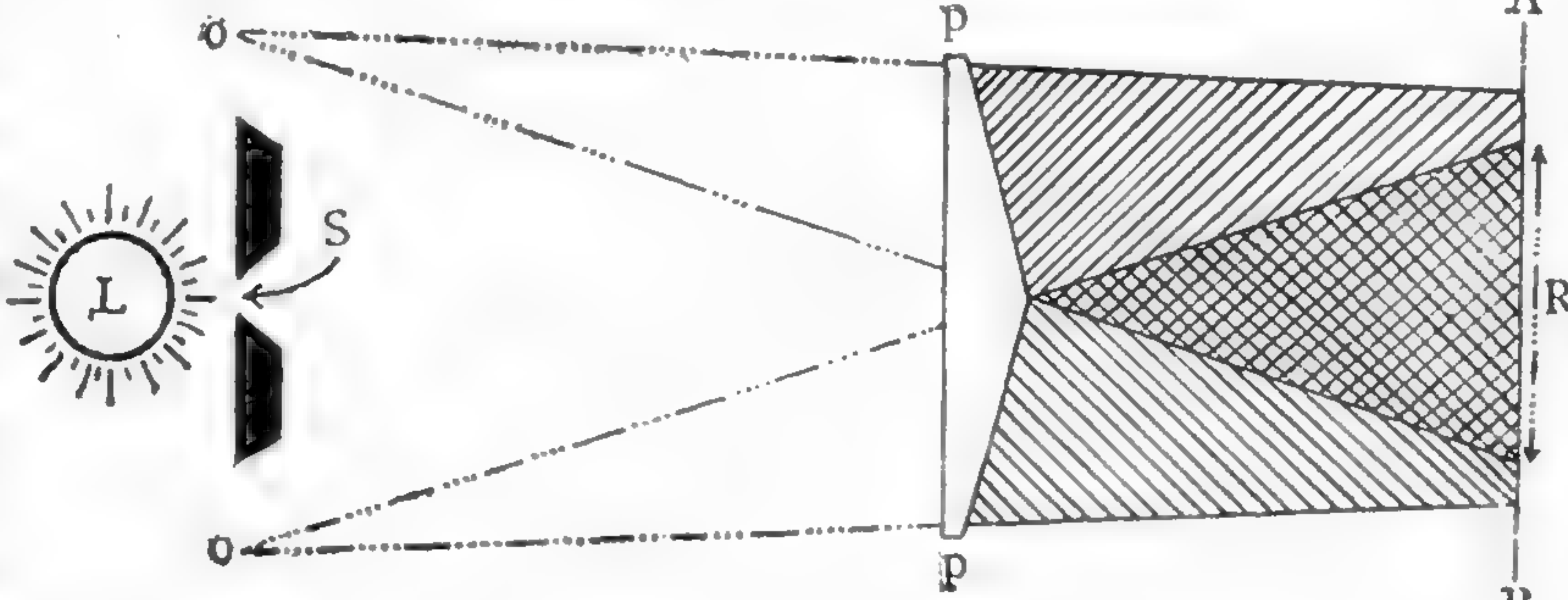
యంగ్ విజ్ఞాని తన సిద్ధాంతము ప్రాయోగికముగ రుజువుపరుచుటచే లండన్ రాయల్ సంఘమువారు తమ విజ్ఞానసంచికలో ఆయన పరిశోధనపత్రమును ప్రచురించిరి. కాని, విజ్ఞానలోకమంతయు ఏకగ్రీవముగ ఆనాడు ఆయన సిద్ధాంతమును ఆమోదింపలేదు. న్యూటన్ వలయములను కూడ కాంతిమిథోఘట్టనసంఘటనద్వారా కాంతితరంగసిద్ధాంత సహాయమున యంగ్ విజ్ఞాని విశదీకరించినను, అప్పటికిని ఆయనవాదమును ఎక్కువగ విశ్వసించినవారు లేకపోయిరి. పైగా, లార్డ్ బ్రౌహామ్ అనునతడు ఆ సిద్ధాంతమును తీవ్రముగ నిరసించుచు వ్యాసములనుకూడ ప్రచురించెను. పదునాలుగు సంవత్సరముల తరువాత ఫ్రేనెల్ (1788-1827) అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని తిరిగి ఆ సమస్యను



చేపట్టి అప్పటివరకును తెలిసిన కాంతిసంఘటనల నన్నిటిని తరంగసిద్ధాంత సహాయమున అతిసామర్థ్యముతో విశదీకరించి, ఆసిద్ధాంతమును రూఢమొనర్చెను. అంతటినుండి 20 వ శతాబ్దములో శక్తి కణ (క్వాంటం) సిద్ధాంతము బయలుదేరు వరకును కాంతి తరంగ వాద ప్రామాణ్యమును శంకించిన వారు లేరు.

మిథోఘట్టనసంఘటనపై యంగ్ విజ్ఞాని పరిశోధనలు చేసి 1801 లో నొక విజ్ఞానపత్రమునుగూడ ప్రచురించినట్లు ఫ్రేనెల్ కు తెలియదు. ఒక బిందువునుండి అపసరించిన కాంతికిరణముల కడ్డముగా సన్ననితీగె నొకదానిని నిట్ట నిలువుగా పెట్టి, అక్కడనుండి వచ్చిన కాంతికిరణములను ఒక తెర పై పడునట్లు చేసిన

చో ఆ తీగెయొక్క ఛాయ కిరువైపులనుకాంతి పట్టీలు ఏర్పడినట్లు గ్రహించి కనుగొనెను. ఈ ప్రయోగమునే ఫ్రేనెల్ తిరిగి చేయుచు తీగె కొక ప్రక్కనుండి ప్రసరించుకాంతి కిరణములను అవి తెరను



L కాంతిప్రభవస్థానము. L నుండి ద్విపట్టకముపై పడు కాంతి, ద్విపట్టకపు అంచుచే రెండు సమభాగములుగా భాగించబడును. అట్టి పరిస్థితులలో పట్టకపు పై భాగముపై పడు కిరణము వక్రీకృతమై పై O వద్దనుండి వచ్చునట్లు కనుపించును; అట్లే క్రిందిభాగముపై పడు కిరణము క్రింద O నుండి వచ్చునట్లు అగుపించును. ఈ రెండు కిరణములకును సామాన్యముగా నున్న R అను షీత్రమునందు మిథోఘట్టన సంఘటనచే చారలు కనుపించును.

చేరుకొనుటకు పూర్వమే నిరోధింపగా, తీగెకు ఇరు ప్రక్కల ఈసారి దళములు ఆయనకు కానరాలేదు. దీనికి కారణము అక్కడ కాంతి కిరణములు మిథోఘట్టనమును చెందుటకు అవకాశములేకపోవుటయే. ఆతరువాత ఫ్రేనెల్ సమస్థిలోనున్న రెండుతరంగములు ఒకదానితో నొకటి కలిసికొనినప్పుడు గ్రహించి కనుగొనినట్టి దళములవంటివే సంభవించునని చూపించుటకుగాను సమస్థిగల రెండు ఏకజాతి తరంగములను ఉత్పత్తిచేయుటకై పై పటములో చూపినమాదిరి ద్విపట్టకము (డబుల్ ప్రిజమ్) నొకదానిని ఉపయోగించెను. మిథోఘట్టనసంఘటనను ప్రదర్శించుటకై ఈపరికరసహాయముతో ఫ్రేనెల్ గావించిన పరిశోధనలు చారిత్రకప్రసిద్ధిని గాంచినవి. వాటి వలననే తరంగ వాదమునకు స్థిరత్వము చేకూరినది. కాంతి తరంగ వాదమునకు బలమైన సమర్థనము కాంతి ధ్రువీకరణమునందు గావించిన పరిశోధనలవలనకూడ ఒనగూడినది.

కాంతి ధ్రువీకరణసంఘటనను మొట్టమొదట 17 వ శతాబ్దములో హైగెన్స్ శాస్త్రజ్ఞుడు బయలుపెట్టును. ఆతరు రెండు ఐస్లాండ్ స్పార్ స్ఫటికములను (ఇవి రాంబోపా డ్రన్ పద్ధతినున్న కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ స్ఫటికములు) తీసికొని వాటి అనురూపముఖములు ఒకదానికొకటి సమానాంతరముగ నుండునటుల ఒక స్ఫటికముపై మరియొక స్ఫటికమునుపెట్టి, ఆ స్ఫటికములగుండా కాంతికిరణపుంజమును పంపించెను. ఐస్లాండ్ స్పార్ స్ఫటికముగుండా ప్రసరించు కాంతికిరణము ద్వివక్రీభవనమునకు లోనగును. కాబట్టి, ఆ కాంతికిరణపుంజము రెండుగా చీలి సరళ మార్గమున రెండు స్ఫటికములగుండా ప్రసరించును. కాని,

స్ఫటికములను పై మాదిరిగాగాక ఒకదాని కొకటి అడ్డముగా అమర్చి వెనుకటివలెనే వాటిగుండా కాంతికిరణపుంజమునుపంపించినచో అది మొదటిస్ఫటికములో రెండు గను, తిరిగి రెండవ స్ఫటికములో ఒక్కొక్కటి

రెండేసిగను చీలుచున్నది. కాగా, స్ఫటికములను ఒకదాని కొకటి సమానాంతరముగ ఏర్పరచినపుడు మొదటిస్ఫటికముందు రెండుగచీలిన కాంతికిరణములు తిరిగి రెండవ స్ఫటికములో రెండుగా ఎందుకు చీలకపోయినవో హైగెన్స్ చెప్పలేక పోయెను.

ఆ తరువాత ధ్రువీకరణముచెందిన కాంతిని ప్రత్యేకించు పద్ధతిని మాలున్ విజ్ఞాని (1775 - 1812) 1808 లో కనుగొనిన పిమ్మట ధ్రువీకరణసంఘటననుగూర్చి విపులముగ పరిశోధనలు సాగించుటకు వీలుపడినది. ఆ సమయముననే బియో విజ్ఞాని (1774 - 1882) పలుచని స్ఫటికపువలకలయందు కాన్పించు రంగులను గూర్చి పరిశోధనల నొనర్చుచు, కొన్నిపరిస్థితులందు మాత్రమే ధ్రువితకిరణములు మిథోఘట్టన నొందినప్పుడు, స్ఫటికములందు రంగులు గోచరించుచున్నవని కనుగొని, తన పరిశోధనఫలితమును కాంతి కణవాద సహాయముననే సమర్థించెను. అయితే, అట్లు



సమర్థించుటయందు ఆయన క్లిష్టమైన గణితమును ఉపయోగింపవలసివచ్చెను. ఈ ప్రయోగ ఫలితమును కొంతసులువుగా తమ సిద్ధాంతసహాయమున వివరించుటకు కాంతితరంగవాదులు కూడ ప్రయత్నించిరి. కాని, అది వారికి సులభముగా సాధ్యముకాలేదు. ఆ తరువాత రమారమి ఆరు సంవత్సరములు గాఢముగ యోచించిన విమ్మట యంగ్ విజ్ఞానియే తొలుదొలుత ఆ సంఘటనకు కాంతి తరంగవాదమున వివరణ మొసంగెను.

శబ్దతరంగములవలెనే కాంతితరంగములు కూడ అనుదైర్ఘ్యతరంగములని యంగ్ విజ్ఞానికి పూర్వము కాంతి తరంగవాదమును ఆమోదించిన శాస్త్రజ్ఞులు సైతము అభిప్రాయపడుచుండిరి. ఈ అభిప్రాయమును మార్చి కాంతి తరంగములు తిర్యక్ తరంగములని యంగ్ విజ్ఞాని ప్రతిపాదించెను. అట్టి సందర్భములో కాంతి గమించుదిశకు అనేక లంబతలములలో ఈతర్ యానకమందలి కణములు చలించుటకు అవకాశమున్నది. ఇట్లు యానకమందలి కణములు అన్నిలంబతలములందునుగాక ఏదో ఒక నిర్దిష్ట లంబతలముననే చలించుట సంభవించినపుడు ఆ కాంతికిరణము ధ్రువనమును పొందినదందురు. ఇట్లు ధ్రువనముపొందిన కిరణములలో సరూపతలమున ధ్రువనముపొందిన కిరణములు మాత్రమే మిథోఘట్టన మొందగలవు, గాని పరస్పరము లంబముగా నున్న తలములలో ధ్రువనమును పొందిన కిరణముల విషయమై మిథోఘట్టన సంఘటన గోచరించదు. ఈ యూహ సుపయోగించియే 1811 లో ఆరాగో ధ్రువితమైన తెల్ల వెలుతురు స్ఫటికముగుండ ప్రసరించినపుడు కనుపడు రంగులను వివరించగలిగెను (చూ. ధ్రువీకరణము).

యంగ్ విజ్ఞాని ఒసంగిన ఈ వివరణమును ఫ్రేనెల్ విజ్ఞానికూడ స్వతంత్రముగ కనుగొనెను. కాని, యాంత్రిక శాస్త్ర (మెకానిక్స్) సూత్రములతో తన ప్రతిపాదనను సమన్వయింపలేకపోవుటచే దానిని ప్రచురించుటకు ఆయనకు ధైర్యము చాలకపోయినది. ప్రదేశమందంతటను నిండి ఉన్న ఈతర్ స్థితిస్థాపకత్వముగల ప్రవాహియే గాని, దార్ఢ్యతలేనిదగుటచే అది అనుదైర్ఘ్యతరంగములనేగాని తిర్యక్ తరంగములను ప్రసరింపజేయలేదని ఆయన యూహించి తన వాదమును ప్రచురింపకుండ మిన్నకుండెను.

కాంతివాదములలో కణవాదము నిర్దుష్టమైనదా, తరంగవాదము నిర్దుష్టమైనదా యను సమస్యయే తేలకుండ యున్న సమయమున కాంతితరంగములు తిర్యక్ తరంగములని యంగ్, ఫ్రేనెల్ ప్రభృతులు వచించుటతో తరంగవాదులలో తరంగవాదులకు వివాదములు వచ్చినవి.

ముఖ్యముగ తరంగవాదమును జాగుగ సమర్థించుచున్న ప్యాసాయిల్ విజ్ఞాని (1781 - 1840) కాంతితరంగములు తిర్యక్ తరంగము అను అభిప్రాయమును అంగీకరింపలేక పోయెను. కాని, ధ్రువీకరణము, ద్వివక్రీభవనము, స్ఫటికములందలి వర్ణములు ఆదిగాగల సంఘటనలను కాంతి తరంగములు తిర్యక్ తరంగము అను వాదసహాయమున యంగ్, ఫ్రేనెల్ ప్రభృతులు చక్కగా వివరింపగలుగుటచే ఆ తరువాత ఎందరి కెన్నెన్ని అనుమానములున్నను కాంతి తరంగవాదపు పునాదులుమాత్రము స్థిరపడినవి.

ఇంచుమించుగా ఆ సమయముననే కాంతికణవాదమును ప్రతిఘటించి కాంతి తరంగవాదమును నిలబెట్టిన ప్రయోగ నిదర్శన మొకటి సమకూరినది. కణవాదమును, తరంగవాదమును కూడ శూన్యములో కాంతియొక్క వేగమునకును, ద్రవ్యయానకములో కాంతియొక్క వేగమునకును వ్యత్యాస మున్నదని అంగీకరించును. కాని కణవాదము ప్రకారము న్యూటన్ ఆకర్షణబల సూత్రానుసారముగ కాంతి ద్రవ్యకణములచే ఆకర్షింపబడుటచే శూన్యమునందుకంటె ద్రవ్యయానకములో కాంతియొక్క వేగము ఎక్కువగ ఉండవలెను. తరంగవాదరీత్యా శూన్యమందుకంటె ద్రవ్యయానకములో నిరోధ మెక్కువగుటచే కాంతితరంగముల వేగము తక్కువగ ఉండవలెను. కాగా, ఫ్రేనెల్ కావించిన ప్రయోగములలో తరంగవాద ప్రామాణ్యమును నిరూపించు ఆధారములు కొన్ని దొరికినవి. ముఖ్యముగ మిథోఘట్టన పట్టికలను ఏర్పరచిన యంగ్ విజ్ఞాని మిథోఘట్టనము నొందు రెండు తరంగములలోను ఒక తరంగమార్గమునందు గాఢఫలకమును జొన్నినచో ఆ పట్టికలు కొద్దిగా జరిగినట్లు ఫ్రేనెల్ విజ్ఞాని గుర్తించెను. దీనినిబట్టి కాంతితరంగములు వేర్వేరు యానకములలో ప్రసరించినప్పుడు వాటివేగములో మార్పువచ్చునని విశదమైనది. కాని, ఏ యానకములో దాని వేగము పెచ్చో 1850 లో గాని విశదముకాలేదు. అంతకుపూర్వము 1842 లో ఆరాగో విజ్ఞాని సూచనలను ఆధారముగా గాని 1850 లో ఫోకోట్ విజ్ఞాని (1819-88) భ్రమణదర్పణసహాయముతో గాలిలోను; నీటిలోను కూడ కాంతివేగమును నిర్ణయించెను. ఈ పరిశోధనలవలన ఒక యానకములో కాంతియొక్క వేగము ఆ యానకముయొక్క వక్రీభవన గుణకమునకు విలోమ నిష్పత్తిలో ఉండునని విదితమైనది. ఆరీతిగా కాంతియొక్క వేగము శూన్యమునందుకంటె ద్రవ్యయానకమునందు తక్కువ యని నిరూపితమగుటచే కాంతి తరంగవాదము సత్యమనియును, కాంతికణవాదము సత్యేతర మనియును తెల్లమైనది.



ప్రదేశమందంతటను నిండి ఈతర్ ఉన్నదని కాంతి తరంగవాదమున కాధారముగా మైగెజ్ట్ విజ్ఞాని ఊహించెను. ఈ ఈతర్ స్థితిస్థావకత్వము గల ప్రవాహి యని యంగ్, ఫ్రేనెల్ శాస్త్రజ్ఞులనాటి వరకును విజ్ఞానులందరును భావించుచుండిరి గాని, కాంతి తరంగములు తిర్యక్ తరంగములని ఆ విజ్ఞానులు నిరూపించుటతో స్థితిస్థావకత్వముగల ప్రవాహి అనుదైర్ఘ్యతరంగములనే గాని తిర్యక్ తరంగములను ప్రసరింపనియలేదు గాన, దానిని దార్ధ్యముగల ఘనద్రవ్యయానకముగా పరిగణింపవలసి వచ్చినది. కాని, ప్రదేశమందంతటను నిండి అట్టి ఘనద్రవ్యయానక మున్నదని ఊహించుట కష్టము. అట్టి యానకమేగాని ఉన్నచో ప్రదేశములో అనవరతముగ ఖగోళములు సంచరించుటకు వీలులేదు. ఇట్టిస్థితిలో అర్ పైడ్, ఫారడే విద్యుత్తుశాస్త్రపరిశోధనలను ఆధారముగ జేసి కొని స్థితిస్థావకత్వముగల ప్రవాహియందు జరుగు విద్యుదయస్కాంతసంక్షోభమే కాంతి అనియును, ఈ సంక్షోభము తిర్యక్ తరంగములుగ ప్రవహించుచున్న దనియును మాక్స్ వెల్ విజ్ఞాని గణితశాస్త్రరీత్యా నిరూపించెను.

వర్ణమాల శాస్త్రము—పట్టకముగుండా ప్రసరించిన తెల్లని సూర్యకాంతి ఏడువర్ణములుగా విడివడినట్లు న్యూటన్ 1666 లో కనుగొనుటతో వర్ణమాలశాస్త్రము ఆవిర్భవించినది, ఆ తరువాత 1802లో వూలాస్టన్ (1768-1828) అను ఇంగ్లీషు వైద్యుడు నిలుపుగానున్న సన్నని చీలిక గుండా ప్రసారితమైన సూర్యకిరణముల వర్ణమాలను పరిశీలించి ఆ వర్ణమాలయందు నిలుపుగా నిడుపాటి చీలికకు సమానాంతరదిశలో ఏడు నల్లని రేఖలను కనుగొనెను. అయితే, ఈ నల్లని రేఖలు సూర్యవర్ణపటములో ఏల గోచరమగుచున్నవో వివరించుటకు వూలాస్టన్ ప్రయత్నించలేదు. దానిని తరువాత చేపట్టిన మహా విజ్ఞాని జర్మనీ దేశస్థుడగు జోసెఫ్ ఫ్రాన్ హోఫర్ (1787-1828). సూర్య వర్ణమాలపటమున నిలుపుగ నల్లని రేఖలు ఉన్నవని వూలాస్టన్ కనుగొనినట్లు ఫ్రాన్ హోఫరునకు తెలియదు. కటకములను తయారుచేయుటలోను, వానికి మెలుగుపెట్టుటలోను ఆయన సిద్ధహస్తుడు. కచ్చితమైన అవర్ణకటకములను పరికల్పించుటకై చేయుచున్న కృషిలో నిర్దిష్టమైన వేర్వేరు వర్ణములకు ఆ గాజుయొక్క వక్రీభవనగుణకమును నిర్ణయించు సందర్భమున కొవ్వవత్తిజ్వాలయొక్క వర్ణమాలపటమునందు పసుపువర్ణభాగములో రెండు కాంతివంతములైన రేఖలను గాంచెను. ఆ తరువాత కొన్నికొన్ని తైలజ్వాలలు వర్ణమాలపటములందు కూడ సరిగా అదే ప్రదేశమునందు ఆ రెండు కాంతివంతమైన రేఖలను కానవచ్చుటచే ఆ సంఘటన ఆయనకు ఆశ్చర్య

మును కలిగింప సూర్యవర్ణమాలపటమునందు కూడ ఆయా స్థానములందు అట్టి కాంతివంతమైన రేఖలు గోచరించునేమో యని పరీక్షించు కుతూహలముతో సూర్య కాంతిని ఉపయోగించి ప్రయోగము చేసెను.

ఫ్రాన్ హోఫర్ తన ఈ ప్రయోగమునందు న్యూటన్ ప్రభృతు లొనర్చినట్లుగా పట్టకమునుండి వెలువడిన కాంతిని తెరపై పడనీయక తిన్నగా దూరదర్శనిచేతనే పరీక్షించెను. ఈ పరీక్షఫలితముగా ఆయన కాంతివంతమైనవి గాక కాంతిశూన్యములైన గీతలు పెక్కును సూర్యవర్ణమాలాపటమునందు కనుగొనెను. వేర్వేరు పట్టకముల నుపయోగించియును, సూర్యకిరణములను కేంద్రీకరించు కుంభకటకములను కూడ మార్చియును ఆయన అనేక ప్రయోగములు చేసెను. కాని, ఆ ప్రయోగములన్నిటియందును సూర్యవర్ణమాలాపటమునందలి ఆయా రేఖలు వాటి నిర్దిష్టస్థానములందు కానవచ్చుటచే ఆ నలుపురేఖలు సూర్యవర్ణమాలపటములో స్థిరముగా నున్నవని ఆయన విశ్వసించెను. ఈ రేఖలు కనబడుటకు కారణము సూర్యకిరణములందు కొన్ని రంగులకిరణములు లోపించిఉన్నవనియును, అట్లు లోపించిఉన్న కిరణముల స్థానములో సూర్యవర్ణమాలపటమునందు నల్లనిరేఖలు గోచరించుచున్నవనియును ఆయన ఊహించెను. ఫ్రాన్ హోఫర్ యొక్క ఈ ఊహ సరియైనది కానప్పటికిని ఆయన మాత్ర మా రేఖల ప్రాముఖ్యమును గుర్తించిననుటకు సందియములేదు. ఆ రేఖల సహాయమున ఏ వర్ణపుకాంతికి ఏ ఏ గాజు ఎంతెంత వక్రీభవనగుణమును కలిగియున్నదో కచ్చితముగా కనుగొనవచ్చునని ఆయన గ్రహించి, సూర్యవర్ణమాలపటమును నిశితపరిశోధన మొనర్చి సుమారు 700 రేఖలను గుర్తించి అవి సూర్యవర్ణమాలపటమునందే స్థానములలో కనబడునో పూర్తిగా శోధించెను. ఈ రేఖలలో స్ఫుటముగ కనబడు రి రేఖలను ఆయన విడదీసి వాటిలో ఎర్రరంగునందు కనబడు రేఖకు B అనియును, అట్లే పసుపువర్ణమునందు కనబడు రేఖకు D అనియును, ఊదారంగునందు కనబడు రేఖకు H అనియును కూడ నామకరణము చేసెను. ఈ రీతిగా సూర్యవర్ణమాలపటములోని నలుపురేఖలను గూర్చి ఎక్కువగా శోధన చేసిన మొదటి విజ్ఞాని ఫ్రాన్ హోఫర్ అగుటచే ఆ రేఖలకు 'ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖ' అని పేరు వచ్చినది.

ఫ్రాన్ హోఫర్ కేవలము సూర్యవర్ణమాల పటమునందలి నలుపురేఖలను గుర్తుపట్టుటయేగాక జాలకము (గ్రేటింగ్) అను పరికరసహాయమున ఆ రేఖల తరంగదైర్ఘ్యములను కూడ సరిగా కొలచెను. జాలకము



నుపయోగించినవారిలో ప్రప్రథముడు ఈయనయే. ఆనాటి ఆయన జాలకములు సన్నని తీగెలతో తయారుచేయబడినవి. అట్టి జాలకము సహాయముతో ఆయన కనుగొనిన D రేఖయొక్క తరంగ దైర్ఘ్యము 0.00005888 సెం.మీ. ఈ పరిశోధనఫలితములను 1814లో తొలుదొలుత ఫ్రాన్ హోఫర్ ప్రచురించెను. కాని, ఆయన పరిశోధనల ఫలితముల ప్రాముఖ్యమును ఆనాటి శాస్త్రజ్ఞులెవరును బాగుగా గుర్తించలేదు. ఈ పరిశోధనలయం దాయన కనుగొనిన నలుపురేఖలవలన ద్రవ్యముల సాపేక్ష విశ్లేషణసామర్థ్యమును కనుగొనుటకును, ఆ ఫలితమును ఉపయోగించి మంచి అవర్ణకటక సంయోగము తయారుచేయుటకును అవకాశము కలిగినది. అంతేగాక కాంతితరంగముల నిరపేక్షతరంగదైర్ఘ్యములను ఎట్లు కనుగొననగునో ఆయన చూపించెను.

సూర్యవర్ణమాల పటమునందు కాన్పించు నలుపురేఖలనుగూర్చి ఫ్రాన్ హోఫర్ గొప్ప కృషిచేసెను. కాని, ఆ రేఖ లేల కాన్పించుచున్నవో యను విషయమునుగూర్చి ఆయన యొసంగిన వివరణము సరియైనది కాదు. భౌతికశాస్త్రమందు వాటి ప్రయోజనము బహుళమనికూడ ఆనా డాయనకు పూర్తిగా తెలియదు. ఆ తరువాత 1822లో సర్ జాన్ హర్షల్ విజ్ఞాని సారాయి (స్పిరిట్) దీపమునందు ధాతులవణముల నుంచి పట్టకముచే ఏర్పడిన ఆ దీపపు వర్ణమాలాపటమును పరిశీలించి కాంతి మంతమైన వర్ణరేఖలను కనుగొనెను. ఈ విషయము ఫ్రాన్ హోఫర్ కికూడ తెలిసినదే. సారాయి దీపమునందు సోడియమ్లవణములను ఉంచినపుడు దాని వర్ణమాల పటమునందు కనపడు కాంతిమంతమైన రేఖలును, సూర్య పటమునందు అగపడు రెండు నలుపు D రేఖలును ఒకే స్థానమునం దుండెననికూడ ఆయన కనుగొనెను. కాని, సారాయి దీపమున ధాతులవణములను ఉంచినపుడు కనబడు కాంతిమంతమైన రేఖలకును, సూర్యవర్ణపటమునం దగపడు నలుపురేఖలకును గల సంబంధమును ఆయన గ్రహించినట్లు గోచరింపదు. పైగా, ఆ సంబంధమును మొట్టమొదట ఎవరు గుర్తించిరోకూడ చెప్పలేము. 1848లో ఫోకోల్ట్ విద్యుత్తుచాపమునుండి ప్రసారితమైన తీక్షణమైన కాంతిని సోడియమ్ ధాతులవణముంచిన సారాయి దీపముగుండా పంపించి అట్లు పైకివచ్చిన కాంతియొక్క వర్ణమాల పటమును పరీక్షించి అందు సూర్యవర్ణమాల పటమందలి D రేఖల స్థానముననే రెండునలుపురేఖలు ఉన్నటుల కనుగొనెను. అయితే, అవి ఏల గోచరించుచున్నవో ఆయన వివరించినట్లుగాని, ఆ విషయమునుగూర్చి పాచ్చు

కృషి యొనర్చినట్లుగాని లేదు. అందుచేత, 1850లో కిర్కాఫ్ (1824-87) తిరిగి ఈ విషయమై స్వతంత్రముగ కృషి యొనర్చువరకును దాని అర్థము శాస్త్రప్రపంచమునకు తెలియలేదు. ఆ సంవత్సరములో ఆయన వర్ణమాలా రేఖాపరివర్తనీయతానియమమును గణిత శాస్త్రరీత్యా ప్రతిపాదించెను. "ఏదైన ఒక తాపక్రమమునందు ఒక వస్తువు ప్రసరించు వర్ణములలో ఒకవర్ణము విషయమై ఆ వస్తువుయొక్క ప్రసరణసామర్థ్యమును, శోషణసామర్థ్యమును స్థిరనిష్పత్తిలో ఉండు" నని ఈ నియమము తెలియజేయును. అందుచేత ఏదైన ఒక వస్తువును ఉత్తేజించి అది వెలుతురును ప్రసరించునట్లు జేసినయెడల అది కొంత ప్రసరణసామర్థ్యమును కలిగియుండి, నిర్దిష్టమైన కొన్ని తరంగ దైర్ఘ్యములుగల కాంతులను ప్రసరింపజేయును. ఇట్లు ప్రసృతమైన కాంతితరంగముల తరంగ దైర్ఘ్యములు ఆ వస్తుస్వభావమునుబట్టి ఉండును. ఇక ప్రతి వస్తువునకును నిర్దిష్టమైన శోషణ సామర్థ్యముకూడా కలదు. అందువలన ఒక నిర్దిష్టతాపక్రమమునకు వేడిచేయబడిన వస్తువుపట్టి కాంతి తరంగములను ప్రసరించగలదో పైనుండి తనపైబడిన అట్టికాంతితరంగములను ఆవస్తువు శోషించగలదు. అందుచేత ఒక వస్తువు ఒక తాపక్రమమునం దేదైనా ఒక రంగుకాంతిని ఎంతబాగుగా ప్రసరించగలదో, అంత బాగుగ ఆ రంగుకాంతిని అది శోషింపగలదు. కాబట్టి, ఏదైనా ఒక ద్రవ్యములోని కణములు ఉత్తేజితమైనపుడు కొంతశక్తి నవి ప్రదేశములోనికి ప్రసారితమొనర్చుననియును, ఆ శక్తియే కాంతితరంగములుగ ప్రదేశములో ప్రసరించుననియును, ఇట్లది ప్రసరించు కాంతి తరంగములు మూలద్రవ్యస్వభావముపై ఆధారపడి ఉండుననియు, ఉత్తేజితస్థితిలోనున్న ఆ వస్తువుపై తెల్లని కాంతి పడినప్పుడు అది ఏకాంతికిరణములను ప్రసరించునో ఆ కాంతికిరణములనే ఆ తెల్లనికాంతినుండి అది శోషించుననియును వ్యక్తమగును. సూర్యవర్ణమాలయందు గోచరించు కాంతిహీనమైన ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలకు ఈ నియమము ననుసరించి సరియైన వివరణమును కిర్కాఫ్ ఒసగగలిగెను. సూర్యగోళమందు ఔజ్వల్యస్థితియందున్న ప్రకాశ (ఫోటా)వరణము అన్ని తరంగదైర్ఘ్యములను ప్రసరించుచుండును. ఈ ప్రకాశవరణమును చుట్టుకొని అనేక ద్రవ్యభాష్యములుగల పొర ఉన్నది. ఈ పొర ప్రకాశవరణముకంటె తక్కువ తాపక్రమమునం దుంటచే శోషణిగా వ్యవహరించును. కాబట్టి, ప్రకాశవరణకాంతి ఈ పొరలోనుండి ప్రసరించినప్పుడు పొరలోనున్న ద్రవ్య పరమాణువులు తమ కనుగుణమైన కాంతికిరణములను



శోషించును. అందుచే ఫ్రాన్ హోఫర్ సూర్యవర్ణమాల పటమునందు కాంతి శూన్యమైనరేఖలు గోచరమగుచున్నవని కిర్కాఫ్ వివరించెను. అంతటితో వర్ణమాలశాస్త్రమునందు నూతనయుగము స్థాపితమైనదని భావించవచ్చు.

ద్రవ్యములకును, వర్ణమాల యందలి కాంతిరేఖలకును గల సంబంధమునుబట్టి భౌజ్వల్యస్థితియందున్న ఒక వస్తువు నందేయే మూలద్రవ్యములున్నవో, అవి ఏస్థితిలో ఉన్నవో కేవలము వర్ణమాలపట పరీక్షవలన తెలిసికొనవచ్చునని కిర్కాఫ్ పరిశోధనలవలన వ్యక్తమైనది. కిర్కాఫ్ ఈ నియమమును ప్రతిపాదించి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలకు వివరణము నొసంగుటకు రమారమి రెండు సంవత్సరములకు పూర్వమే తక్కువ వెలుగు, ఎక్కువవేడిగల దీపము నొక దానిని బున్ సెన్ (1811-99) నిర్మించెను. భూమిపై దొరకు వేర్వేరు మూలద్రవ్యముల లవణములను ఈదీపము నందుంచి ఆ మూలద్రవ్యముల ప్రసారణ వర్ణమాల పట్టికలను కిర్కాఫ్, బున్ సెన్ ఇరువురును కలిసి చిత్రించిరి. వేర్వేరు మూలద్రవ్యములకు చెందిన ఆ ప్రసారణ వర్ణ పట్టికలందలి ఏవ కాంతిమంతమైన రేఖలతో సూర్యవర్ణ పటమందలి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు ఏకీభవించుచున్నవో కనుగొని సూర్యగోళమందు ఏవ మూలద్రవ్యములు ఉన్నవో చెప్పగలిగిరి.

కిర్కాఫ్, బున్ సెన్ ఇరువురును కూడ వర్ణమాల పటమునంతను కొన్ని భాగములుగ విభజించి ఒక్కొక్క మూలద్రవ్యముయొక్క ప్రసారణరేఖలు వాటివాటి వర్ణమాలపటములలో ఏవ భాగములందు కానవచ్చుచుండెడివో గుర్తించు చుండిరి. అట్లే సూర్యవర్ణమాలపట విషయమునకూడ వారు కావించిరి. కాని, రేఖల ఈ స్థాన నిర్ణయపద్ధతిని పరమ ప్రామాణ్యమైనదిగను, సునిశితమైనదిగను, పరిగణించుటకు అవకాశము తక్కువ. అందుచే లోగడ ఫ్రాన్ హోఫర్ కావించినట్లు పరమమానముపై ఆయా మూలద్రవ్యములకు చెందిన ప్రసారణవర్ణమాల రేఖల తరంగదైర్ఘ్యములను కనుగొనిన ఉపయుక్తముగా ఉండుననియును, సూర్యవర్ణమాల పటమునే ప్రమాణ వర్ణమాలపటముగా ఏర్పరచుకొనిన లాభదాయక మనియును ఆంగ్ల స్ట్రమ్ (1814-74) గుర్తించి సూర్య వర్ణమాలపటమును నిర్మించుటకు పూనుకొనెను. అనగా సూర్యవర్ణమాలపటమునందు ఆయా శోషణ రేఖల యొక్క తరంగదైర్ఘ్యములనుబట్టి సూర్యవర్ణమాల పటమునందు ఆయా స్థానములలో వాటిని లిఖించెను. కాబట్టి ఆయనకృషి సరిమాణ ప్రధానము. ఈ శూన్య రేఖల పటమును ఆయన ప్రమాణసూర్యవర్ణమాల

పటమని పేర్కొనెను. ఈ పటము 1868 లో ప్రచురితమైనది. ఈ వర్ణపటమునందు తరంగదైర్ఘ్యము లన్నిటికిని  $10^{-8}$  సెం. మీ. ల ప్రమాణము (అనగా ఒక మిల్లి మీటరులో ఒక కోటవవంతు)లో ఆంగ్ల స్ట్రమ్ వ్యక్తపరచెను. అంతటనుండియు  $10^{-8}$  సెంటిమీటర్లలో ప్రమాణమును 'ఆంగ్ల స్ట్రమ్ యూనిట్' అని పేర్కొనుచున్నారు.

ఆంగ్ల స్ట్రమ్ శాస్త్రజ్ఞుడు సూర్యవర్ణమాలపటములో కేవలము దృగ్గోచరభాగమండలి వర్ణమాలరేఖల తరంగదైర్ఘ్యములనే కొలచి ఆ భాగపు వర్ణపటమునే చిత్రించెను. ఈ చిత్రితవర్ణపటము వర్ణపట శాస్త్రక్షేత్రమున కృషిసల్పు విజ్ఞానులకు పరమప్రమాణమై వర్ణమాల పరిశోధనలలో వారికి ఎక్కువగా తోడ్పడినది. ఈ చిత్రితవర్ణ పటము ప్రచురితమైన నాటినుండియు వర్ణమాలపట శాస్త్రము పరిమాణ ప్రధానమైన భౌతికవిజ్ఞానశాఖగా పరిణమించ మొదలిడెను. ఆ తరువాత పలువురు విజ్ఞానులు ఈ శాస్త్రరంగమున కృషిచేసి దాని బహుముఖాభివృద్ధికి కారణభూతులైరి.

ఫ్రాన్ హోఫర్, కిర్కాఫ్, బున్ సెన్, ఆంగ్ల స్ట్రమ్ శాస్త్రజ్ఞులు వర్ణమాలపటశాస్త్రమునం దొనరించిన కృషియంతయు దృగ్గోచరకాంతి (760 Å - 390 Å) భాగములకే పరిమితమైయున్నది. వర్ణమాలయందు ఈ భాగము చాల అల్పమైనది. సూర్యవర్ణపటము ఎరుపుక్రిందికి పరారుణము వైపునకు వ్యాపించి ఉన్నదని 1800లో విలియమ్ హర్షల్ విజ్ఞానియును, అది నీలలోహితముమీదకు, అతి నీలలోహితము వైపునకును కూడ వ్యాపించియున్నదని 1777లో షేలే రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి.

సిల్వర్ క్లోరైడ్ లవణమును సూర్యకాంతిలో పెట్టినపుడు ఆ లవణపురంగు తెలుపునుండి ధూమ్రవర్ణమునకు మారునని షేలే కు తెలిసియుండెను. సిల్వర్ క్లోరైడ్ లవణముపై సూర్యవర్ణమాల పటమునందలి వేర్వేరు వర్ణముల కాంతి కిరణములు ఎట్టి ప్రభావమును కలిగి ఉన్నవో కనుగొనుటకై ఆయన కావించిన కృషివలన నీలలోహిత వర్ణ భాగమునకు వెనుకనున్న వర్ణమాలపట కాంతిలో సిల్వర్ క్లోరైడ్ లవణమును పెట్టినపుడు, దాని వర్ణము అధికముగా మార్పుచెందినట్లు ఆయనకు విదితమైనది. నీలలోహిత వర్ణమునుదాటికూడ సూర్యవర్ణపటము వ్యాపించి ఉన్నదని ఈ రీతిగా షేలే కనుగొనగలిగెను. సూర్య వర్ణమాల పటమునందు ఏవర్ణము ఎక్కువ ఉష్ణీకరణ సామర్థ్యమును కలిగిఉన్నదో కనుగొనుటకై హర్షల్ పరిశోధన లొనర్చు తాపక్రమమాపకపు గోళకముపై వేర్వేరు వర్ణములను కేంద్రీకృత మొనర్చినపుడు ఎరుపువర్ణ



మును దాటియుండి దృగ్గోచరముకాని భాగమే ఎక్కువ ఉష్ణీకరణసామర్థ్యమును కలిగి ఉన్నదని కనుగొనెను. పిమ్మట 1835లో ఆంపియర్ పరశోధనవర్ణమాలపట భాగమందలి కాంతీకరణములును, దృగ్గోచరకాంతీకరణములును ఒకేరకమైనవని వివరించెను. సూర్యవర్ణమాలపటములో పరశోధనవర్ణమాలపటభాగమునందు 1840 లో సర్ జాన్ హర్షల్ పరిశోధనలుచేసి, ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు ఆ భాగమునందుకూడ ఉన్నవని కనుగొనెను. సూర్యవర్ణమాలపటము నందలి పరశోధనవర్ణమాలపట భాగమునందున్న ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలను గుర్తుపట్టుటకై చక్కటివద్దతి నొకదానిని సర్ జాన్ హర్షల్ ఉపయోగించెను. ఒక కాగితముపై సూర్యోష్ణతను బాగుగా శోషింపగల జిగురును, మసిని రుద్ది పిమ్మట దానిని ఆల్కహాల్ లో ముంచి దానిపై సూర్యకరణములు పడునట్లు చేయగా ఆ కాగితముపై సున్న ఆల్కహాల్ నందు అక్కడక్కడ ఇగిరిపోని భాగములు సన్ననిరేఖలుగా ఉండిపోయెను. సూర్యవర్ణపటము అవిచ్ఛిన్నమైఉండక మధ్యమధ్య తక్కువ ఉష్ణవంతములైన రేఖలచే ఖండితమై ఉండుటచేత ఆ రేఖలుగల భాగములలో ఆ రీతిగా ఆల్కహాల్ ఇగిరిపోక మిగిలి ఉన్నదని ఆయన వివరించెను. సర్ జాన్ హర్షల్ తరువాత అనేకమంది పరిశోధకులు పరశోధనవర్ణమాలపట భాగమునందు పరిశోధనలు చేసిరి. అందులకై సునిశితములైన పరికరము లనేకములను వారు నిర్మించుకొనిరి. ఈ పరికరములలో ముఖ్యముగా పేర్కొనదగినది 'తెర్మోపైల్'. లాన్ గ్లీ అను అమెరికాదేశ విజ్ఞాని 'బోలోమీటర్' అను ఇంకొక పరికరమును నిర్మించి దాని సహాయమున సూర్యవర్ణమాల పటమునందు పరశోధనభాగమున గణనీయమైన పరిశోధన లొనర్చెను. కాని ఏబ్బేప్రభృతు లీభాగమునకు చెందిన వర్ణమాలపటమును ఛాయా చిత్రముగ తీయగలుగటతో ఆ పరిశోధనయందు నూతనాధ్యాయము ఆరంభమైనది. జాలకములయు, పట్టకములయు సహాయముతో సూర్యవర్ణమాల యందలి  $\lambda = 1780 \text{ \AA}$  మొదలు  $\lambda = 10,000 \text{ \AA}$  వరకును గల పరశోధనవర్ణమాలపటభాగపు ఛాయాచిత్రమును ఆయన తీసెను. అయితే, ఏబ్బే ఉపయోగించిన ఛాయాచిత్రఫలకము లంత మంచివికావు. అందుచే కాలము గడచి విజ్ఞానము పెంపొందిన కొలదియు పరారుణ (పరశోధన) వర్ణమాలపట భాగమును తీయుటకైన ఛాయాచిత్ర ఫలకములలో కూడ హెచ్చు అభివృద్ధి చేకూరినది.

విద్యుత్ శాస్త్రము - అయస్కాంతశాస్త్రము: 19వ శతాబ్దములో విద్యుత్ శాస్త్ర, అయస్కాంత శాస్త్రము

రెండును వైద్యుత్తాంత్రికముగను, ప్రాయోగికముగను గూడ ఎక్కువ అభివృద్ధిని పొందినవి. ముఖ్యముగా విద్యుదయస్కాంతశాస్త్రమును నూతన విజ్ఞానశాఖ ఈ శతాబ్దమునందే ప్రప్రథమముగా ఉద్భవించి బాగుగా పెంపొందినది.

19 వ శతాబ్దపు ప్రథమవిద్యుత్తు విజయము పొటాష్, సోడా ద్రవ్యములను, విద్యుత్ విశ్లేషణ పద్ధతిచే విశ్లేషణ మొనర్చి వానినుండి క్రమముగా పొటాసియమ్, సోడియమ్ మూలద్రవ్యధాతువులను సర్ హంఫ్రీ డేవీ విడదీయగలుగుట (1807). అంతవరకు సోడా, పొటాష్ లను మూలద్రవ్యములుగనే శాస్త్రజ్ఞులు భావించు చుండిరి.

ఇక, భౌతికవిజ్ఞానము కేవల వోల్టా శ్రేణినుండి జనించిన ప్రవాహవిద్యుత్తునకును, ఘర్షణ ఆదిగాగల సంఘటనలచే జనించిన స్థిర విద్యుత్తునకు గల సంబంధమును కనుగొనుటకై ప్రయత్నించి, ఆ రెండు రకముల విద్యుత్తులును ఒకేమోస్తరువని 19 వ శతాబ్ద ప్రారంభమున తేల్చియుండిరి. ఒకచోట ప్రోగ్రెనది స్థిరవిద్యుత్తు; వోల్టా పేర్పునందు జనించునది చలనమునందున్న విద్యుత్తు; వాటికిగల వ్యత్యాసము అంతమాత్రమే. మిగిలిన విషయములలో అనగా, వాహకములలో ఉష్ణతను కలుగజేయుట విద్యుత్ స్ఫులింగములను పుట్టించుట మున్నగువాటిలో వాటికెట్టి వ్యత్యాసమును లేదు.

స్థిర, ప్రవాహవిద్యుత్తులలో అన్యోన్యముగనే కాక విద్యుత్తునకును, అయస్కాంతత్వమునకును కూడ సన్నిహితసంబంధ మున్నదని 19 వ శతాబ్దములో శాస్త్రజ్ఞులు నిరూపించిరి. సజాతీయ విద్యుదావేశములు ఒకదాని నొకటి అపకర్షించుకొనుచుండినట్లుగనే సజాతీయ అయస్కాంత ధ్రువములుకూడ ఒకదాని నొకటి అపకర్షించుకొనుచుండుటచేతను రెండు విద్యుదావేశముల మధ్యగల ఆకర్షణ లేదా అపకర్షణ బలమును ఏ విలోమవర్గసూత్రముచే కనుగొనగలమో అదే విలోమవర్గసూత్రముచేత రెండు అయస్కాంతధ్రువముల మధ్యగల ఆకర్షణ లేదా అపకర్షణ బలమును నిర్ణయింపగలుగుటచేతను విద్యుత్తునకును, అయస్కాంతత్వమునకును ఏదో యొక సంబంధము ఉండియుండవలె నని 18 వ శతాబ్ద చివర శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండిరి. కాని, ఆ సంబంధమును ప్రయోగరీత్యా వారు నిరూపింపలేకపోయిరి. ఎట్టకేలకు అందు కృతకృత్యుడైన విజ్ఞాని హెన్రీ క్విస్టియన్ అర్ థైడ్ (1777-1851) అను డెన్మార్క్ దేశస్థుడు. 1819 లో ఒక ఉపన్యాసమునందు ఆయన ఎక్కువశీఘ్రతగల విద్యుత్తుప్రవాహమును ఈయగలిగిన వోల్టా పేర్పును ఉపయోగించుచు, ఆ వోల్టా పేర్పుయందలి రెండుధ్రువములను కలుపుచున్న అవిచ్ఛిన్న



వలయమందలి కొంతతీగెను ఒక అయస్కాంతసూచికి సమమట్టములోను, లంబదిశలోను ఉంచెను. కాని, సూచియం దెట్టిమార్పును ఆయనకు గోచరించలేదు. సూచి యథా ప్రకారము మధ్యాహ్న రేఖ (మెరిడియన్) యందు స్థిరము గనే ఉండెను. అందుచేత ఆయన అయస్కాంతసూచిపై విద్యుత్ ప్రవాహమున కెట్టి ప్రభావమును లేదని నిశ్చయించు కొని ఆ ప్రయోగమును మరల చేయకుండ మిన్నకుండెను. కాని, ఉపన్యాసానంతరము అవిచ్ఛిన్నవలయమందలి తీగెలో కొంతభాగము సూచియొక్క మెరిడియన్ కు సమ మట్టముగను, సమానాంతరదిశలోనికిని యాదృచ్ఛికముగా వచ్చినప్పుడు సూచి రమారమి 90° కోణము చేయుచు ఒక్కసారి తిరిగెను. అర్ పైట్ న కది చాల ఆశ్చర్యమును కలిగించినది. వెంటనే ఆయన ఆ ప్రయోగమును చాల సార్లు తిరిగితిరిగి చేయగా ప్రతి పర్యాయమునుగూడ సూచి సరిగా అదేవైపునకు అంతేదూరము చలింపజొచ్చి నది. ఆ తరువాత ఆయన అవిచ్ఛిన్నవలయమందలి తీగెను అట్లేయుంచి, అ వలయమందలి విద్యుత్ ప్రవాహపు దిశను మార్చగా ఈ పర్యాయము విద్యుత్ సూచి వెనుకటివలె గాక దాని ఎదుటి దిశలోనికి చలింపజొచ్చినది. అటుపిమ్మట విద్యుత్ ప్రవాహమును కలిగియున్న అవిచ్ఛిన్నవలయ మునకును, విద్యుత్ సూచికిని మధ్య గాజు, థాతువు, కట్ట మున్నగు అనేక ద్రవ్యముల నుంచి ఆ ప్రయోగమును అర్ పైట్ తిరిగి చేసెను గాని, ప్రతి పర్యాయము ఆ సూచి అట్లే చలింపజొచ్చినది.

అర్ పైట్ ఆకస్మికముగ బడసిన పై ప్రయోగ ఫలితమువలన విద్యుత్తునకు, అయస్కాంతత్వమునకు గల సంబంధము నిరూపితమయ్యెను. అంతకు పూర్వము కొన్ని సంవత్సరములనుండియు ఏ సంబంధమును కను గొనుటకు శాస్త్రజ్ఞులు ఉత్సుకులైయుండిరో, ఆ సంబంధమారీతిగ ప్రాయోగికముగ నిరూపితమగుటతో దాని ప్రాముఖ్య మును గురించి ఆ విషయమై ఇంకను పరిశోధనలుచేయ శాస్త్రజ్ఞులు సమకట్టిరి.

అర్ పైట్ పరిశోధనఫలితమును శాస్త్రాభివృద్ధికై ఉపయోగించినవారిలో మొట్టమొదటివాడు జర్మనీ దేశ విజ్ఞాని వైగర్. విద్యుత్ ప్రవాహపరిమాణమును కొలుచుటకై విద్యుత్మాపకము అను పరికరము నీయాచార్యుడు అర్ పైట్ అన్వేషించిన ఫలితమును ఉపయోగించియే పరికల్పించెను. 1820 లో ఆరాగో (1786-1853) అను ఫ్రాన్స్ దేశవిజ్ఞాని విద్యుత్ ప్రవాహముగల వాహకము ఇనుప రజనును ఆకర్షించుటను పరికించి అట్టి వాహకమును అయస్కాంతమునకు తుల్యముగా పరిగణింపవచ్చునని

సూచించెను. కాని, విద్యుదయస్కాంతశాస్త్రమందు గణనీయమైనపరిశోధన లొనర్చిన మహావిజ్ఞాని ఆంపియర్. విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రబీజావాపమొనర్చిన విజ్ఞాని అర్ పైట్ అయినచో, ఆ బీజము మొలకెత్తి వృక్షముగ వృద్ధిపొందుటకు కారణభూతుడు ఆంపియర్ యనియు, దానిని ఫలవంత మగునట్లుగా దోహదమొనర్చిన వాడు ఫారడే యనియు పేర్కొనవచ్చును.

విద్యుత్ ప్రవాహము, అయస్కాంతము ఒకదానిపై నొకటి యాంత్రికబలమును ప్రవర్తింపజేయునని అర్ పైట్ ప్రయోగఫలితముగ విదితమైనది. కాని, ఆంపియర్ తన ప్రయోగములవలన ఒకదాని కొకటి చేరువగా ఉన్న రెండు విద్యుత్ ప్రవాహముల మధ్యకూడ అట్టి యాంత్రికబలము ఉన్నదనియును, ఒకే దిశగా పోవుచున్న రెండు సమానాంతరప్రవాహములు ఒకదాని నొకటి ఆకర్షించుకొను ననియును, విరుద్ధ దిశలలో పోవుచున్న రెండు సమానాంతరప్రవాహములు ఒకదాని నొకటి అపకర్షించుకొను ననియును కనుగొనెను. ఆంపియర్ కంటే పూర్వపు శాస్త్రజ్ఞులు రెండు విద్యుదావేశముల మధ్య యాంత్రికబలము ఉన్నదని గుర్తించిరి గాని, విద్యుత్ ప్రవాహమును గొనిపోవుచున్న రెండువిద్యుద్వాహకముల మధ్య అట్టి బలమున్నదని వారు కనిపెట్టలేదు.

ఇక, విద్యుత్ ప్రవాహమునకు సమీపమునఉన్న అయస్కాంతసూచి ఏలచలించుచున్నదో అందుకుగల కారణమును గూడ ఆంపియర్ వివరించెను. ప్రతి విద్యుత్ ప్రవాహమును చుట్టి అయస్కాంతక్షేత్రము ఉండును. ఈ అయస్కాంతక్షేత్రము విద్యుత్ ప్రవాహమునకు లంబదిశలో విస్తరించి యుండును. కాబట్టి, ఆ విద్యుత్ ప్రవాహమునకు సమానాంతరముగ ఉన్న అయస్కాంతసూచి సుమారు 90° కోణమును చేయునట్లుగా చలించును. ఒకప్పుడు అయస్కాంత సూచి కచ్చితముగా 90° కాక ఇంచుమించు 90° కోణమును చేయునట్లుగా చలించుటకూడ కలదు. దీనికి కారణము దానిపై భూమి యొక్క అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రభావము. విద్యుత్ ప్రవాహమునకు సమానాంతరదిశలో నున్న అయస్కాంత సూచి విద్యుత్ ప్రవాహపుదిశనుబట్టి ఏ దిశగా చలించునో సూచించు నొక సూత్రమును 1820 లో ఆంపియర్ ఈ పరిశోధనల ఫలితముగా ప్రతిపాదింప గలిగెను. దానికి ఆంపియర్ సూత్రమని పేరు. వాహకమునందు విద్యుత్ ప్రవాహము ఏ దిశలో పోవుచున్నదో ఆ దిశలో ప్రవాహమునకు సమానాంతరముగనున్న అయస్కాంతసూచివైపునకు తన ముఖమును పెట్టి ఒకడు ఈదుచున్నాడనుకొందుము.



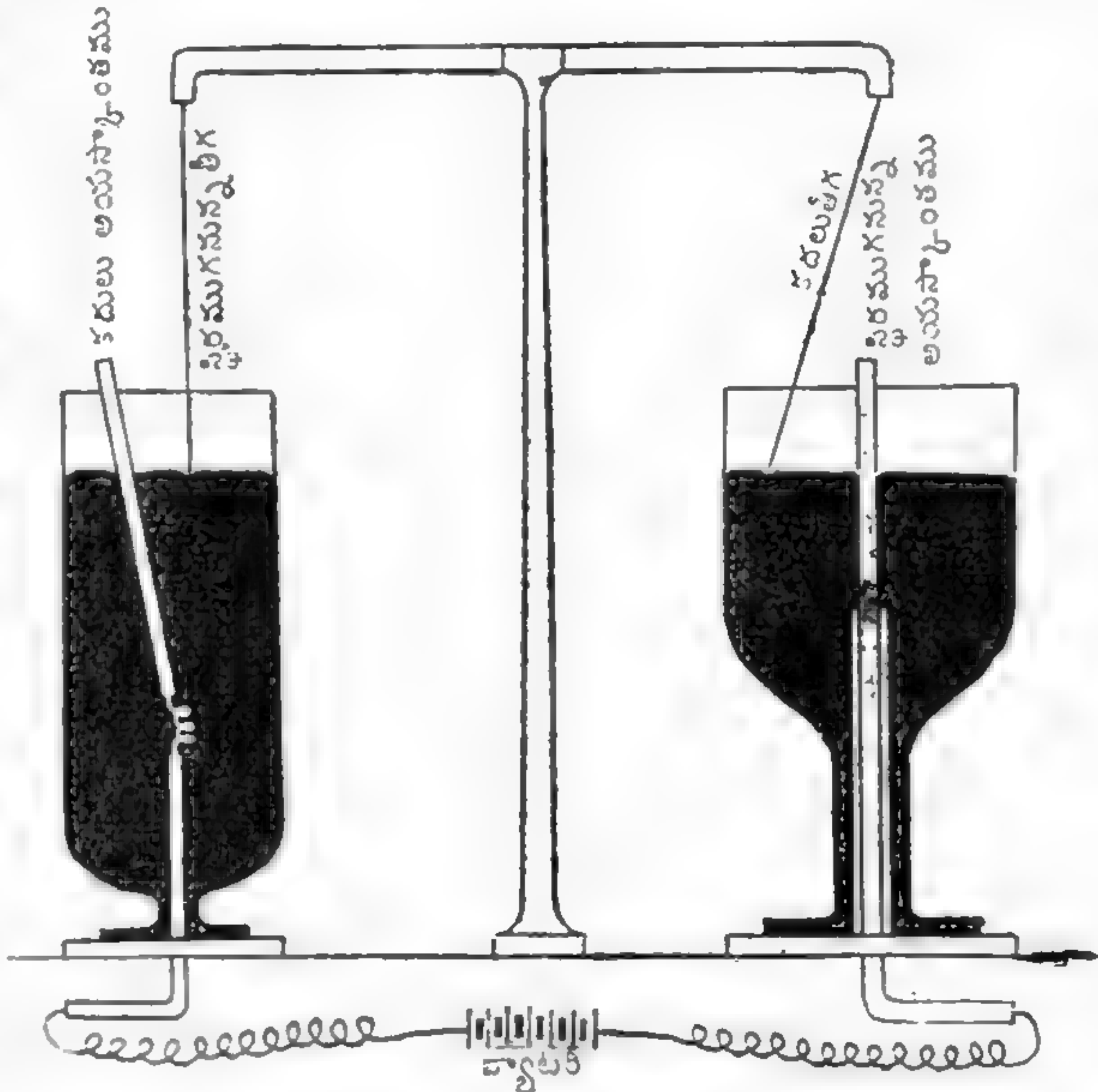
అప్పుడు అయస్కాంతసూచి యొక్క ఉత్తరధ్రువము ఎల్లప్పుడు అతని ఎడమచేతివైపునకే తిరుగును.

ఆంపియర్ గణితశాస్త్రమందు నిధి; గొప్ప నైర్ధాంతిక విజ్ఞాని. తన ప్రయోగఫలితములను అన్నిటిని సూత్రములలో నిమగ్నముగలుగుటయే కాక విద్యుదయస్కాంత సంఘటనస్వభావమును గూర్చి కొన్ని సిద్ధాంతములను కూడ ప్రతిపాదించెను. కాని, ఈ సిద్ధాంతములు నిలువ లేదు. ఆయన ప్రయోగఫలితములు ఆయన నిర్వచించిన విద్యుదయస్కాంతసూత్రములు మాత్రమే శాస్త్రలోకమున నిలచినవి. ముఖ్యముగా విద్యుత్ ప్రవాహమును అనుసరించి సదా అయస్కాంతక్షేత్ర ముండునను ఆయన పరిశోధనఫలితము విద్యుదయస్కాంత పరిశోధనలలో చాల ప్రముఖమైనది.

విద్యుత్ ప్రవాహమును అనుసరించి అయస్కాంతక్షేత్రము ఉండునని ఆంపియర్ కనుగొనినపిమ్మట అయస్కాంతముచే విద్యుత్ ప్రవాహమును ఉత్పత్తిచేయవచ్చునా యను ప్రశ్న శాస్త్రజ్ఞులకు తట్టినది. ఈ ప్రశ్నను సక్రమముగ పరిష్కరించిన మహావిజ్ఞాని మైకేల్ ఫారడే(1791-1867) (చూ. అకారాది). అర్ స్టైడ్ నిరూపించిన అయస్కాంత సూచియొక్క ఈ తిర్యక్చలనము ఉచిత ప్రాయోగిక పరిస్థితులను జూచినచో విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్న తీగచుట్టు ఒక అయస్కాంతము యొక్కగాని లేదా అయస్కాంతముచుట్టు విద్యుత్ ప్రవాహధారకమగునొక తీగయొక్కగాని సంతత, శీఘ్ర పరివర్తన రూపచలనమును కలుగజేయును. ఇట్టి పరివర్తన గతిప్రాయోగికముగ ఫారడేచే ఈ చిత్రమందు గల పరికర సన్నివేశమును ఉపయోగించి నిరూపించియుండక పోయినచో అవిశ్వసనీయముగ విద్యుత్లోకమునకు దోచియుండెడిది.

అయస్కాంతము యొక్క ఒక ధ్రువమునకు చేరువగా నొక ఉక్కుకడ్డినో, ఇనుపకడ్డినో ఉంచిన ఆ కడ్డియందు అయస్కాంతత్వము ప్రేరితమగును. అట్లే స్థిరవిద్యుదావేశమునకు చేరువగానున్న ఆంతరిత విద్యుద్వాహకవస్తువునందు కూడ విద్యుదావేశము ప్రేరితమగును. ఈ రెండు

సాదృశ్యములను ఆధారముగా చేసికొని విద్యుత్ ప్రవాహములందుగూడ ప్రేరకత్వమేల ఉండదని ప్రశ్నించుకొని అందును గూర్చి ఫారడే పరిశోధనల సాగించెను. 1825, 1828 లలో ఆ పరిశోధనలలో ఫారడే విఫల ప్రయత్నముడయ్యెను. కాని, 1831 ఆగస్టు నెలలో ఆయన యొక మెత్తని ఇనుపవలయమునందు కొంత భాగమునకు A అను తీగెను, మరికొంతభాగమునకు B అను తీగెను చుట్టలుగా చుట్టెను. B అను చుట్టలున్న వలయములో ఒక్క విద్యుత్సాపకము మాత్రమే ఉంచెను, A అను చుట్టలున్న వలయములో ఒక గాల్వనీ మీటరు ఒక విద్యుద్విమలము ఉంచి ఆ వలయములను వేర్వేరుగా పూర్తిచేసెను. అప్పుడు



A వలయములో విద్యుత్తు ప్రవహింప జేసినంతనే B వలయమునందున్న గాల్వనీ మీటరు ముల్లు చటుక్కున కదిలి క్రమముగా కొంత సేపటికి తన తొల్లింటి విశ్రమస్థానమును పొందినది. తరువాత A వలయమునందు విద్యుత్ ప్రవాహమును ఒక్కసారి ఆపుచేయగా తిరిగి B వలయమునందున్న గాల్వనీమీటరు ముల్లు చటుక్కున కదలినది. ఈ రీతిగా B వలయమునందున్న విద్యుత్సాపకము ముల్లు కదలుటకు కారణము ఈ వల

యములో విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రేరితమగుటయే యని ఫారడే కనుగొనెను. ఆ తరువాత ఆయన అయస్కాంతమునకు, విద్యుత్ ప్రవాహమును మోసికొనిపోవు వాహకమునకు గల సాదృశ్యమునుబట్టి అవిచ్ఛిన్న వలయముగుండా అయస్కాంతమును ముందునకును, వెనుకకును త్రిప్పినను కూడ ఆ వలయమునందు విద్యుత్ ప్రవాహము జనించునని ఊహించి, ఆ ప్రయోగమును చేసి తన ఊహ వాస్తవమగుటను గాంచి ఆనందమును పొందెను. ఫారడే 1831లో కనుగొనిన ఈ మహత్తర ఫలితమే నేటి విద్యుత్జనక సాధనములందు ఉపయోగింపబడుచున్నది. అవిచ్ఛిన్న వలయముగుండా ముందు వెనుకలకు అయస్కాంతమును త్రిప్పుట మూలమున విద్యుత్ ప్రవాహమును జనింపజేయుటకై ఇంగ్లండునందు ఫారడే కృషిచేయుచున్న సమయముననే యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో జోసఫ్ హెన్రీ(1799 - 1875)యను



విజ్ఞానికూడ సరిగా ఆ విషయమునుగూర్చి పరిశోధనలు సాగించు చుండెను. ఆ సమయమందాయన కావించిన మొట్టమొదటి పరిశోధనలు శక్తిమంతములైన విద్యుదయస్కాంతములను నిర్మించుటకే. ఆ రీతిగా నిర్మించుకొనిన విద్యుదయస్కాంతముల సహాయముతో విద్యుత్ ప్రవాహమును జనింపజేయవలె నని ఆయన యత్నించుచున్న సమయమునకే ఫారడే విజ్ఞాని ఆ ఫలితమును వెలిపుచ్చెను గాని, హెన్రీకూడ స్వతంత్రముగా ఆ సత్యమును కనుగొనెను.

విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రమందేగాక స్థిరవిద్యుత్ శాస్త్రమందుకూడ ఫారడే కావించిన పరిశోధనలు చాల ముఖ్యమైనవి. విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతపు బీజములు ఈ పరిశోధనలయందే ఇమిడిఉన్నవి.

ఒకదాని నుండి ఒకటి వేరుగాఉన్న రెండు విద్యుదావేశములు అవి సజాతీయసంజ్ఞగలవియైన పరస్పరము అపకర్షించుకొను ననియును, విజాతీయ సంజ్ఞగలవియైన ఆకర్షించుకొను ననియును చాల కాలము క్రిందటనే శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనిరి. విద్యుదావేశముల ఆకర్షణ లేదా అపకర్షణ బలములను పరిమాణయుతముగా నిర్ణయించుటకై 18 వ శతాబ్దములో కూలామ్ పరిశోధనలు కావించి రెండు ఆవేశముల మధ్యనున్న విద్యుదవాహకమునకు ఆ ఆకర్షణ లేక అపకర్షణ బలములపై ఎట్టి ప్రభావమును లేదని తేల్చెను. అంతేకాక, విద్యుత్ ప్రేరణ విద్యుదావేశమునకును, ప్రేరేపిత వస్తువునకును మధ్యనున్న యానకముతో నిమిత్తము లేకుండగ ప్రత్యక్షముగ ప్రేరేపితవస్తువునందే జరుగు ప్రక్రియ అనిగూడ అప్పటి వారు ఊహించిరి. కాని, ఫారడే కు ఈ భావములు సత్యములుగా స్ఫురించలేదు. సమానపరిమాణములు గల లైడెన్ జాడీలలో ఒకదాని యందు విద్యుదవాహకముగా గాలిని, రెండవదానియందు విద్యుదవాహకముగా గంధకమునుపెట్టి ఆ లైడెన్ జాడీల సంగ్రాహకతలను పరీక్షింపగా గాలిఉన్న జాడీయొక్క సంగ్రాహకత కంటే గంధకము ఉన్న జాడీయొక్క సంగ్రాహకత 2.24 రెట్లు అధికమని విదితమైనది. దానినిబట్టి విద్యుదావేశమువలన వస్తువునందు ప్రేరేపితమైన బలము ఆ ఆవేశమునకును, ఈ వస్తువుకును మధ్యనున్న యానకమందలి అణువులు అందించుటవలననే కలిగినదనియును, ప్రతి విద్యుదావేశమును అనుసరించి బలరేఖ లుండుననియును, ఈ బలరేఖలు వక్రముగా ఉండుననియును ఆయన వివరించెను.

ఒక వస్తువునుండి మరియొక వస్తువునకు విద్యుత్ బలములును, అయస్కాంతబలములును ఏ రీతిగ ప్రసారిత మగునో

వివరించుచు ఫారడే కావించిన సిద్ధాంతమందు మహత్తరమైన విజ్ఞానాంశములు గర్భితమైఉన్నవని ఆనాటి విజ్ఞానులు ఎవరును గుర్తింపలేకపోయిరి. ఫారడే మరణానంతరము గణితశాస్త్రమందు ప్రతిభావంతుడైన జేమ్స్ క్లార్క్ మాక్స్ వెల్ (1831-79) అను స్కాట్లండ్ దేశస్థుడు ఫారడే సిద్ధాంతసత్యములను గణితశాస్త్రనూత్రముల రూపమున వ్యక్తపరచునప్పటికి కేవలము విద్యుత్ రాశులును, అయస్కాంతరాశులును గల సమీకరణములు ప్రత్యక్షమైనవి. ఈ సమీకరణములు తరంగములకు సంబంధించిన సమీకరణములతో పూర్తిగా పోలి ఉండుటచే ఫారడే భావములకు క్రొత్త అర్థము నిచ్చి మాక్స్ వెల్ విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను (చూ. విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతములు).

విద్యుదావేశమునకును, ప్రేరేపిత వస్తునకును మధ్యనున్న విద్యుదవాహక యానకమందలి ప్రతి అణువునందు గల ధన, ఋణావేశములు మునుపటికన్న కొంచెము పరస్పరము దూరములై ఆ యావేశములను కలుపు ఋజురేఖలు విద్యుత్ క్షేత్రదిశలలో సమానాంతరముగా ఉండునట్లు అమరుకొనును. ఈ స్థితినే ధ్రువితస్థితి అందురు. ఆవాహక యానకమందలి అణువులయందు ఈస్థితి కేవలము ప్రోద్బలితము మాత్రమే. విద్యుదావేశముయొక్క బల ప్రయోగమువలననే ఆ స్థితి ఏర్పడి నిలచియుండును. విద్యుదావేశమును తొలగించినంతనే ఆ అణువులలో ఆ స్థితిపోయి అవి యథాస్థితిని పొందు నని ఫారడే విద్యుత్ ప్రేరణసంఘటనను వివరించెను. కాని, మాక్స్ వెల్ విద్యుదావేశబల ప్రయోగమువలన విద్యుదవాహకమునందలి అణువులయందు ధ్రువీకరణము కాదనియు, ఆ అణువులయందలి భాగములు విద్యుతికముగా స్థానభ్రంశమును పొందు ననియు ఊహించెను. అనగా, స్థితిస్థాపకత్వముగల ఒక రబ్బరుత్రాటి యొక కొనను దేనికైనను గట్టిగ కట్టి రెండవకొనను చేతితో లాగినచో అందలి అణువులు ఏ రీతిగా స్థానభ్రంశమును పొంది త్రాటికొనను చేతినుండి వదలివేసిన వెంటనే తిరిగి అవి స్వస్థానమును చేరుకొనునో ఆ విధముగనే విద్యుదవాహకముపై విద్యుదావేశబలమును ప్రయోగించునపుడు ఆ అవాహకముయొక్క అణువులందలి ఆవిష్టభాగములు స్థానభ్రంశమును పొందు నని మాక్స్ వెల్ వివరించెను. ఇక, ఒకయానకమందు జరుగు ఇట్టి విద్యుత్ స్థానభ్రంశము ఆ యానకమున తరంగ రూపముగా ప్రసించును. అందుచేత విద్యుదావేశము యానకములో సంక్షోభమును కలుగజేయు ననియును, ఈ విద్యుత్ సంక్షోభము ఆ యానకము



నందు తరంగములుగా ప్రవహించి, ఒకవస్తువునుంచి వేరొక వస్తువునకు విద్యుత్ బలములను, అయస్కాంతబలములను మోసికొనిపోవు ననియు భావించవలె నని మాక్స్ వెల్ తేల్చెను. ఇక, ఇట్టి తరంగచలనముయొక్క వేగము కాంతివేగమునకు ఇంచుమించు నమానమై ఉండుటచే కాంతికిరణములుకూడ నిర్దిష్టతరంగదైర్ఘ్యములుగల విద్యుదయస్కాంతకిరణములే అని ఆయన ప్రతిపాదించెను. ఈ రీతిగా మాక్స్ వెల్ కాంతి విద్యుదయస్కాంతవాదము కేవలము సైద్ధాంతికముగనే మొదట జనించినది.

ఏదైనను ఒకసిద్ధాంతము సత్యమైనదో, కాదో నిర్ణయించుటకు ఆ సిద్ధాంతము ప్రయోగఫలితములచే రుజువు కావలెనుకదా! మాక్స్ వెల్ జీవితకాలములో ఆయన సిద్ధాంతము ప్రయోగరీత్యా రుజువుకాలేదు. విద్యుత్ సంక్షోభమువలన విద్యుదయస్కాంత తరంగములు ఉత్పన్నమగునని ప్రయోగరీత్యా కనుగొనిన వారు ఎవరును లేకపోయిరి. మాక్స్ వెల్ చనిపోయిన తొమ్మిది సంవత్సరములకు జర్మనీదేశయువకవిజ్ఞాని హెన్రిక్ హెర్ట్స్ (1857 - 1894) ఆ సమస్యను చేపట్టి 1888 లో దానిని పరిష్కరించెను.

విద్యుదయస్కాంత తరంగములను సృజింపవలె ననిన కొంతపరిమాణమునకు తక్కువకాని వేగముగల విద్యుత్ సంక్షోభములను కలుగజేయవలెనుకదా! కొన్ని సందర్భములలో లైడెన్ జాడీయందు కలుగు విద్యుత్ విస్ఫులింగము ప్రకంపితస్వభావము కలదిగా నొనర్పవచ్చు నని 1853 లో కెల్విన్ ప్రచురించియుండెను. విద్యుదయస్కాంతతరంగములను సృజించుటకు అవసరమైన విద్యుత్ సంక్షోభమును జనింప చేయుటకు ఇట్టి విస్ఫులింగము (ఉత్సర్గము)ను ఉపయోగింప వచ్చునని హెర్ట్స్ ఊహించి 1888 లో అందుల కుపక్రమించెను. 1888 లో అందు కృతకృత్య డగుటయేగాక మధ్యను చిన్నసంధు ఉన్న ధాతువలయ సహాయముతో వాటి ఉనికిని కనుగొనగలిగెను. ఆ తరువాత హెర్ట్స్, లాజ్, బోస్ (ఇండియా) ప్రభృతులు చేసిన పరిశోధనల వలన విద్యుదయస్కాంత తరంగములకు కాంతి తరంగములకును గల సారూప్యము వ్యక్తమైనది.

19 వ శతాబ్దపు చివర ఈ విద్యుదయస్కాంతతరంగముల సహాయముననే తీగెల అవసరము లేకుండగ వార్తలను పంపుపద్ధతిని గూయెల్మ్ మార్కోనీ (1874 - 1937), బ్రాన్లీ (1844 - 1940) ప్రభృతులు కనిపెట్టిరి.

అర్ స్టైడ్ పరిశోధనలను గూర్చి విని ఉత్తేజితుడై విద్యుత్తు పరిశోధనలను చేపట్టిన వారిలో టామస్ ఊహన్

జేబెక్ (1770 - 1831) అను జర్మనీ దేశవిజ్ఞాని యొకడు. విద్యుత్ప్రవాహము యొక్క అయస్కాంత స్వభావమునుగూర్చి తన మనసునందు జనించిన ఊహలను ప్రయోగమూలముగా రుజువుచేసికొను సంకల్పముతో ఆయన బిస్మత్తు, రాగి తీగెల రెండింటితో, నొక వలయమును పరికల్పించి ఆ వలయముయొక్క ఒక సందిని చేతి వ్రేళ్లమధ్య నొక్కిపట్టి ఉంచెను. ఆ విధముగా ఆ వలయమందలి ఒక సంది దేహ తాపక్రమమునందును, రెండవసంది తక్కువ తాపక్రమము - వాతావరణతాపక్రమము-నందును ఉండుట తటస్థించెను. వెంటనే ఆ వలయమునందున్న విద్యుత్తాపకము సూచి కదలజొచ్చుటను గాంచెను. ఆయన ఆశ్చర్యపడి రెండు విభిన్న ధాతువులచే ఏర్పడిన వలయముయొక్క రెండు సంధుల మధ్యను తాపక్రమవ్యత్యాసమును కల్పించినచో ఆ వలయమునందు విద్యుత్తు ప్రవహించు నని అభిప్రాయపడెను. ఆ తరువాత ఆయన తాను చేతి వ్రేళ్లతో పట్టియుంచిన సందిని వాతావరణతాపక్రమముకంటె తక్కువ తాపక్రమమునందుఉంచి రెండవసందిని తొల్లించియుట్లే వాతావరణతాపక్రమమునందు ఉంచగా ఆ రీతిగాకూడ ఆ రెండుసంధుల మధ్యను తాపక్రమవ్యత్యాసము ఏర్పడి అప్పుడుకూడ ఆ వలయమునందు విద్యుత్తు ఉత్పన్నమై గాల్వనీ మీటరుసూచి కదలుటచే తన అభిప్రాయము యథార్థమైనదే అని జేబెక్ గుర్తించెను. ఈ రీతిగా ఉష్ణతాఫలితముగా జనించిన ఈ విద్యుత్తుకే 'తాపవిద్యుత్తు' అని పేరు.

తాపవిద్యుత్తును 1821 లో జేబెక్ కనుగొనినాడు. ఆ తరువాత రమారమి 13 సంవత్సరములకు జాన్ చాల్లెస్ పెల్లియర్ (1785 - 1845) అను ఫ్రాన్స్ దేశవిజ్ఞాని రాగి, ఆంటిమోనితో ఏర్పడిన వలయముగుండ విద్యుత్తు ప్రవాహమును పంపించినచో ఆంటిమోని నుండి రాగికి విద్యుత్తు ప్రవాహము ప్రసరించు సందియందు వేడియును, రెండవసందియందు చల్లదనము సంభవించునట్లు కనుగొనెను. ఈ ఫలితము జేబెక్ కనుగొనిన ఫలితమునకు వ్యతిరేకమైనది. దానికి 'పెల్లియర్ ఫలితము' అని పేరు. లెర్ జ్ విజ్ఞాని ఈ ఫలితమును ఉపయోగించి నీటినికూడ ఘనీభవింపజేసెను.

ఉష్ణత ఒకవస్తువునుండి మరియొక వస్తువునకు వికిరణ ప్రక్రియద్వారా ప్రసారిత మగుట ఎట్లు సాధ్యమగుచున్నదో మొట్టమొదట తెలిసికొన ప్రయత్నించిన విజ్ఞాని సర్ ఐజక్ న్యూటన్. కాంతి కణరూపమున ప్రసరించుచున్నదని ఆయన విశ్వసించినను, ఉష్ణతమాత్రము ఈతర్ యందు తరంగ మూలముగనే వికీర్ణమగుచున్నదని ఆయన భావిం



చెను. 1701 లో పరిసరములకంటె ఎక్కువ తాపక్రమస్థితి యందున్న వస్తువునుండి ఉష్ణత ఏ రేటున వికిరణముగనుచున్నదో ఏ రేటున చల్లబడుచున్నదో కనుగొనుటకై ప్రయోగములను గావించి ఒక వస్తువు చల్లబడు వేగపు రేటు గాని తాపక్రమమునకును, పరిసరతాపక్రమమునకును గల వ్యత్యాసమునకు సమనిష్పత్తిలో నుండునని ఆయన ఒక సూత్రమును స్థాపించెను. ఈ సూత్రము స్థూలమైనదే కాని, కచ్చితమైనదికాదని ఆ తరువాత శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనలవలన వ్యక్తమైనది.

న్యూటన్ తరువాత తిరిగి 19 వ శతాబ్దములో ప్రివోస్ట్ (1751-1839) అను స్విట్జర్లండ్ విజ్ఞాని ఉష్ణతావికిరణ ప్రక్రియనుగూర్చి పరిశోధనలు కావించుచు ఉష్ణతను వికిరణమొనర్చు ప్రతివస్తువును పరిసరవస్తువునుండి ఉష్ణతను గ్రహించు ననియును, ఒక వస్తువు తానెంతపరిమాణము గల ఉష్ణతను వికిరించునో అంతే పరిమాణముగల ఉష్ణతను పరిసరవస్తువుల నుండి గ్రహించినపుడే ఆ వస్తువు తాపక్రమమునందు సమతాస్థితి ఏర్పడు ననియును 1791 లో సిద్ధాంతీకరించెను. ఈ సిద్ధాంతమునకు 'ప్రివోస్ట్ వినిమయ సిద్ధాంతమ'ని పేరు. ఈ సిద్ధాంతమందిమిడియున్న భౌతిక విజ్ఞానసంపదను పూర్తిగా గుర్తించి దానిని ఉపయోగములోనికి తీసికొనివచ్చిన మేధావులు స్టెవర్ట్ (1828-87), కిర్కాఫ్ (1824-87). ప్రివోస్ట్ తన సిద్ధాంతములు ప్రతిపాదించిన తరువాత రమారమి పదినంవత్సరములకు సూర్యవర్ణమాలయందు అడ్డముగా నలుపురేఖలు ఉన్నట్లు వూలాస్టన్ కనుగొనెను.

ఆ తరువాత 1814 లో ఫ్రాన్ హోఫర్ ఈ రేఖలను తిరిగి కనుగొని వాటిని గూర్చి తీవ్రమైనకృషి కావించెను. కాని, అవి ఏర్పడుటకు గల కారణము నాయన తెలిసికొనలేకపోయెను. ఆ కారణమును గ్రహించుటకై అటుపిమ్మట పలువురు శాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించిరి. కాని, చివరకు అందు కృతకృత్యుడైన కిర్కాఫ్, మొత్తపు వికిరణమునకు సంబంధించిన ప్రివోస్ట్ సిద్ధాంతమును వేర్వేరు వికిరణ తరంగములకు పరిమిత మొనర్చి సమాన తాపక్రమమునందు నిర్దిష్టమైన యొక తరంగమునకు సంబంధించిన వస్తువులయొక్క ప్రసరణ, శోషణ సామర్థ్యములకు గల నిష్పత్తి అన్ని వస్తువులకును సమానముగ నుండునని 1859 లో ఆయన ప్రతిపాదించెను. సరిగా అదే సమయమున స్టెవర్ట్ కూడ ఈ సూత్రమును స్వతంత్రముగ స్థాపించెను.

కిర్కాఫ్, స్టెవర్ట్ ఇరువురునుకూడ తమ సూత్రమును ప్రాయోగికముగా నిరూపించిరి. టూర్మలీన్ స్ఫటికము ఒక నిర్దిష్టతలములో ధ్రువితమైన వికిరణములను మాత్రమే శోషించగలదు. ఇక టూర్మలీన్ స్ఫటికమును వేడిచేసి నపుడు ప్రసారితముగ వికిరణములుకూడ ఆ తలములో ధ్రువితమైనవే. ఈ విధముగా వారు కావించిన పరిశోధనలవలన ప్రతివస్తువును తనపై పడిన వికిరణములలో కొంతభాగమును శోషించుననియును, మరికొంత భాగమును పరావర్తన మొనర్చుననియును, శేషించిన భాగమును పారప్రేషితము (అనగా తన ద్వారా వెళ్లునట్లు) ఒనర్చు ననియును విదితమైనది. ఇట్టి వస్తువులలో తనపై పడిన వికిరణములను పూర్తిగా శోషితమొనర్చున దేదైనను ఉన్నచో అట్టిదానిని 'కృష్ణవస్తువు' అని కిర్కాఫ్ పేర్కొనెను. అట్టిది సృష్టిలో ఏదియును లేదు. కాని, ఆనాడాయన అట్టిదానిని ఊహింపవలసి వచ్చినది. ఇట్టి కృష్ణవస్తువికిరణము కేవలము దాని తాపక్రమముపైనే ఆధారపడియుండునని వారు గణితశాస్త్ర రీత్యా స్థిరపరచుటచే వికిరణమునకును, తాపక్రమమునకును గల సంబంధమును నిర్ణయించుటకై శాస్త్రజ్ఞులు కృష్ణవస్తువుల గురించి శాస్త్రపరిశోధన లొనర్చిరి. వారిలో స్టీ ఫెన్ (1831-1897) అను విజ్ఞాని వేడితీగెలనుండి వికిరణముగల ఉష్ణతనుగూర్చి టిండల్ కావించిన ప్రయోగముల ఫలితములను ఆధారముగా గైకొని రెండు వస్తువుల మధ్య జరుగు మొత్తపువికిరణము ఆ రెండువస్తువుల తాపక్రమముల నాల్గవఘాతముల యొక్క భేదమునకు సమనిష్పత్తిలో ఉండునని కనుగొనెను.

దానిని  $R \propto (T_1^4 - T_2^4)$  అని వ్రాయవచ్చును. ఇచ్చట  $R = T_1$  తాపక్రమమునందున్న వస్తువునుండి  $T_2$  తాపక్రమమునందున్న వస్తువునకు వికిరణమయ్యే మొత్తము ఉష్ణత.

19 వ శతాబ్దములో వికిరణమునందు జరిగిన మరియొక ముఖ్యమైన పరిశోధన ఒక వస్తువుపై పడిన కాంతి ఒత్తిడిని దానిపై కలిగించునను విషయము. దానిని పూర్తిగా లెక్కలవలననే 1873 లో మాక్స్ వెల్ కనుగొనెను. దాని నా తరువాత 1901 లో రష్యాదేశవిజ్ఞాని పీటర్ లెబిడెఫ్ (1866-1911) యును, అమెరికాదేశవిజ్ఞాని ఎర్నెస్టు ఛాక్స్ నికాల్సు (1870-1924) ను ప్రయోగరీత్యా రుజువుచేసిరి. కాంతికి ప్రేషమున్నదను ఆవిష్కరణ 20 వ శతాబ్దము మధ్య వెలుగు చూచిన కాంతికణవాదమునకు చేయూత నొసంగినది.

వ. వెం. రా.



## భౌతిక విజ్ఞానము - 20 వ శతాబ్దము

మొదటి భాగము : ఇదివరకు నిశ్చితముగ పరిపూర్ణము అనుకొనిన సంప్రదాయ భౌతిక విజ్ఞానము, ఈ శతాబ్దపు ప్రథమ పాదారంభమున వెలుగు చూచిన అభివృద్ధి కారణముగ అనిశ్చితము, అసంపూర్ణము అని భావింపబడ జొచ్చినది. ఈ క్రింది అయిదు విషయములును ఈ పర్యవసానమునకు మూలము:

1. ఎలక్ట్రాన్, రేడియోధార్మికత (రశ్మిద్రావిత): ఈ రెండిటి ఆవిష్కరణ పరమాణు రచనను వివరించినది. పరమాణువులను పగుల గొట్టవచ్చును. అంతేగాక ఒక పరమాణువు మరొక పరమాణువుగ మారునట్లు చేయవచ్చును (ఉదా. పాదరస పరమాణువును బంగారపు పరమాణువుగ మార్చవచ్చును);
2. మన కిదివరకు పరిచితములగు దేశ, కాల ద్రవ్యరాశి, షేత్ర భావముల మౌలిక పునర్విచారము మూలముగ ప్రాదుర్భవించిన సాపేక్షతావాదము ఇది వరకు శాస్త్రమును బాధించుచున్న అనేకములగు భావ వైరుధ్యములను తొలగించినది;
3. కాంతికి, (అది ఏ విధమైన వికిరణమైనను) కణస్వభావము ఆరోపింపబడినది. శక్తికణ (క్వాంటం) వాదము వెలుగు చూచినది. ఇది మరల బోర్ పరమాణు ప్రతికృతి రచనకు తోవ చూపినది;
4. పరమాణు భౌతిక శాస్త్ర విషయములగు కణములు (ఎలక్ట్రాన్, కేంద్రకములు మొ.)గనే కాక తరంగములుగ కూడ పరిగణింపబడ జొచ్చినవి.

ఈ కణ, తరంగ ద్వైధీభావము కణములకు తరంగములకు కూడ అన్వయించును. దీని 'క్వాంటం యాంత్రిక'మను నొక నూతన శాస్త్రము ఉద్భవించినది. క్రమముగా ఈ శాస్త్ర మొక విధముగా వైజ్ఞానిక దర్శన శాస్త్రముగా రూపొందినది. ఇందలి అనిశ్చయతా సూత్రము, పూరకతా సూత్రము అను రెండు దార్శనిక భావములు పరమ ప్రధానములు:

5. ఎలక్ట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు, మీసాన్లు, న్యూట్రినోలు ఇంకను నూతనములగు మరికొన్ని పరమాణు ఘటకములు ఆవిష్కరింపబడి వాటి ధర్మములు గుర్తించబడినవి.

పరమాణు భౌతిక శాస్త్రము ఈ శతాబ్ద ప్రారంభమున (1890-1914) శైశవ దశలో ఉండి నూతన విద్యుత్ ప్రయోగ ఫలితముల కారణమున శీఘ్రముగా అభివృద్ధిగన నారంభించినది. విద్యుత్తు, అయస్కాంతత్వమును గురించిన శాస్త్రము క్రిందటి శతాబ్దమందే సువ్యవస్థితమైనది. దీనివలన విద్యుదావేశములు, విద్యుత్ ప్రవాహములు, విద్యుదయస్కాంత షేత్రములు వీటి స్వభావము సుసంగతముగ విశదీకరింపబడినది. ఈ విజ్ఞానమును పారి

శ్రామికముగ వినియోగించి సాంకేతిక శాస్త్రజ్ఞులు విద్యుత్తు యంత్రములు, శక్తుత్పాదక పరికరములు, దీపములు, వార్తాప్రేషణ సాధనములు వీటిని అమితముగా వృద్ధిచేసిరి. సిద్ధాంత పక్షమున మాక్స్ వెల్ సమీకరణము లందు సూత్రితమైన ప్రాయోగిక నియమములు, తర్కపద్ధతి ననుసరించి రేడియో తరంగముల ఉనికిని ఆకాంక్షించగలిగినవి. ఈ సూచన ననుసరించి ఈ పూర్వ నిర్దేశము హెర్ట్స్ ప్రయోగములందు సమర్థింపబడినది. 19 వ శతాబ్దపు చివరి ఏండ్లలో రేడియో తరంగములు ఉత్పాదింపబడినవి. కాని, ఉపయోగించబడలేదు. కాంతి అత్యల్ప తరంగ దైర్ఘ్యముగల రేడియో తరంగ పరంపర యని గుర్తింపబడినది.

ఇట్లు భౌతిక విజ్ఞాన విశ్వ చిత్రము పరిపూర్ణము, సుస్థము అనుకొనిన కాలమందే పరమాణువుల, ఎలక్ట్రాన్ల విషయమై వెలుగు చూచిన నూతన విజ్ఞానము అతి వేగముగ సర్వతోదిక్కుముగ ప్రవహించజొచ్చినది. X - కిరణములు రేడియో ధార్మికత, కాంతి విద్యుత్ ఫలితము (ఫోటో ఎలక్ట్రిక్), తప్తధాతువులనుండి ఎలక్ట్రాన్ ఉద్గమము, విద్యుత్స్పర్శనాశములందు గోచరించు అయన్లు ఎలక్ట్రాన్లు గురించి గావింపబడిన కొలతలు - ఈ విజ్ఞాన స్రవంతియొక్క కొన్ని ఉపస్రవంతులు.

ఇట్లు 20 వ శతాబ్దపు ప్రథమ పాదమందు విజ్ఞానము సర్వతోముఖముగ విజృంభించినది. కాని కొన్ని ఉపేక్షించుటకు వీలులేని భావవైరుధ్యములు, అసంగతత్వములు ఈ జ్ఞాన శరీరమున ప్రవేశించినవి. కార్యకారియగు పరమాణు ప్రతికృతి నొక దానిని రూతర్ ఫర్డ్ (1871-1937) ప్రకటించెను. అత్యల్ప పరిమాణము కలిగి పరమాణు భారమునంతను తనలో ఇమిడ్చుకొనిన ఒక కేంద్రకము చుట్టు, సూర్యుని చుట్టు గ్రహములు తిరుగుచున్నరీతిని, ఎలక్ట్రాన్లు తిరుగుచున్నవి. ఎలక్ట్రాన్లు అన్నియు సజాతీయములు. వాటి ద్రవ్య రాశి ప్రొడ్రోజన్ పరమాణువు దానిలో  $\frac{1}{1840}$  వంతు. ఎలక్ట్రాన్ ఋణవిద్యుదావిష్టము. దాని ఆవేశము  $-1.6 \times 10^{-19}$  కూలామ్లు. కేంద్రకము ఊహకందని అల్పపరిమాణము కలది. దాని వ్యాసము ఒక ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్; అనగా పరమాణు వ్యాసమందు  $\frac{1}{10,000}$  వ భాగము. కేంద్రకము ధన విద్యుదావేశమును వహించును. దీని మహత్వము మూలద్రవ్యమును బట్టి మారుచుండును. అది ప్రొడ్రోజన్ కేంద్రకమందు (ప్రోటాన్) ఉండు  $+e$  మొదలుకొని యూరేనియమ్



పరమాణువులోనున్న  $+92e$  వరకు విస్తరించియున్న ధనవిద్యుదావేశమును వహించును. ధన విద్యుదావేశ యూనిట్ల  $(+e)$  సంఖ్య 'Z' మూలద్రవ్యపరమాణువు యొక్క 'పరమాణ్వంకము'ను తెలియజేయును. ఈ అంకము (Z) ఆవర్తక్రమమందు ఆ మూలద్రవ్యముయొక్క స్థానమును నియమించును. ఏలన ఈ సంఖ్య కేంద్రకముచుట్టు భ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యనుకూడ సూచించును. ఈ ఎలక్ట్రాన్లు కేంద్రకము చుట్టు వేరువేరు పొరలలో అమరియున్నవి. ఈ పొరలలో అన్నిటికన్న పైన ఉన్నది ఆ మూలద్రవ్యపరమాణువుయొక్క రాసాయనిక ధర్మములకు మూలహేతువు. ఎలక్ట్రాన్లను ఆర్జించిగాని, కోలుపోయిగాని పరమాణువులు అయన్లుగా మారును. ధన, ఋణ విద్యుదావేశముల మధ్య గోచరించు విద్యుత్ బలములు అణువులందు పరమాణువులను బంధించును. దృష్టాంతము: సోడియమ్ క్లోరైడ్ లవణముయొక్క అణువు  $(Na^+ - Cl^-)$  ఇతర రాసాయనిక యౌగికములందు, ఎలక్ట్రాన్లు లవణముయొక్క అణువునందువలె స్థిరస్థాన చ్యుతిని చెందక, అనగా అయన్లుగా మారక అణు ఘటకములగు పరమాణువుల మధ్య పంచబడియుండును. ఏది ఎట్లున్నను పరమాణువుల, అణువుల అవయవములను సుఘటితము లొనర్చునవి విద్యుత్తు బలములే.

రాసాయనిక శాస్త్రమునకు ఉపకారకములగు ఈ పై సూచనలు తప్ప, రూతర్ ఫర్డు ప్రతికృతిలో ఎలక్ట్రాన్ల విన్యాసము విషయమై విశదమగు నిర్మాణ వ్యవస్థ ఏదియును సూచితము కాలేదు. ఇదిగాక రూతర్ ఫర్డు ప్రతికృతి ప్రకారము భ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రాన్లు వాటి త్వరణము కారణమున విద్యుదయస్కాంత వికిరణమును వెలిబెట్టి, శక్తిని కోలుపోయి, క్రమముగా కేంద్రకమువైపు సర్పిలమార్గమును పట్టి తుదకు కేంద్రకమందు విలీనము కావలెను. అట్టి సంఘటన ప్రయోగము చూపలేదు. పరమాణువుల స్థిరత్వమునకు భంగము వాటిల్లుచున్నట్లు లేదు. కేంద్రక రచనా విజ్ఞానమునకు కొన్ని మూలద్రవ్యముల రేడియోధార్మికతరూతర్ ఫర్డు ప్రయోగములు రూఢిపరచిన పరమాణు విచ్ఛేదన చారిత్రీసినవి. రేడియోధార్మిక మూలద్రవ్యములు  $\alpha, \beta, \gamma$  కిరణములను వెలిబెట్టునను విషయము ప్రయోగ రూఢమైనది. ఈ కిరణముల దృష్టశక్తిశయమునుండి ఇవి కేంద్రకమునుండి ఉద్భూతమగుచున్నట్లగపడును. ద్రవ్యరాశివర్ణమాలలేఖని కేంద్రకద్రవ్య రాశులు ప్రోటాన్ ద్రవ్య రాశియొక్క పూర్ణాంక గుణిజములని నిరూపించినది. ఇట్లు కేంద్రకము ప్రోటాన్ల, ఎలక్ట్రాన్ల దృఢ సంఘాతమును సిద్ధాంతము బయలు

దేరినది. కాని ఈ ప్రతికృతి సరియైనదికాదు. ఏలన ఎలక్ట్రాన్ల పరిమాణము అత్యల్పము. దాని తరంగదైర్ఘ్యము ఎక్కువ. ఆ పొడవు ప్రయోగనిర్దిష్ట కేంద్రక వ్యాసపరిధిలో ఇముడునదికాదు. ఇంతలో న్యూట్రాన్ (1932) ఆవిష్కరణ కేంద్రకమునకు ఒక నూతన ఘటకమును ప్రసాదించినది. నేడు కేంద్రకము ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ల సంఘాత సంఘాత మని పరిగణించబడుచున్నది.

రేడియోధార్మిక ద్రవ్యపరమాణువుల కేంద్రకములు వాటియంతటవియే స్థిరత్వములను కోలుపోయి అతిశక్తియుత అంశద్రవ్యముల క్రింద విచ్ఛిన్నము లగుచున్నట్లు ప్రయోగము ప్రకటించినది. ఒక రేడియోధార్మిక ద్రవ్యరాశి విచ్ఛిన్నమగునపుడు అందుండు కొన్ని పరమాణువుల కేంద్రకములే విచ్ఛిన్నములై తక్కినవి కాకపోవుటకు కారణమెద్ది? ఇంకొక విధమున చెప్పినచో చాల పరమాణు కేంద్రకములు స్థిరత్వము గలవిగఉన్నను కొన్ని విచ్ఛిన్నమగుటకు కారణమేదయై యుండును? ఈ ప్రశ్నకు సమాధానమును అరయుటలో నూతన దృక్పథమును, దానితో సంబంధించిన యొక నూతన సిద్ధాంతమును మనము చేపట్టవలసి వచ్చినది.

### సాపేక్షతా సిద్ధాంతము

ఇంతలో సాపేక్షతా సిద్ధాంతము ఐన్ స్టయిన్ చే స్థాపింపబడి భౌతిక విజ్ఞానలోకమున ప్రతిష్ఠను ఆర్జించుకొనినది. వైజ్ఞానిక దార్శనిక పథమందు సిద్ధాంతము మనకొక మనశ్శిక్షణ సూత్రమును ఉపదేశించినది. ప్రకృతి స్వభావమును వివరించుటకై ఉద్దిష్టమైన ప్రతికృతులను ప్రయోగ పరీక్షకు యోగ్యముకాని వివరములతో నింపకూడదు. అట్టి వివరములగురించి ప్రశ్నించకూడదు. దృష్టాంతమునకు : ఎలక్ట్రాన్లకు రూపము, నియతకక్ష్యలు మొదలగు అప్రత్యవేక్షణీయ ధర్మముల నంటగట్టకూడదు. ఎలక్ట్రాన్ల కొకరూపము, ఒకగతి, కక్ష్యఉన్నవని నిరూపించయత్నించకూడదు. ఈ పైది సిద్ధాంత దృక్పథమును గురించిన ఐన్ స్టయిన్ హెచ్చరిక.

ఇక, కేవల భౌతిక విజ్ఞాన ప్రయోగక్షేత్రమందు చలనములోనున్న వస్తువుల అన్వేషణ కన్వయించు సాపేక్షతావాదము కొన్ని మాన సూత్రముల సూచించినది. వాటిలో ముఖ్యమైనవి ఈ క్రింద పొందుపరుపబడినవి :

1. చలనములోనున్న యొక వస్తువునకు సాపేక్షముగ విశ్రాంతి స్థితిలోగాని, లేదా చలన స్థితిలోగాని ఉన్న



ప్రత్యవేక్షకునికి, దాని విశ్రాంతి ద్రవ్యరాశికన్న ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిని వస్తువు స్వీకరించినట్లు గోచరించును. ఆవస్తువు ద్రవ్యరాశి దాని వేగముతో అతిశయించుచుండును. వేగము కాంతి వేగముతో సంవతించునపుడు ఆ వస్తువు ద్రవ్యరాశి అనంతమగును. అందువలన భౌతిక వస్తువేదియు కాంతి వేగమునుగాని అంతకన్న ఎక్కువ వేగమునుగాని గ్రహించ జాలదు. ఏలన అట్టి వేగము నావస్తువునకు కలిగించుటకు అనంత బలప్రయోగ మావశ్యకము;

2. శక్తి ప రూపములోనున్నను  $m = \frac{E}{C^2}$  అను సమీ

కరణముచే సూచింపబడు ఒక నియత ద్రవ్యరాశి నది కలిగి యుండును  $[శక్తి/(కాంతి వేగము)^2]$ .

3. 'm' అను ద్రవ్యరాశిగల వస్తువేదియైనను  $mC^2$  నకు సమానమై దాని అంతరరచనయందు నిక్షిప్తమై యుండు శక్తిని కలిగియుండును; ఈ శక్తి దాని గతి, విశ్రాంతి శక్తుల సమ్మేళనము;

4. భూత, వర్తమాన, భవిష్యత్కాలములను నిరన్వయ ముగ విడదీయుట కుదరదు. కొన్ని దృశ్య సంఘటనలు (అంతరాళములో అతి విప్రకృష్టములు, కాలములో అతి సన్నిహితములు) విషయమై, భిన్నచలనములు గల భిన్న ప్రత్యవేక్షకుల నిర్ణయములు భిన్నముగా ఉండును. చలన ములోనున్న నొక కాంతి ప్రభవస్థానము ప్రత్యవేక్షకునికి దగ్గరగా వచ్చుచున్నను లేదా దూరముగా పోవుచున్నను అతడు కాంతివేగమును నిర్ణయించుటకు జరిపించు ప్రయోగము లన్నిట కాంతికి ఒకే వేగ మున్నదను నిర్ణయమునకు వచ్చును. అధిష్ఠాన చలన నిరపేక్షము కాంతి వేగము అను అభ్యుపగత ప్రమేయము నుండియే సాపేక్షతావాద నియమము లన్నియు నిష్కర్షింపబడినవి. ఒక ప్రత్యవేక్షకునికి ఏకకాల సంభవములుగ తోచు 'p', 'q' అను రెండు సంఘటనలు భిన్న చలన స్థితిలోనున్న ఇంకొక ప్రత్యవేక్షకునికి 'p', 'q' కు పూర్వభావిగ తోచును. ఇంకొకనికి 'q' పూర్వభావిగను 'p' పశ్చాత్తాపిగను కన్పట్టును. అందువలన సాపేక్షతావాదము కార్యకారణ సంబంధమందు అచంచల విశ్వాసమును ఉంచరాదని మనల హెచ్చరించుచున్నది. ఈ సిద్ధాంతమును భౌతిక శాస్త్ర మాన విధానముల కన్నిటికిని సామాన్యముగ అన్వయించు నట్లు మరింత విస్తృత మొనర్చినచో అందరి ప్రత్యవేక్షకులకును వారి మానవరికరమునకు సాపేక్షముగ, వారి చలనస్థితి ఎటుల నున్నను, వారిచే నిర్ణయించబడిన భౌతిక శాస్త్ర నియమము లన్నియు, ఒకే రూపమును స్వీకరించును అను అతి సామాన్య నియమము సిద్ధించును.

## పరమాణు భౌతికశాస్త్రము

ప్రాచీన దార్శనికులచే అస్పష్టరూపమున ప్రతిపాదించ బడిన పరమాణు సిద్ధాంతము 19 వ శతాబ్దపు రాసాయనిక భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులచే నిశితము గావింపబడి బహుముఖ ముగ సమర్థించబడినది.

పరమాణు భావమునకు ఆధునికశాస్త్రపరిధిలో తొలిని సువ్యవస్థిత రూపమును ఇచ్చినవారు రాసాయనికులు(చూ. పరమాణు భావము). తరువాత ఈ భావము అచిరకాల ములో భౌతికశాస్త్ర విషయమును ప్రవేశించి అనేక ద్రవ్య ధర్మముల వివరించ కలిగినది. ముఖ్యముగా ఇది వాయుప్రేషము, తాపక్రమము, విశిష్టోష్ణత మొదలగు చల దణు సిద్ధాంతభావముల వివరించ గలుగుటయే కాక, ఈ రాశుల మధ్యగల పారస్పరిక సంబంధముల విశదీకరించు మౌలిక నియమముల స్థాపనయందు విజయము గాంచినది; చలదణు సిద్ధాంతముయొక్క పర్యవసానముల సాధారణీ కరించి, సాంఖ్యిక, యాంత్రికశాస్త్ర దృక్పథమును చేపట్టి 'ఎంట్రోపి' \* భావమునేగాక, ఇతరమైన అనేకములగు ద్రవ్యధర్మముల కూడ పరమాణువాదము నిర్వచించ గలిగినది. కొనకు పరమాణు వాస్తవికాస్థిత్వమునకు ప్రత్యక్ష ప్రమాణముల చూపినవారు భౌతిక విజ్ఞానులు. ఈ ప్రత్యక్ష కరణమునకు ఉద్దిష్టమైన ప్రయోగముల మధ్య బ్రౌన్స్ చలనము (చూ. కొల్లాయిడ్లు) సాధకతమ మగు సాధనము. అనేక మార్గముల ఆవాగాద్రో సంఖ్యను లెక్కగట్టి, ఆ ఫలముల మధ్య సంవాదమును సాధించి, భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు పరమాణ్వస్థిత్వమును నిరాఘాటముగ నిరూపించిరి. భౌతిక ద్రవ్య పరమాణువు లన్నిటిలో హైడ్రోజన్ పరమాణువు లఘిష్ఠమైనది; ఆవాగాద్రో సంఖ్య  $6 \times 10^{23}$  కు సమానము అను ఈ రెండు విషయముల నుండి హైడ్రోజన్ ద్రవ్యరాశి  $1.66 \times 10^{-24}$  గ్రాములని తేలినది. మెండెలీయేఫ్ (1834-1907) చే స్థాపింపబడిన భౌతికద్రవ్య పరమాణుశ్రేణియందు నేడు సుమారు 101వరకు పరమాణు వులు గుర్తించబడినవి. ఈ ఆవర్తిక్రమ శ్రేణియందు మూల ద్రవ్యముల భౌతిక రాసాయనిక ధర్మములు ఒక పర్యాయ క్రమములో గోచరమగు చుండును. ఈ పర్యాయత్వము తరువాత కణవాదముచే వివరింపబడినది. పరమాణు వ్యాసము  $10^{-8}$  సెం.మీ. శ్రేణిలో ఉన్నది. అందుచే పరమాణువు ఈ వ్యాసముగల గోళాకార మని అనుకొనవచ్చును.

పరమాణువు పరిచ్ఛిన్న పరిమాణములు కల ఘటక ముల కూర్పు అని నిరూపించు ప్రమాణములు విస్తరింప

\* తాపగతి వ్యవస్థయందు లభ్యముకాని శక్తి పరమాణువు.



బదుచున్న కాలమందే, విద్యుత్తుయొక్క కణమయ రచన స్థాపింపబడ ప్రారంభించినది ఈ పర్యవసానమునకు తోవదీసినవి ఫారడే కనుగొనిన విద్యుత్ విశ్లేషణ నియమములు. ద్రవ్యమందంతట ఎలక్ట్రాన్ల ఉనికిని గుర్తించి, విద్యుత్తు సంఘటనల సిద్ధాంతమును భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు తీర్చిదిద్దిరి. ధన విద్యుత్తు ఋణావిప్లము లగు ఎలక్ట్రాన్లకన్న చాల ఎక్కువ ద్రవ్యరాశితో కలసి ఉండును. ఋణవిద్యుత్తు అతి స్వల్ప ద్రవ్యరాశిగల ఎలక్ట్రాన్ల రూపమున విద్యుత్తుయొక్క చలాంశమువలె గోచరించును. అందుచేతనే ఎలక్ట్రాన్ల కన్న తక్కువ చలన సామర్థ్యముగల పరమాణు రూపమున ధన విద్యుత్తు ఉండునని తెలిసినది. ఇట్లు, అనేక విధములగు సమాన ధర్మములు కలిగిఉన్న ఈ రెండు విద్యుద్రూపముల మధ్య విలక్షణ వ్యత్యాస మొకటి గుర్తించబడినది. అది ఋణవిద్యుత్తునకు కన్న ధన విద్యుత్తునకు జడద్రవ్యముతో ఉన్న సాహచర్యము. ఈ వైజాత్యము పరమాణు రచన యందు ప్రధాన పాత్రను నిర్వహించుచున్నది.

బోర్ పరమాణువు : విద్యుత్తుయొక్క కణస్వరూప విజ్ఞానమును వినియోగించి భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు పరమాణు రచన వివరణమునకు పూనుకొనిరి. ప్రయోగక్షేత్రమందు అనేక విషయములు పరమాణువు కూడ అవయవి అయినట్లు, అనగా దానికి అంగరచన ఉన్నట్లు సూచించినవి. అందు ముఖ్యమైనవి, ఆవర్తక్రమ పట్టికయందు గోచరించు మూలద్రవ్య ధర్మపర్యాయత్వము, ఉత్తేజిత పరమాణువులు వెలిబెట్టు వర్ణమాలరేఖల అత్యంత క్లిష్టతయును. అనేక పరిస్థితులలో అనగా ఉత్సర్గనాశమందు, వెలుతురుకు ఎదురు పెట్టినపుడు, వేడిచేసినపుడు ద్రవ్యమునుండి ఎలక్ట్రాన్లు ఉద్గతము లగుచున్నవి గనుక, ఈ ఎలక్ట్రాన్లు పుట్టుచోటు ద్రవ్యమే కావలయునను ఊహ సహజముగా తట్టవచ్చును.

1900 లో ప్రారంభించి పరమాణువుల భౌతిక రాసాయనిక ధర్మముల విశదముగా వివరించగల రచన ప్రతికృతులు ప్రకటింపబడినవి. తొలిని కల్పించబడిన ప్రతికృతులు అనేకములు అసమర్థములని తోచి, రూథర్ ఫర్డు సూర్యుడు కేంద్రస్థానమందు గల గ్రహ వ్యవస్థను పోలు పరమాణు ప్రతికృతిని నిర్దేశించుటకు గల యావశ్యకతను గుర్తించెను. ఈ ప్రతికృతి ప్రకారము మెండలేయఫ్ ఆవర్తక్రమమందు N అను క్రమాంకముచే నిర్దిష్టమైన అనగా N అను పరమాణ్వంకము గల పరమాణువునందు, కేంద్రక స్థానమందు Ne ధన విద్యుదావేశపు యూనిట్లకు వహించుచున్న కణము చుట్టు ప్రత్యేక ఋణవిద్యుదావేశ

ఏకాంకమును వహించుచున్న N ఎలక్ట్రాన్లు, సూర్యుని చుట్టు గ్రహములవలె పరిభ్రమించు చుండును. ఈ కేంద్రక మందే పరమాణు ద్రవ్యరాశియంతయు నిక్షిప్తమై యుండును. ఈ ధన, ఋణ విద్యుత్తుల సమతుల్య స్థితి కారణమున పరమాణువు మొత్తము మీద ఉండు విద్యుదావేశము తటస్థమగును. ఇట్లు మెండలేయఫ్ క్రమమందు సరళతమ పరమాణువు (అనగా దేనియందు N మూల్యము యూనిట్లకు సమానమగునో అట్టి పరమాణువు) హైడ్రోజన్ పరమాణువు. ఇందు  $+e = 4.8 \times 10^{-10}$  ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్లు పరిమితి గల విద్యుత్తును వహించుచున్న కేంద్రకము చుట్టు అదే పరిమాణముగల ఋణవిద్యుదావేశమును వహించు ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమించు చుండును. ఈ సరళతమ కేంద్రకమునకు 'ప్రోటాన్' అని పేరు.

ద్రవ్యముగుండ దూసికొనిపోవు ఆల్ఫాకణముల పరిక్షేప విస్తారమును పరీక్షించిన రూథర్ ఫర్డు కేంద్రస్థానమున నిక్షిప్తమై, అతి సంకుచిత ఘన పరిమాణము కల కేంద్రకమును విడచిపెట్టి, తక్కిన పరమాణుగోళ శరీరమంతయు శూన్యమను పర్యవసానమునకు రావలసి వచ్చినది. ఇచ్చట మరల మనకు ధన విద్యుత్తుయొక్క ద్రవ్యసాహచర్య ధర్మము తారసిల్లినది.

ఈ పై చెప్పిన రూథర్ ఫర్డు ప్రతికృతికి కొన్ని అసమాధేయములగు ఆక్షేపణలు ఉండుటచే, వాటిని తొలగించి ఉపయోగ్యతరమగు ప్రతికృతి నొకదానిని బోర్ (1913) కల్పించ యత్నించెను. రూథర్ ఫర్డు ప్రతికృతికి ఉన్న దోషములను తొలగించి దానిని మరింత దక్షముగా చేయు ప్రయత్నమందు బోర్, ప్లాంక్ చే స్థాపితమైన క్వాంటం సిద్ధాంత (చూ. క్వాంటం వాదము) మందలి మూల భావములను ఉపయోగించెను. ఇట్లు నిష్పన్నమైన బోర్ ప్రతికృతి భౌతికశాస్త్ర చరిత్ర వికాసమందొక ప్రధాన ఘట్టము. ఏలన, ఇదివరకు అవగాహనకు చోటియని వర్ణమాలనియమములు, మెండలేయఫ్ ఆవర్తక్రమమందు కన్పట్టు పరమాణు ధర్మపర్యాయత్వ ప్రదర్శనము - వీటి సమగ్ర వివరణకు బోర్ ప్రతికృతి వీలిచ్చినది.

బోర్ ప్రతికృతియొక్క ఆశ్చర్యావహ విజయములు, పరమాణు శరీరమందు కేంద్రకమునకు వెలుపలనున్న ఎలక్ట్రాన్ సన్నివేశమును గురించినవి. కాని ఇంతవరకు కేంద్రక రచన నిగూఢ విషయముగనే మిగిలినది. అతి సంకుచిత పరిమాణము  $10^{-13}$  సెం.మీ. వ్యాసము కలిగి పరమాణు ద్రవ్యరాశి యంతటికిని నివాసస్థానమైయున్నను కేంద్రకముకూడ అవయవి అను ఊహకు కొన్ని సహజ



రేడియో ధార్మికత (బెక్రెల్, క్యూరీ ఆవిష్కరించిన విషయము) గల పరమాణువుల విచ్ఛేదన స్వభావము, తత్ఫలితముగు పరమాణు పరివర్తనము దారి తీసినవి. కాని యవి కేంద్రకరచన స్వరూపమును గురించిన జ్ఞానమును సమర్పించలేక పోయినవి. దీనికి కారణము, కేంద్రక రచనయందు పరివర్తనమును కలిగించు ప్రక్రియలు కల్పిత ప్రయోగ పరిస్థితులచే వికారమొందకుండ, ప్రయోగమున కిందని వేగముతో సంభవించుటయే. కాని 1919 లో రూథర్ ఫర్డు స్వల్పభారముగల నైట్రోజన్ పరమాణువులను శీఘ్రముగా చలించు ఆల్ఫాకణములచే ఘట్టించినపుడు, ప్రోటాన్లు (హైడ్రోజన్ కేంద్రకములు) జనించుచున్నవని నిరూపించుటలో ఈ విషయ పరిస్థితి కొంత సడలినది. ఈ రీతిని కృత్రిమ సాధనముల వలన మూలద్రవ్య పరివర్తనము సాధ్యసంభవమని రుజువైనది. ఇంతేకాదు, పరమాణు కేంద్రకముల విచ్ఛేదనమునకు ప్రరోచించి వాటి రచనను అన్వేషించుటకు ప్రబల సాధనము భౌతికశాస్త్రజ్ఞుల చేజిక్కినది.

సమస్థానీయముల ఆవిష్కరణ (చూ. సమస్థానీయములు) నాటికి తెలిసిన పరమాణు కేంద్రక ప్రధానలక్షణములగు ధనవిద్యుదావేశము, ద్రవ్యరాశి - ఈ రెండును పరస్పర సంబద్ధములు కావని సూచించినది. ప్రత్యవేక్షణకు సాధ్యములుకాని కొన్ని సంఘటనలను అటుంచినచో, పరమాణువుయొక్క భౌతిక రాసాయనిక ధర్మములన్నియు, కేంద్రక సన్నివిష్టమైన ధనవిద్యుదావేశముపై అనగా పరమాణ్వంకముపై ఆధారపడి యుండునని బోర్ సిద్ధాంతము నిరూపించినది. అందువలన సమాన విద్యుదావేశము, సమాన భౌతిక రాసాయనిక ధర్మములు, భిన్న భిన్నద్రవ్యరాశులు కల కేంద్రకములు ఉండవచ్చును. తామ్సన్, ఆయన శిష్యుడగు ఆప్టన్-వీరి ప్రసిద్ధప్రయోగములు మూలద్రవ్య సమస్థానీయములను అనేకముల ప్రకటించినవి. ఇటీవల ఆవిష్కరింపబడిన కృత్రిమరేడియో ధార్మికత ద్రవ్యములలో చాల సమరూప కేంద్రకములు అనగా సమాన ఆవేశములు, సమాన ద్రవ్యరాశులు గలిగి, భిన్న రేడియో ధార్మికతలుగల కేంద్రకములు బయలుపడినవి.

1925 నాటికి ప్రోటాన్, ఎలక్ట్రాన్ అను రెండే కేంద్రక ఘటకములు తెలిసినవి. ఈ రెండును కేంద్రక రచనయందు ఎట్లు పాల్గొనునని భావింపబడుచుండెనో తెలుపుటకొక దృష్టాంతమును తీసికొందము. మెండెలీయేఫ్ ఆవర్తక్రమమందు 'N' స్థానమును ఆక్రమించిన, అనగా N పరమాణ్వంకము కలిగి Ne ధనవిద్యుదేకాంకముల ఆవేశము

గల కేంద్రకమందు  $n_p$  ప్రోటాన్లు  $n_e$  ఎలక్ట్రాన్లు ఉండవలెను. ఈ రెండింటి భేదము  $n_p - n_e = N$  పరమాణ్వంకముగును. ఇంతేకాక ఎలక్ట్రాన్ల ద్రవ్యరాశి ప్రోటాన్తో సరిపోల్చి చూచినచో గణనలోనికి తీసికొని రానక్కరలేనంత స్వల్పము గనుక, కేంద్రక ద్రవ్యరాశి ప్రోటాన్ల ద్రవ్యరాశుల సంకలిత ఫలమే అగును. అందువలన అన్ని మూలద్రవ్యముల పరమాణు భారములును హైడ్రోజన్ పరమాణు భారముయొక్క గుణిజములే కావలయును. కాని ఈ ఊహ ప్రత్యక్ష భూతార్థములచే సమర్థింపబడలేదు. ఏలన పరమాణు భారములు తరచుగా హైడ్రోజన్ పరమాణు భారముయొక్క గుణిజములుకావు. కాని ఈ విషయస్థితి సమస్థానీయముల ఆవిష్కరణచే తొలగింపబడినది. ఏలన సమస్థానీయ కేంద్రకములభారములు హైడ్రోజన్ కేంద్రకభారము యొక్క గుణిజములేయని తెలిసినది. కాని మూలద్రవ్యముల వ్యక్తపరమాణు భారములు గుణిజరాశికి దూరము లగుటకు కారణము సామాన్యముగా మూలద్రవ్యము లన్నియు ఒక నియత నిష్పత్తిలోనున్న సమస్థానీయముల మిశ్రములగుటయే. అనగా మూలద్రవ్య పరమాణు భారము దాని సమస్థానీయ భారముల సరాసరి. ఈ సరాసరి పూర్ణాంక సంఘటితము కాకపోవచ్చును. పరమాణు భారము సమస్థానీయ భారముల సరాసరి యని మనమంగీకరించినను వివిధ కేంద్రకముల ద్రవ్యరాశి సరిగా ఘటక ప్రోటాన్ల సంకలిత ద్రవ్యరాశికన్న లేశమాత్రము తక్కువగా నున్నట్లు గుర్తించబడినది. దీనికి ద్రవ్యరాశి న్యూనత అనిపేరు. కాని దీనికి సమాధానమును సాపేక్షతావాద ద్రవ్య, శక్తి సమీకరణ సూత్రమును ఆశ్రయించి కల్పించవచ్చును, ప్రోటాన్లు సంహతములై కేంద్రకములు ఏర్పడు ప్రక్రియలో కొంతశక్తి విడివడి, బాహ్య ప్రపంచమును ప్రవేశించును. ఈ శక్తిగా మారిన ద్రవ్యరాశి కేంద్రక ద్రవ్యరాశినుండి కొరవడును. పర్యవసానమున ప్రోటాన్, ఎలక్ట్రాన్ అను రెండు ఘటకములును కేంద్రక రచనయందు పాల్గొనుచున్నవను కల్పన నిర్దోషమని మొదట తోచినది. కాని ఈ కల్పనకూడ సమంజసము కాదనియు, అది మార్చబడవలె ననియు అనేకప్రయోగ భూతార్థములు సూచించుచున్నవి. కేంద్రక ఘటకము అనేకములు (నేడవి 31 కి తక్కువకాకుండ ఉన్నవి) నేడు బయలుపడినవి. అందువలన కేంద్రక రచనను గురించిన మన భావములు స్పష్టముగా విపరీత పరివర్తనను చెందినవి.

కాని ఈ విషయములను అవగాహించుకొనుటకు పూర్వము తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము, కణభ్రమణ



భావము - ఈ రెండును కణములను గురించిన మన జ్ఞానమును ఎట్లు సోపష్టవముగ మార్చినవో గ్రహించవలసి ఉన్నది. కాంతి ప్రసారము కణ రూపమా లేదా తరంగ రూపమా అని 18 వ శతాబ్దమందు చెలరేగిన వివాదము ఇటీవల ఈ భిన్నదృక్పథవ్యక్త సమన్వయమునందు పర్యవసించినది. కాంతి తరంగ రూపమనుటకు సంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్రము కాంతి మిథోఘట్టనము, వివర్తనము మొదలగు నిరాక్షేప్య ప్రమాణముల ప్రకటించినది. ఇటీవల కాంతి విద్యుత్ఫలితము, కాంప్టన్ ఫలితము అను రెండు సంఘటనలు కాంతి శాస్త్రమందు కణభావమును మరల స్థిరముగ ప్రవేశపెట్టినవి. కాంతి కణమునకు 'ఫోటాన్' అను పేరుంచబడినది. 20 అను పౌనఃపున్యముగల ఏకవర్ణ కాంతి తరంగమందు, ఈ కాంతి కణము  $h\nu$  అను శక్తిరాశిని కలిగియుండును, ఇచ్చట 'h' ప్లాంక్ స్థిరాంకము (చూ. క్వాంటంవాదము).

దృఢప్రయోగ ప్రమాణరూఢమైన తరంగ సిద్ధాంత నియమములకు భంగము రాకుండ కాంతి ప్రసారస్వరూపము విషయమై ఫోటాన్ భావమును ఉపయోగించవలసి వచ్చుటచే, కణ తరంగ భావముల రెంటియుగ పదుపయోగము నాలోచించి, భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు సంభావ్యతా గణితమును ఆధారముగాగొని యొక సంకీర్ణ కణతరంగ సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిరి. ఈ నూతన కాంతి స్వభావ ద్వైత భావము ద్రవ్యకణములకు కూడ అన్వయింపచేసి 1923-1927 మధ్య 'తరంగయాంత్రిక'మను పేర డిబ్రోయ్ ఒక నూతన సిద్ధాంతమును స్థాపించెను.

కాంతి సిద్ధాంతమందు ఫోటాన్ అను కణ భావముతో కాంతితరంగ భావము మేళవించబడినట్లే తరంగ యాంత్రిక సిద్ధాంతమందు ద్రవ్యకణ భావముతో మరల తరంగ భావమునకు సాహచర్యము స్వీకరించబడినది. (చూ. తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రము). దీనినుండి బోర్ పరమాణు ప్రతికృతిలో ఎలక్ట్రాన్ గ్రహించు క్వాంటికృతస్థితులు భ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రాన్ తో సహచరించు తరంగముల స్థిర రూపములని నిర్వచించవలసి వచ్చినది. ఇది మరల కాంతి మిథోఘట్టనమును ఫోటాన్ మిథోఘట్టన సంఘటన ఎలక్ట్రాన్ లకు కూడ ఉచిత పరిస్థితులలో సాధ్యసంభవమును పూర్వనిర్దేశమునకు వీలు ఇచ్చినది. ఎలక్ట్రాన్ లు, ద్రవ్యము కణరూపములన్న దృక్పథమునకు సంపూర్ణముగ విరుద్ధముగా నున్న ఈ పూర్వ నిర్దేశము సత్యమని రుజువు చేయుచు 1927 లో ఎలక్ట్రాన్ కిరణములను స్పటికముల గుండా పంపినపుడు కాంతి చూపు వివర్తన దృశ్యము డేవిసన్-జెర్మర్ ప్రయోగములందు ఎలక్ట్రాన్ ల విషయమై కూడ చక్షుర్గోచరమైనది. తొలిని కాంతి ప్రసార విషయమున ఆవిష్కరించబడిన ఈ

తరంగ కణ ద్వైత భావము, ద్రవ్యమునకు కూడ వర్తించునని రూఢమైనది. ద్రవ్యకణము లన్నిటితో కాంతి కణములగు ఫోటాన్ లతో వలె సహచరించుచు తరంగములుండును. ఈ ద్రవ్యకణముల ధర్మములన్నిటిని తరంగ యాంత్రిక ప్రక్రియలచే విశదీకరించవచ్చును. ఇట్లు తరంగ షేత్ర మొకటి ప్రతికణమును (ఇది కాంతికణము కానిమ్ము లేదా ద్రవ్యకణము కానిమ్ము) ఆశ్రయించియుండును.

1925 లో ఈ పై నిరూపించిన కణ భావ పరివర్తన పొడసూపుచున్న కాలమందే ఈ కణములకు స్వయం భ్రమణమును మరి యొక నూతన ధర్మమును భౌతిక విజ్ఞాను లారోపించవలసి వచ్చినది. కేవల క్వాంటంవాద ప్రమేయముల సహాయముననే సాధారణకాంతి వర్ణమాలయందు, X - కిరణ వర్ణమాలయందు గోచరించు సూక్ష్మ రచన అని పిలువబడు రేఖా విశ్లేషణము, జేమాన్ ఫలితమువంటి అసాధారణ అయస్కాంత సంఘటనలు, వివరించ సాధ్యములు కావు. అందువలన ద్రవ్యరాశి, విద్యుదావేశము కాక ఎలక్ట్రాన్ కు స్వయంభ్రమణమును మరి యొక లక్షణము కలదను ఊహ ఆవశ్యకమైనది. స్వయం భ్రమణమున బొంగరము వలె తనలో తాను తిరుగుట వంటి భ్రమణము. స్వీయాక్షముపై ఇది తిరుగుట మూలమున ఎలక్ట్రాన్ కొక విశిష్ట కోణీయ గతిభారము, విశిష్ట అయస్కాంత బిభ్రమిష ఉండును.

ఈ భావము ఉస్లాన్ బెక్, గౌడ్ స్మిట్టులచే ప్రవేశపెట్టబడినది. వీరి ఊహప్రకారము  $\frac{1}{2}h/2\pi$  కోణీయగతి భారము,  $eh/4\pi mc$  బోర్ మాగ్నెటానుల అయస్కాంత బిభ్రమిష ఎలక్ట్రాన్ కు ఆరోపించబడవలెను. ఈ కల్పనలను ఆశ్రయించి పూర్వ సిద్ధాంతములచే వివరించ సాధ్యముకాని వర్ణమాలయందును, అయస్కాంత ధర్మములందును కన్పట్టు అసాధారణ సంఘటనల వివరించ వీలైనది.

తరంగయాంత్రిక శాస్త్ర ప్రమేయములను ఆశ్రయించి డిరాక్ ఎలక్ట్రాన్ స్వయంభ్రమణ సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. ద్రవ్యకణ ప్రవర్తన విషయమైన సమకాలీన భావ వికాసమందు ప్రధాన ఘట్టమగు ఈ రమణీయ డిరాక్ సిద్ధాంతమును తడవుట కిచ్చట తావులేదు. కాని తరువాత ప్రయోగముచే విజయవంతముగ సమర్థింపబడిన పూర్వనిర్దేశము నొక దానిని డిరాక్ తన సిద్ధాంతము నుండి నిగమించగలిగెను. అది ధన సంజ్ఞిత ఎలక్ట్రాన్ ఉనికి విషయమైనది.

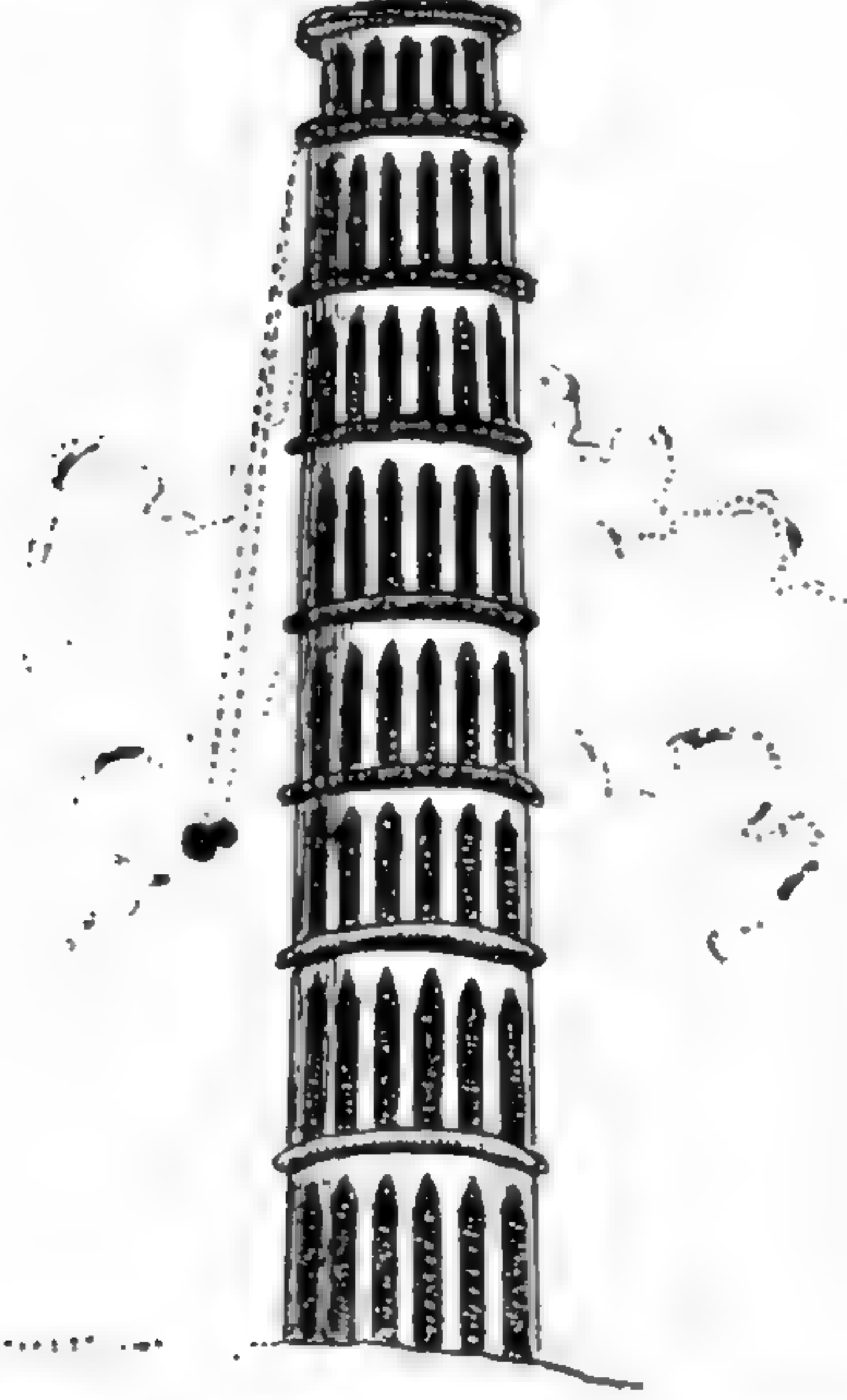
తరంగ యాంత్రిక వాదమందు ప్రతిపాదింపబడిన సాధారణ భావ సందోహ కథనమును ముగించక ముందు వినిమయశక్తి భావమును గురించి కొంచెము చెప్పవలసి



భౌతిక విజ్ఞానము - 20 వ శతాబ్దము

యున్నది. తరంగ యాంత్రిక దృష్టిపథములో రెండు సజాతీయకణముల మధ్య పరస్పర ప్రతిక్రియ గోచరించు సందర్భమున ఆ రెండింటి మధ్య రెండు విధములగు మిథశ్శక్తి కన్పట్టును. మొదటిది సంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్రముచే సూచించబడిన రెండు విరుద్ధ విద్యుదావేశముల మధ్యనుండు స్థిరవిద్యుత్ క్షేత్రమందు కన్పట్టు కూలామ్ ఆకర్షణ ఫలము ; రెండవది - రెండు సజాతీయ

కణముల మధ్య కన్పట్టు పారస్పరిక వినిమయశక్తి - ఇది కూడ ఆ రెండింటి అన్యోన్య ప్రతిక్రియా ఫలమే. సంప్రదాయ భావముల ఆశ్రయించి వివరించుటకు వీలులేని ఈ శక్తి వినిమయ భావము ప్రకృతి సంఘటనల వివరణకు అమితముగా ఉపకరించినది. దీని సహాయముననే ముఖ్యముగా రాసాయనికశాస్త్ర ప్రధాన భావమగు యోజనీయతా బలముల విశిష్ట లక్షణమును విశదీకరించ వీలైనది.  
మే. వ. న.



ఆరిస్టాటిల్ సంప్రదాయమందుగల మూఢవిశ్వాసముచే అవరుద్ధ నేత్రులగు పీసావిశ్వవిద్యాలయాచార్యుల కన్నులను విప్పటయందు సమర్థమైన గెలిలియోప్రయోగము నకు కేంద్రమగు పీసానగరగోపురము.



# రాసాయనిక విజ్ఞాన సమీక్ష

## రాసాయనిక విజ్ఞాన స్వరూపము

‘రాసాయన’ మనగా ముదిమి, రోగము లేకుండచేయు మందు. రాసాయనిక రచనకు వలయు ప్రక్రియలన్నియు రాసాయనిక శాస్త్ర విషయములే. ఒకప్పుడు రాసాయనిక శాస్త్రము చికిత్సావిధానశాస్త్రముగనే రూపొందినను, నేటి రాసాయనిక శాస్త్రము చికిత్సా శాస్త్రముకన్న చాల విస్తృతమైనది.

మనము వాడుక చేయుచున్న రాసాయనికశాస్త్ర శబ్దమువలె పాశ్చాత్యులు వాడుకచేయు ‘కెమిస్ట్రీ’ అను పదము ‘ఆల్కెమీ’ అను అరబ్బీ పదమునుండి ఉత్పన్నము. ఆల్కెమీ అనిన, నీచధాతువులను బంగారముగా మార్చు కళ. దీనికి భారతీయులు ‘రసవాదము’ లేదా ‘ధాతు వాద’ మని పేరిడిరి. నేటి కెమిస్ట్రీ ధాతువాదమును దాటి చాలపెరిగినది. కాగా, రాసాయనిక శాస్త్రమును పేరు ఒకప్పు డీ శాస్త్రము రాసాయనోషధ నిర్మాణజ్ఞానమునకు అంగముగా నుండినట్లు ఎట్లు సూచించుచున్నదో అట్లే కెమిస్ట్రీ అను పదముకూడ ఒకప్పు డీ శాస్త్రము రసవాద మునకు సహాయకారిగా ఉండెడిది అను విషయమును తెలియజేయుచున్నది.

నేడు రాసాయనికశాస్త్ర ముఖ్య దృష్టి, ధాతువులను బంగారముగా మార్చుటయుకాదు, మందులను తయారు చేయుటయుకాదు. బంగారము చేయుటయందు, మందులు చేయుటయందు ఇంద్రియగోచరములగు వస్తుస్వభావ స్వరూపములందలి మార్పు క్రమముగా రాసాయనిక శాస్త్రా వేక్షకుని ప్రధాన పరీక్షా విషయమైనది. దృశ్యప్రపంచ మంతయు మార్పుల వరుసగనే మనకు ఇంద్రియ ప్రత్యక్ష మగుచున్నది. ఆ మార్పులు స్థూలముగా వస్తువుల స్థానము లందు మార్పు, అవస్థయందు మార్పు, లేదా సంఘటన మందు మార్పు అని మూడువిధములుగా వర్గీకరించ వచ్చును. అందు మొదటి రెండు రకముల మార్పులను, వస్తుస్వభావమును తాకవు, మూడవమార్పు స్వభావము అన్యథాచేయును. ఇట్టిమార్పులే రాసాయనికశాస్త్ర విషయములు.

ఇంకొకవిశేషము, వస్తువు స్థానమందు మార్పు కాక తక్కిన రెండురకముల మార్పులను ఆధారము చేసికొని మనచుట్టునున్న వస్తువులనన్నిటిని మిశ్రద్రవ్యములు, యోగికద్రవ్యములు, మూలద్రవ్యములు అని మూడు

తరగతులుగా విడదీయవచ్చును. మిశ్రములనగా వస్తువుల కలగలుపు. ఈ కలగలుపువలన మిశ్రమందలి ప్రత్యేక ద్రవ్యముల లేదా, ఘటకముల ధర్మములలో మార్పేది యును సంభవించదు. మిశ్రముల ధర్మములు, ఘటకముల ధర్మములకు మధ్యస్థముగా ఉండును. మాటకు బొగ్గు పొడిని గంధకపుపొడిని కలిపినచో వచ్చు మిశ్రచూర్ణపు ధర్మములలో నొకటియగు రంగు వసుపు నలుపులకు మధ్యగా ఉండును. గంధకపుపొడి ఎక్కువైన పసుపురంగు ఎక్కువగా ఉండును. బొగ్గుపొడి ఎక్కువైన నలుపురంగు ఎక్కువగా ఉండును. అదిగాక బొగ్గురేణువులు, గంధ కపు రేణువులు వేరువేరుగా మనకంటే కగుపించును. ఇట్లే మిశ్రమునందు ఇతర ఘటకములనుకూడ వేరువేరుగా గుర్తించవచ్చును. ఇట్టి మిశ్రమునుండి కేవల భౌతిక ప్రక్రియలచే ఘటకములను వేరుచేయవచ్చును. ఇట్టి భౌతిక పద్ధతులకు యాంత్రికపద్ధతులనికూడ పేరు గలదు. సృష్టిలో ఇట్టి మిశ్రద్రవ్యములు అనేకములుగా ఉన్నవి. వస్తువు లన్నియు మిశ్రములుగానే ఉన్న వనిననూ తప్పులేదు. గాలి, ఆహారపదార్థములు, మన్ను, రాళ్ళు, ఖనిజములు, ఇవి కొన్ని మనకు పరిచితమగు మిశ్రద్రవ్యములు.

రెండవరకపు ద్రవ్యములగు సంయుక్తద్రవ్యము లిట్లు యాంత్రికప్రక్రియలచే వియోజ్యములుకావు. సంయుక్త ద్రవ్యమందున్న ద్రవ్యములను విడదీయుటకు చాల ప్రబల మగు ప్రక్రియలు ఆవశ్యకములు. కాంతి, ఉష్ణము, విద్యుత్తు, లేదా రాసాయనికప్రక్రియలు మొదలగు ద్రవ్యస్వభావ మును మార్చగల ఉపాయములువియోగించిన గాని సంయుక్తద్రవ్యములు వియోజ్యములుకావు. సంయుక్త ద్రవ్యమును ఉచితపద్ధతుల నుపయోగించి విడదీసినపుడు గాని, లేదా ప్రత్యేకద్రవ్యముల నుండి సంయుక్తద్రవ్య మొకదానిని తయారుచేసినప్పుడుకాని గుర్తించవలసిన ముఖ్యవిశేష మొకటున్నది. అది ఏమన వస్తుధర్మముల యందలి ఆకస్మికమగుమార్పు. సంయుక్త ద్రవ్యములే యోగికములు అందురు. నీరు యోగికద్రవ్యము. దాని అంగ ద్రవ్యములను వేరుచేయవలెనన్న ప్రవాహ విద్యుచ్ఛక్తి వైన ఉపయోగించవలెను; 2000°C తాపక్రమమువద్దదానిని గురిచేయవలయును. విచ్ఛేదన క్రియాశీలతము లగు హైడ్రో జన్, ఆక్సిజన్ లకు నీటితో గుణసాదృశ్యము ఏమాత్రమును



## రాసాయనిక విజ్ఞాన స్వరూపము

లేదు. తొలి రెండును వాయువులు, తుదిది ద్రవము. అట్లే గంధకమును తామ్రచూర్ణముతో వేడిచేసిన వచ్చు గంధకీత రాగిని, తామ్రగంధకములకును గుణసాదృశ్యము ఆవంతయునులేదు. యోగిక ద్రవ్యమగు కాపర్ సల్ఫైడ్ లో తామ్రగంధకముల గుణచ్ఛాయలను ఏమాత్రమును కానము. ఇందువలన మనము గుర్తించవలసిన విషయ మేమన, ఘటకగుణములు మాయమై నూతనగుణములు ఆవిర్భవించుట యోగికద్రవ్యము ఏర్పడుటకు గుర్తు. ఇది వరకు ఘటకద్రవ్యములలో కానరాని గుణములు యోగిక ద్రవ్యమందు కనపడునట్లుచేయువస్తువులయందలిమార్పునకు రాసాయనికపుమార్పు అని పేరు. ఘటకద్రవ్యములనుండి యోగికద్రవ్యమును సాధించుటగాని లేదా యోగికద్రవ్య మును ఘటకద్రవ్యములుగా విడదీయుటగాని రాసాయని కపు మార్పులే. తగుప్రక్రియలచే యోగికద్రవ్యములను సాధ్యమైనంతవరకు విడదీసిన లభించు ద్రవ్యములకు 'మూల ద్రవ్యము' అని పేరు. అనగా, మూలద్రవ్యములు భాగములు కలవి కాకపోవుటచే వాటికంటెను సరళములగు ద్రవ్య ములక్రింద వాటిని విడదీయుట అసంభవము. దీనినే ఇంకొకవిధముగా చెప్పవలెననిన మూలద్రవ్యములు ఇతర ద్రవ్యములనుండి ఉత్పన్నమైనవి కావు; ఇతర యోగిక ద్రవ్యములు వీటినుండియే ఏర్పడును.

ఇటీవల రేడియో ధార్మికతకల కొన్ని మూలద్రవ్య ములు వాటంతటవే, సరళతర మూలద్రవ్యములక్రింద విచ్ఛేదన మొందుచున్నవని తెలియవచ్చినను, ఈ ప్రక్రియ అతివిలక్షణమైనదగుటచేతను, దీనిని వెనుకకు నడిపించి జనకమూలద్రవ్యమును సాధించ వీలుగాకుండుట చేతను, మనము పైని నిరూపించిన రాసాయనిక మూలద్రవ్య నిర్వచనమును మార్చనక్కరలేదు.

మూలద్రవ్యములు, యోగిక ద్రవ్యములు ఇంకొక విషయములోకూడ మిశ్రద్రవ్యములకన్న భిన్నముగా ఉండును. మిశ్రద్రవ్యములు సజాతీయాంశములు కలవి కావు. తక్కిన రెండువిధములగు ద్రవ్యములను సజాతీ యాంశములు గల శుద్ధద్రవ్యములు. ఏలయన, ఏవిధము చేతనైన లబ్ధమగు ఎంత అల్పకణమైనను రాశియందు ద్రవ్యము కనపరచు ధర్మములను కనపరచును. అనగా, పంచదార ఎంత అల్పకణమైనను పంచదారయే. మిశ్రము లట్లుగాక సజాతీయ రచనకలవి కావు. ఇదిగాక మిశ్రములకు యోగిక ద్రవ్యములకు ఉండు పారిమాణిక రచనా నియమములు లేవు. మిశ్రములో అంశములపాళ్లు ఇచ్చవచ్చినట్లు మార్చగలము. యోగిక ద్రవ్యముల విషయమై అట్టి స్వేచ్ఛకు అవకాశము లేదు. అందున్న అంశ

ద్రవ్యముల పరిమాణములు ప్రకృతిచేతనే నియమితములు. అనగా, యోగికద్రవ్యము నియతపరిమాణముగల అంశ ములనుండియే సిద్ధించును. హెచ్చుగానుండు అంశము సంయోగమున పొల్గొనక మిగిలిపోవును.

తులాయంత్రము చేతిలో ఉంచికొని ప్రకృతి యోగిక ద్రవ్యరచనకు కడంగినదా యని ఆల్ జల్డాకీ అను మహమ్మ దీయ రాసాయనికుడు పదియవశతాబ్దములో ఆశ్చర్య పడినాడు.

యోగికద్రవ్యభావము రాసాయనిక ప్రకృతియందిమిడి యున్న నియమసంపద నెట్లు తెలియజేయుచున్నదో, మిశ్రద్రవ్యభావ మట్లే నియమరాహిత్యమును సూచించు చున్నది.

వస్తువులగుణపరీక్ష నిజముగా భౌతికశాస్త్రవిషయము. యోగికద్రవ్యము వాస్తవికముగా ఉత్పత్తియైనదని వస్తు వుల భౌతికగుణపరీక్షవలననే తెలియనగును. అందుచే రాసాయనికపుమార్పు సమగ్రపరిశీలనకు వస్తువుల భౌతిక గుణజ్ఞానము అత్యంతావశ్యకము. అట్లగుటచే రాసాయనిక శాస్త్రము ప్రతి వస్తువుయొక్క భౌతిక గుణములను తెలిసి కొనుటయే కాక, గుణములయందలి మార్పులకు సంబం ధించిన సంఘటనల నన్నిటినిసూక్ష్మముగా పరిశీలించవలెను.

పైచర్చను ఆధారముచేసికొని రాసాయనికశాస్త్ర నిర్వ చనమును ఇట్లు సంగ్రహించవచ్చును: 'ద్రవ్యముల సంఘట్టన యందలి మార్పులను పరిశీలించుశాస్త్రము రాసాయనిక శాస్త్రము'.

శతాబ్దములతరబడి పెరిగిన రాసాయనిక విజ్ఞానము అతివిస్తృతమగుటచే అనుశీలనాసౌకర్యము కొరకు ఈ క్రింద చూపిన విషయవిభాగములు నేటి రాసాయనికులచే అంగీకరింపబడినది :

1. ద్రవ్యస్థితులు - వాయు, ద్రవ, ఘన, ద్రావణ, మిథ్యా ద్రావణ (కొల్లాయిడ్) స్థితులు ;
2. సామాన్యరాసాయనిక శాస్త్రము-శాస్త్రమున కంతకును అన్వయించు మూలభావములు : మూలద్రవ్యములు, మిశ్ర ములు, యోగికములు, రాసాయనికపు మార్పు, ద్రవ్య నిత్యతానియమము, రాసాయనిక సంయోగనియమములు మొదలైనవి ;
3. పరమాణుభావము, పరమాణుసిద్ధాంతము, అణుభావము, అణుసిద్ధాంతము, యోగికముల అణుభారములు, మూల ద్రవ్యముల పరమాణుభారములు, ఆవర్తక్రమము ;
4. పరమాణురచన : దీని సహాయమున రాసాయనికుడు పర మాణువులమధ్య జరుగు రాసాయనిక సంయోగమునకు గల హేతువుల తెలియగలుగుచున్నాడు. అందుచే పర మాణు రచనాపరిశీలన రాసాయనికునికి కూడ అతి ముఖ్యమైనది ;



5. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము : యాగికములందు ఘటకములగు మూలద్రవ్యములను గుర్తించుటకు ఆ ఘటకముల పరిమాణసంబంధములను అరయుటకు కావలసిన పద్ధతులు, ఈ విశ్లేషణమునకు సాధనములుగా ఉపయోగించు ప్రక్రియాభేదములను బట్టి ఈ భాగము రాసాయనికవిశ్లేషణము, విద్యుద్విశ్లేషణము, కాంతివిశ్లేషణము, తాప విశ్లేషణము అను ఉపభాగములుగ ఉన్నది;
6. సంయోజక రాసాయనిక శాస్త్రము : కార్బన్ యాగికద్రవ్యముల చేయు పద్ధతులు;
7. జీవరాసాయనిక శాస్త్రము : జీవ ప్రక్రియలయందు ఇమిడియుండు రాసాయనిక ప్రక్రియల పరామర్శ;
8. వ్యవసాయరాసాయనిక శాస్త్రము : వృక్షముల పోషణపై మన్ను, నీరు, ఎరువులు మొదలగు ఇతరపదార్థములయు, వాతావరణము యొక్కయు ప్రభావమును పరీక్షించుట;
9. పారిశ్రామిక రాసాయనిక శాస్త్రము : ప్రకృతియందు దొరుకు ముడిద్రవ్యములను మనుజునికి పనికివచ్చు వస్తువులుగా మార్చుటకు అవసరమగు రాసాయనికపు మార్పు పరిశీలన;  
పైని నిరూపించిన చివర నాలుగు విభాగములను సామాన్యముగా వినియక్తరాసాయనికశాస్త్ర మనుపేర బరగుచున్నవి;
10. భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము : భౌతికశాస్త్రమునకు, రాసాయనిక శాస్త్రమునకుగల విశిష్టసంబంధమును తెలియజేయు శాస్త్రము. రాసాయనిక మార్పుపై భౌతికశక్తులకు, పరిస్థితులకు గల ప్రభావ మందలి ముఖ్యవిషయము. రాసాయనిక శాస్త్రసిద్ధాంతమునకు ఈ పరీక్ష కీలకము వంటిది. అందువలన దీనికి పైద్ధాంతిక రాసాయనిక శాస్త్ర మనికూడ పేరు కలదు.
11. పర్ణనాత్మక రాసాయనిక శాస్త్రము : ఇది అకర్బన, కార్బన్ శాస్త్రములని రెండు పాయలుగా నున్నది;

మొదటిది కార్బన్ కాని ఇతర మూలద్రవ్యములు, వాని నుండి ఉత్పన్నములగు యాగికముల అనుశీలన; రెండవది కార్బన్ యాగికముల విచారము. జీవప్రపంచమందలి రాసాయనికపు మార్పులు నిర్జీవప్రపంచమందు అగపడు రాసాయనికపు మార్పులకన్న భిన్నస్వభావము కలిగినవి అను అభిప్రాయము అమలులో ఉన్నంత కాలము కార్బన్, అకర్బన భాగములక్రింద ఈ శాస్త్రవిభజన న్యాయమైనదే. నేడు ఈ విభజన శాస్త్రీయము కాకపోయినను సౌకర్యముకొరకై అంగీకరించబడినది.

రాసాయనికశాస్త్ర సంక్షేప నిరూపణము : అకర్బన, కార్బన్ ద్రవ్యములు వివిధపరిస్థితులలో చెందు మార్పులయు, ఆ మార్పులను శాసించు నియమములయు అనుశీలన నేటి రాసాయనిక శాస్త్రముగా మనము పరిగణించుచున్నాము. ఇదియే ఎల్లప్పుడును ఈ శాస్త్ర ముఖ్యోద్దేశ

ముగా ఉండినదని అనుకొనరాదు. ఏలయన, నేటి రాసాయనికశాస్త్రము శతాబ్దములతరబడి జరిగిన కృషిఫలితముగా ఈ స్థితికి వచ్చినది. ఈ శాస్త్రమునకు మార్గదర్శకములుగా ఆచరించిన సిద్ధాంతమును కాలానుసారముగా మారినది. ఇది కారణముగా శాస్త్రచరిత్ర పరిణామములో వేరువేరు ప్రయోజనములను ఉద్దేశించి ఆయా కాలములలో శాస్త్రము అభివృద్ధి చెందినది.

చరిత్రయుగమునకు పూర్వము పరిసర వస్తువులను మానవజీవితసౌకర్యముకొరకై మార్చుటయందు కేవల ప్రయోగవిధానములుగనే రాసాయనికజ్ఞానము మనకు గోచరించును. ఈ యుగములో శాస్త్రనియమములు ఏర్పడలేదు.

తరువాత చరిత్రకాలమందు మనుజుని అనుభవము పెరిగినకొద్ది తనను ఆవరించియున్న పరిసర ప్రపంచమును గూర్చియు, తన్నిర్మాణ చాతుర్యమునుగూర్చియు మేధావులు అన్ని దేశములలో పరిశీలనచేయుటకు ఆరంభించిరి. ఈ ప్రయత్నములే భారతీయుల యొక్కయు, గ్రీకులు మున్నగు ప్రాచీనజాతులయొక్కయు ప్రపంచ తత్త్వ సిద్ధాంతములుగా వెలసినవి. ఇందు కన్నట్లు ద్రవ్య రచనావాదములు రాసాయనికశాస్త్రమందు ప్రథమ పాఠములు.

తరువాత కాలములో అనగా క్రీ. శ. 4 మొదలు 16 వ శతాబ్దము వరకు ధాతుపరివర్తన (లేదా నీచధాతువులను బంగారముగా మార్చుట) అన్వేషకుల మనములను ఆవరించి రసవాద విద్యగా రూపొందినది. ధాతుపరివర్తనకై రాసాయనికుల ప్రయత్నములు తీవ్రముగ జరుగుచుండినను దక్కిన ఫలము శూన్యమగుటచే 16 వ శతాబ్దమున రాసాయనికజ్ఞానము వైద్యమునకు అంగముగా ఆచరించి అన్వేషకుల మనములను ఆకర్షించిన రసవాదమందలి యావేశమును కొంత తగ్గించినది.

17 వ శతాబ్దము ప్రారంభమునుండి రాసాయనిక జ్ఞానము ఇతరజ్ఞాన శాఖల కుపాంగముగా నుండుటమాని స్వతంత్ర శాస్త్రముగా వృద్ధిపొందుటకు ప్రారంభించినది. రాబర్ట్ బోయిల్ (1627-1691) యొక్క మూలద్రవ్య నిర్వచనము నవీనరాసాయనికశాస్త్ర స్వాతంత్ర్యమునకు పునాదియని చెప్పవచ్చును. ప్రపంచములోనున్న వస్తుజాల మంతయు మూలద్రవ్యములు, యాగికద్రవ్యములు అను రెండు తరగతులుగ విడదీయవచ్చునని బోయిల్ యొక్క బోధన. దీనిని గుజువు చేయుటకు ఫ్రెంచ్ దేశస్థుడగు లావ్వాజ్యే నెలకొల్పిన జ్వలన సిద్ధాంతము తోడ్పడినది.



## రాసాయనిక విజ్ఞాన స్వరూపము

తరువాత (అనగా 19 వ శతాబ్దపు మొదట) రాసాయనిక శాస్త్రాభివృద్ధికి మార్గదర్శకమగు మరియొక విషయమును 1828 లో వలర్ అను జర్మను రాసాయనికుడు స్థాపించెను. ఈయన కేవల నిర్జీవద్రవ్య జనితమగు అమోనియమ్ సయనేట్ అను లవణమును వేడిచేసినపుడు జంతువుల మూత్రమునందు కాననగు యూరియా అను కేవల కార్బన్ యోగికము ఏర్పడినది అని ఈయన రుజువు చేసెను. వలర్ నకు పూర్వము కార్బన్ ద్రవ్య నిర్మాణమునకు సజీవ వస్తువులే కారణమని మరొక విధముగా కార్బన్ ద్రవ్యములు సాధించుట అసంభవమని రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు నమ్మెడివారు. ఇప్పటినుండి కార్బన్ ద్రవ్యనిర్మాణమునకు జీవశక్తి అవశ్యకమను అభిప్రాయము క్రమముగా సడలి శోధనాలయములో కార్బన్ ద్రవ్యములు జీవశక్తితో సంబంధములేకుండ తయారు చేయుటకు ప్రయత్నములు సాగినవి. దీని ఫలితముగా అనేకములగు కార్బన్ ద్రవ్యములు తయారైనవి. వీటిని వర్గములుగా విభజించి వర్ణించుటకు ఒక శాస్త్రాంగము కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్ర మనుపేర అమలులోనికి వచ్చినది. ఈ సమయమందే అణు, పరమాణు వాదములు వెలసి సిద్ధాంత భాగమును వృద్ధి చేసినవి. 1868 లో అకర్బన ద్రవ్యములో ముఖ్యమగు లవణములు, ఆప్లుములు, ఊరములు - వీటి రాసాయనిక ధర్మముల వివరించుటకై ఆరేనియస్ అను స్వీడన్ దేశపు రాసాయనికుడు విద్యుత్ విశ్లేషణ సిద్ధాంతమును స్థాపించెను. ఈ సిద్ధాంతము ప్రకారము విద్యుద్వాహకములగు అకర్బనయోగికము లన్నియు (లవణములు, ఊరములు, ఆప్లుములు) అయన్ లక్రింద విశ్లేషితములై ఉండును. అయన్ లుగా లవణాదికము లలో ఇమిడిఉన్న రెండు భాగములు, అయన్ యోగికములగు అకర్బనద్రవ్యముల ప్రతిక్రియలన్నియు అయన్ ల మధ్య జరుగు వ్యాపారములే. ఇంచుమించు ఈ కాలముననే రాసాయనిక ప్రక్రియల వేగమును, వాటి సమతోలన స్థితిని వివరించు అణుసాంద్రతా నియమము గుల్డ్ బర్గ్, వాగే అను నా ర్వే దేశపు అన్వేషకుల పరిశ్రమ ఫలితముగా బయలుదేరినది. రాసాయనికపు మార్పుల సంపూర్ణతత్వమును బోధించు ఆరేనియస్, గుల్డ్ బర్గ్ సిద్ధాంతములు రెండును రాసాయనిక శాస్త్రమును నేటి ఉన్నతదశకు తెచ్చినవి.

పై సిద్ధాంతములేవియును రాసాయనిక శాస్త్రమూల ప్రశ్నకు అనగా, ద్రవ్యములమధ్య రాసాయనిక కార్యము ఎందుకు జరుగునను ప్రశ్నకు సరియగు సమాధానమును కనుగొనుటకు ప్రయత్నించలేదు. కాని రెండు ద్రవ్యముల

మధ్య రాసాయనిక 'మైత్రి' ఉండుటచే అవి రాసాయనికముగా సంయోగించునను అతిప్రాచీన భావమును ఆధారముగా చేసికొని, వాస్ట్ హాఫ్ పై ప్రశ్నకు సమాధానమీయజూచెను. కాని, ఆయన ప్రయత్నము నిజముగా 'మైత్రి' స్వభావమును వివరింపలేక పోయినది. ఆ మైత్రియొక్క పరిమితిని ప్రాయోగికముగా కొలిచెడి సాధనములను మాత్రము నిర్మించినది.

20 వ శతాబ్దపు మొదటి సంవత్సరములలో ప్రారంభమైన పరమాణు రచనను గురించిన అన్వేషణములు ఫలవంతములై 'మైత్రి' స్వభావమును వివరించు ప్రయత్నములు కొనసాగుచున్నవి. ఆ వివరణక్రమమును ప్రయోగ ఫలితములతో సమన్వయించు పరిశ్రమలో శాస్త్రజ్ఞులింకను నిమగ్నులై ఉన్నారు. ప్రాడోజన్ అణువునందున్న పరమాణువుల మైత్రిని వివరించుటకు తరంగ యాంతిక శాస్త్రము ఉపయోగించినది.

ఏ శాస్త్రమందైనను కాలానుగుణముగా జరిగిన అభివృద్ధి దాని ముఖ్యసిద్ధాంతముల ఉత్పత్తిక్రమములో ఉండును. అందుచే, శాస్త్రచరిత్ర చాలవరకు శాస్త్రమును సిద్ధాంతావిర్భావక్రమములో సంక్షేపించును. ప్రస్తుత రాసాయనిక శాస్త్ర సంక్షేపమునందు పైని పేర్కొనిన కాలభాగముల అనుసరించియే విషయవిస్తారము చేయడమైనది. ఈ కాల విభాగములు ఈ క్రింది విధమున చూపవచ్చును:

1. చరిత్రపూర్వయుగము  
(ఆదినుండి క్రీ. పూ. 3000 వరకు)
2. ప్రాచీనయుగము  
(క్రీ. పూ. 3000 - క్రీ. పూ. 600)
3. గ్రీక్, రోమన్ శాస్త్రయుగము  
(క్రీ.పూ. 600 - క్రీ. శ. 300)
4. భారతీయ సిద్ధాంత (సూత్ర) యుగము  
(క్రీ. పూ. 700 - క్రీ. పూ. 300)
5. రసవాదయుగము  
భారతీయ రసవాదము (క్రీ. శ. 100 - క్రీ.శ. 1600)  
మధ్యప్రాచ్య రసవాదము  
(క్రీ. శ. 300 - క్రీ. శ. 600)  
అరబ్బుల రసవాదము  
(క్రీ. శ. 600 - 1200)  
యూరప్ రసవాదము  
(క్రీ. శ. 1200 - 1500)
6. వైద్య రాసాయనికయుగము  
(క్రీ. శ. 1500 - 1600)
7. నవీనయుగము  
(క్రీ. శ. 1700 - నేటి వరకు).



## రాసాయనిక విజ్ఞానము - చరిత్రపూర్వయుగము

చరిత్రపూర్వయుగమునాటి రాసాయనిక జ్ఞానమును నిరూపించుటకు లిఖితరూపమైన ఆధారములేవియు లేవు. ఆదిమమానవులు అక్కడక్కడ నివసించి, వాడుకొని వదలిపెట్టిన వస్తువులను పైకిదీసి పరీక్షించి, ఇటీవలి చరిత్ర కారులు ఆనాటి మానవుడు తన పరిసరములగురించి ఎట్టి జ్ఞానమును సంపాదించెనో తెలిసికొనుటకు చేసిన ప్రయత్నములు కొంతవరకు ఫలించినవి. చరిత్ర పూర్వయుగము ప్రాచీన, నూతన శిలాయుగముల క్రింద మానవశాస్త్రజ్ఞులచే విభజింపబడినది.

శిలాయుగములో రాసాయనికజ్ఞానమును పేరుక్రింద ఏదియును కానరాదు. జ్ఞానమంతయును మానవానుభవ జన్యము కనుక ఆదిమమానవుడు తన పరిసరవస్తువులను గురించి సంపాదించిన పరిచయమును జ్ఞానముగానే పరిగణించవలయును. తన వాడుకకు ఉపయోగించు రాళ్లను పగులగొట్టినపుడేవి పదునుగల ముక్కలనిచ్చునో, ఏవి ఈయవో, ఏ ద్రవ్యములు తినుటకు పనికివచ్చునో, ఏవి పనికిరావో, దీపము వెలుగుటకు ఏ ద్రవ్యములు ఉపయోగించునో అని అనుభవముతో పరీక్షించి సంపాదించిన జ్ఞానమంతయు వస్తుగుణవిచారమునకు సంబంధించినంతవరకు రాసాయనిక జ్ఞానమనియే మనము చెప్పవచ్చును. ఏలన, వస్తుగుణవివేకము భౌతికశాస్త్రమునకు మొదటి మెట్టు.

శిలాయుగము తరువాత రాగి, కంచు వంటి ధాతువులు, ధాతుమిశ్రమములు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఈ యుగమునందు మనుజుడు రాగి, తగరమువంటి ధాతువులను భూమిపై దొరకు ఖనిజములనుండి వేరుచేసి వాటిని పాత్రలు, కత్తులు, బల్లెములు, గొడ్డళ్లు మొదలగు ఉపకరణములుగా చేయుట నేర్చుకొనినాడు. ఈ యుగమునకు 'తామ్రయుగ'మని పేరు. అచ్చటచ్చట భూభాగముల నుండి ఆదిమమానవులు తగరము, రాగి కలసియున్న ఖనిజముల నుండి కాంస్యమును వేరుచేసి వాడుటచే ఈ యుగమునకు కాంస్యయుగ మనియు పేరు కలదు.

కాంస్యయుగము తరువాత ఇనుమువండుట నేర్చుకొని మానవుడు చరిత్రయుగమున ప్రవేశించినాడు. ఈ కాలపు చరిత్రను కూర్చుటకు రాతిమీద, కాల్చిన మట్టిపలకల మీద, చర్మములమీద, వృక్షపట్టములమీద మానవుడు రచించిన లిఖితములు ఆధారములు.

చరిత్రయుగమున కొంత కాలము మానవుడు ఆహారము కొరకు భూపర్యటనముచేసి నదీప్రాంతములచేరిన తరువాత గాని నిజమైన నాగరికత వెలుగు చూడలేదు. ఇట్లు పెరిగిన

నాగరికతలలో గంగా, సింధునదీ ప్రాంతముల వెలసిన భారతీయనాగరికత; యూఫ్రేటీజ్, టైగ్రిస్ నదుల ఒడ్డులను ఆశ్రయించిన సుమేరియన్, బాబిలోనియన్ నాగరికతలు; హోయాంగ్ హో, యాంగ్ సీక్యాంగ్ నదీ తీరముల ప్రబలిన చీనానాగరికత ఎన్నతగినవి. ఈ నాగరికత లన్నియు క్రీస్తునకు పూర్వము 4,000 ఏండ్ల క్రిందటి వని చెప్పవచ్చును.

ప్రాచీననాగరికత లన్నియు ప్రప్రథమమున ఒకే జ్ఞాన విపాకదశలోనున్నట్లు గోచరించును. వారు సంపాదించిన జ్ఞానము వారికళలలోను, వారిచేతిపనులలోను వెల్లడియగును. ఈ జ్ఞానము రహస్యసంప్రదాయరూపమున మతగురువులచేతులలో గుప్తమైయుండెడిది. తరములవరుసను ఆ జ్ఞానము గురుశిష్యపరంపరగా సంక్రమించినది. అప్పటి వైజ్ఞానికులు ఆర్జించిన జ్ఞానమును తెలిసికొనుటకై పూడిపోయిన పట్టణములలోను, శవముల పూడ్చిపెట్టిన గోరీలలోను మిగిలియున్న వస్తువులు, చిత్రలిపి లిఖితములు మనకు సాధనములు. అట్టివస్తువులు పరీక్షించగా, ఈజిప్టువంటి ప్రాచీననాగరికతలు క్రీ. పూ. 4,000 ఏండ్లక్రిందటనే రాసాయనికవిధానములను విరివిగా వాడుకచేసినవని తెలియవచ్చినది. రాసాయనికవిధానముల నుపయోగించిన ప్రక్రియలలో ఖనిజములనుండి బంగారము, వెండి, సీసము, తగరము, ఇనుము ధాతువులను సాధించుట, ఆ ధాతువుల నుండి ఆయుధములు, కవచములు, పాత్రలు తయారు చేయుట, బట్టలకు రంగువేయుట, తోళ్లను ఊరవేసి శుభ్రముచేయుట, శవములు క్రుళ్లకుండ నిలువచేయుట, గంజిని మద్యముగా పులియపెట్టుట, జంతువులనుండి, వృక్షములనుండి, ఖనిజములనుండి చికిత్సాసాధనములను తయారుచేయుట, గాజు పూసలు, ఎనామల్ పూతలు, కృత్రిమరత్నములు, నగలు, గాజు పాత్రలు, పింగాణి పాత్రలు తయారుచేసి వాటికి రంగులువేయుట ముఖ్యమైనవి.

ఈ రాసాయనికకళలగురించి ఒక విచిత్రవిషయము చెప్పవలసియున్నది. నవీనకళాకారునినైతము ఆశ్చర్యచకితునిచేయగల పరిపూర్ణ దశలయందే ఈ కళలు ఆయా నాగరికతలలో వ్యక్తమైనవి. వాటికి పూర్వము శైశవావస్థలో ఉన్నప్పటి దశాపరంపరలు మచ్చుకైనను కానరావు. అందుచేత, చరిత్రకారులు ఈ సంపూర్ణకళాప్రదర్శనములకు కల్పించిన ప్రాచీనతకన్న అధిక ప్రాచీనత ఈ కళారంభములకు నిర్ణయించనగును.



రాసాయనిక విజ్ఞానము - ఆరంభయుగము

చరిత్రయుగమున భారతీయ సంస్కృతి, నాగరికత, ప్రాచీనజాతులన్నిటిలో మిన్నలని చెప్పవచ్చును.

వేదకాలమునాటికే అనగా సుమారు 6,000 ఏండ్ల క్రింద టనే వీరి నాగరికత చాల ఉన్నతస్థితిలో ఉండెను. వెండి, బంగారము, రాగి, కంచు, ఇనుము వంటి ధాతువుల పేర్లు వేదములో ఉన్నవి. ఇవిగాక పలువిధములగు ఆహార

ధాన్యముల పేర్లందుగలవు. ధాతువులతో గృహోపకరణములను, ఆయుధములను తయారుచేయుటయందు, బట్టలకు రంగువేయుటయందు, మద్యసాధనమందు, ఔషధ రచనయందు ఇమిడియున్న పలురకములగు రాసాయనిక ప్రక్రియలతో భారతీయులకు చాలవరిచయ మున్నట్లు కూడ తెలియవచ్చినది.

## రాసాయనిక విజ్ఞానము - ఆరంభయుగము

మూలద్రవ్యములు - పరమాణువులు : చరిత్రపూర్వ యుగమందు రాసాయనికజ్ఞానము ధాతుకారులు, కాచకారులు, రంగకారులు, రథకారులు మొదలగు కళాకారులలో వ్యాపించియుండెను. ప్రాచీనజాతులన్నిటిలో మొట్టమొదట ధాతువులకు గ్రహములతో సంబంధము కల్పించి వాటికి దివ్యశక్తులను ఆరోపించుట సంప్రదాయమై ఉండెడిది. ప్రతివిద్యకును, కళకును అధిష్ఠానదేవతయో లేదా మూల పురుషుడో ఉండెడివారు. ఆ రోజులలో వస్తువుల కారోపితమైన దివ్యశక్తి, వాటికి అధిష్ఠాతలగు దేవతల శక్తి ప్రయోగమం దగవడు వస్తువుల మార్పుల కొకవిధమగు వివరణముగా నుండెడిది. శిల్పులు సృజించిన నూతన వస్తువులను వారి దేవతలకు అంకితముచేసి, వారి ఆరాధనమందు ఉపయోగించెడి వారు. అందుచేత విద్యలు, కళలు, పూర్వము మత గురువుల యధీనములో నుండెను. వారి అభిరుచి ప్రకారము మతాచార్యులు వస్తువులను తయారు చేయుటయందుకాని, లేదా ప్రక్రియలవివరణయందుకాని కుశలత్వము చూపుచుండెడివారు. ఇట్లు మతాచార్యులు ఆయా వృత్తివిద్యలకు ఒకవిధమగు దర్శకులుగాను, నిర్వాహకులుగాను ఆచరించిరి. ఈజిప్టు, సుమేరియా, బాబిలోనియా దేశములలో ప్రాచీనకాలమందు మతాచార్యులు ఆనాటిజ్ఞానమునకు నిధులుగా పరిగణింపబడుచుండిరి.

మతమునకు, శిల్పమునకు భారతదేశ మందుకూడ సంబంధముండినను, వైదికమత ప్రవర్తకులకు శిల్పవిద్యలతో సంబంధ మెప్పుడును లేదు. చాలప్రాచీనకాలముననే భారత దేశమున స్థాపితమైన వర్ణాశ్రమధర్మదృష్టిలో శిల్పకారులకు వర్ణశ్రేణిలో ప్రత్యేకస్థాన మేర్పడినది.

వివిధపరిశ్రమలలో వస్తువులు చెందెడి మార్పులకు కారణములు వివరించుటలో పూర్వకళోపాసకులు తమ ఇష్టానుసారముగా సిద్ధాంతములను ప్రతిపాదించెడివారు. వీటిని నిరసించి మార్పులకు తర్కశాస్త్రబద్ధమైన వివరణములను ప్రచారములోనికి తెచ్చిన వారలలో భారతీయులు, గ్రీకులు అగ్రగణ్యులు.

పౌరాణికవివరణ లను శృంఖలములను ఛేదించి జ్ఞానమును తర్కమార్గమున వెట్టిన గ్రీకులబుద్ధికుశలతకు, యూరప్ శాస్త్రజ్ఞులు సదాకృతజ్ఞులు. క్రీ. పూ. 6వ శతాబ్దమున గ్రీక్ తత్వశాస్త్రజ్ఞులు బహుశః అంతకుపూర్వమే భారతీయ దర్శనకారులు, జగత్స్వభావమును గురించియు, ద్రవ్యోత్పత్తిని గురించియు, కార్య కారణసంబద్ధమగు సిద్ధాంతములను లేవదీసినారు. అందుచే, యూరప్ దేశపు శాస్త్రజ్ఞానాభివృద్ధికిమట్టుకు గ్రీక్ తత్వజ్ఞుల సిద్ధాంతములు మార్గదర్శకములు. పాశ్చాత్యుల శాస్త్రములలో నేటివరకును గ్రీక్ సిద్ధాంతచ్ఛాయలు నిలచియున్నవి.

భారత దేశమందలి దర్శనకర్తల సిద్ధాంతములు ఇంద్రియజ్ఞాన గోచరమగు బాహ్యప్రపంచముతో నాగిపోక ఆంతరవిషయమగు ఆధ్యాత్మికప్రపంచమును కూడ పరామర్శించి జగత్సమన్వయమందు హెచ్చు సామర్థ్యమును ప్రదర్శించినవి.

అయినను, మన ప్రస్తుతవిషయమగు రాసాయనిక జ్ఞానము బాహ్యజగదనుభవమును అనుసరించునది గాన, మనము ఈ సిద్ధాంతములనే ఇచ్చట తడవుటకు ప్రయత్నింతుము. బాహ్యజగత్తునకు సంబంధించినంత వరకు భారతీయ సిద్ధాంతములతో గ్రీక్ సిద్ధాంతములకు ఎంతయైన పోలిక కలదు. ఈ పోలిక నాధారముచేసికొని, భారతీయుల సిద్ధాంతదృష్టి గ్రీక్ సిద్ధాంతముల ననుసరించినదను భ్రమకు అనేక పాశ్చాత్యవిమర్శకులు లోనైరి. కొన్ని గ్రీక్ సిద్ధాంతములు స్వయంవ్యక్తములు కావనియు, వాటి మాతృకలు ప్రాచ్యవిజ్ఞానమందు గాంచనగు ననియు వాదము ఇటీవల మెల్లగా స్థిరపడుచున్నది. భారతీయ దర్శనముల రచనకాలమును నిర్ణయించుటకు నిశ్చయమగు ఆధారములు లేకపోయినను అవి క్రీ. పూ. 700 ఏండ్లనాడే ప్రచారములో ఉన్నట్లు నిశ్చయము. అందుచే క్రీ. పూ. 6వ శతాబ్దమున ఆవిర్భవించిన గ్రీక్ పరమాణుసిద్ధాంతమునకు పూర్వమే ప్రచారములోనున్న కణాదుని వైశేషిక దర్శనములో నిరూపితమైన పరమాణువాదము స్వతంత్ర రచనయని చెప్పవచ్చును.



## గ్రీక్ విజ్ఞానము

గ్రీక్ సంప్రదాయక యుగమందు క్రీ. పూ. 600-300 దాదాపునికుడే వైజ్ఞానికుడుగ కూడ పేరు పొందెను. గ్రీక్ చింతకుడు విజ్ఞాన సముపార్జనమందు ఊహను సాధనముగా గొని ప్రయోగమును ఉపేక్షించెను. గ్రీక్ విజ్ఞానిని ఆధునిక విజ్ఞానితో సరిపోల్చి చూచినచో, ఇరువురును ప్రత్యవేక్షణను ఆధారముగా గొని నిష్కర్షలకు రాయత్తించినను, చాలినంత ప్రమాణ సామగ్రి లేకుండ సాధారణీకరణమునకు సాహసించుట గ్రీక్ విజ్ఞానికుని విశిష్ట లక్షణము. ఆధునికుడు తన నిష్కర్షలను ప్రయోగ ఫలములచే సమర్థింప గలిగిన గాని తృప్తి నందడు. ఈ పని గ్రీక్ దాదాపునికు డెన్నడును చేయలేదు. అభిజాత్యాభిమానముచే ప్రయోగములు గావించి తన చేతులను మలినములు చేయుటకు గ్రీక్ దాదాపునికు డిష్టపడడు. దాదాపునికులు ఆనాటి సంఘములో నాతివిస్తృతమైయుండిన అభిజాతవర్గమునకు చెందిన వారు. వారు స్వతంత్రపౌరులు. గ్రీక్ నాగరికతా ప్రసిద్ధియంతయు ఈ కొద్దిమంది దాదాపునికుల ప్రతిభా ప్రవృత్తి ఫలమే. కాని సంఘ జీవనమునకు విఘ్నముగా ఆచరించిన విస్తృతమైన మరియొక వర్గమునకు, అనగా, శానిసల వర్గమునకు చెందినవారల శ్రమ వినాగా దాదాపునికవర్గ మార్జించిన ప్రసిద్ధి భిన్నమూలమే యైయుండెడిది యను విషయమును మనము మరువరాదు. చేతులతో పనిచేయువారు శానిసలు, బుద్ధితో పనిచేయువారు స్వతంత్ర సామంత పౌరులు. ప్రయోగములు చేతితో చేయవలసినవి, అందుచే గ్రీక్ దాదాపునికుడు చేతులకంటు తగిలించకుండ, ఊహనండగా శేకొని కఠోరతర్కమును ఉపయోగించి ప్రపంచ సంఘటన వివరణకు తలపడెను.

ఒక భావము లేదా అభిప్రాయము తర్కాను గృహీతమై క్రమ పరిణత ప్రపంచ సృష్టి సిద్ధాంతముల కనుగుణముగా నున్నయెడల, ఆ అభిప్రాయము ఇతర సమర్థనాపేక్ష లేకుండ సత్యముగా అంగీకరించబడుచుండెడిది. ఈ పై చెప్పిన సన్నివేశము నితర పరిస్థితుల గణనకు తీసికొని రాకుండ పరిగణించినచో, ఆధునిక విజ్ఞానమునకు గ్రీక్ దాదాపునిక చింతన చేసిన ఉపకార మహత్వమును మనము యధార్థముగ గ్రహించలేము, ఏలన గ్రీక్ చింతకులచే నాడు స్థాపితమైన సాధారణీకరణములు ఆధునిక వైజ్ఞానిక సిద్ధాంతములకు ఆధారములుగా నాచరించినవి. ఇంతే కాదు, తరువాత రెండువేల సంవత్సరములవరకు అపర్యవసయోజ్యముగ అంగీకరించబడిన ప్రామాణికతను స్వర్ణయుగపు గ్రీక్ చింతకులు గడించిరి. వీరి భావములు

ఆలిగ్జాండ్రీయా యుగ, మధ్యయుగ, జ్ఞానపునరుజ్జీవన యుగముల వెలసిన జ్ఞాన నిర్మాణములకు ఆధార స్తంభములగుటయేగాక తరువాత తల యెత్తిన సకల వైజ్ఞానిక సమస్యలకును చరమ పరిష్కారములుగా పరిగణించబడినవి.

కాని ఒక విషయము చెప్పవలసియున్నది. ప్రయోగాపేక్షలేని గణితశాస్త్రమందు మాత్రము గ్రీక్ విజ్ఞుల నిర్వాహము అత్యంతము తృప్తికరమైనది, భౌతిక, జీవ శాస్త్ర రంగములందు ఈ మాట మనము చెప్పలేము. కాని వీరి సిద్ధాంతములు పాశ్చాత్య బౌద్ధిక వికాసమునకు ఊతగరలు. వారు నెలకొల్పిన ప్రకృతి స్వభావ వివరణము తొలిని రసవాద సిద్ధాంతముపై, తరువాత రాసాయనిక శాస్త్ర పురోగతిపై అమితమైన ప్రభావమును చూపినది.

తేలిజ్ మొదలుకొని హెరాక్లైటస్ వరకు గల గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్రజ్ఞులు ఆసియామైనర్ ద్వీపకల్పపు పడమటి సముద్రతీరమున ఉండెడు అయోనియా దేశమునకు చెందిన వారలగుటచే, వీరికి అయోనియన్ తత్త్వశాస్త్రజ్ఞులని పేరు. వీరు పేర్కొనిన నాలుగు మూలతత్త్వములను, పితాగోరియస్ సంప్రదాయమునకు చెందినవారు అంగీకరించుచు ఈతర్ అను ఐదవ తత్త్వమును చేర్చి ద్రవ్యసృష్టి పాంచభౌతిక మని తెల్పిరి.

అయోనియన్ ల చాతుర్భౌతికవిభాగమును అంగీకరించి ద్రవ్యము కేవలము జడము కనుక, దానిని సంయోగ, విశ్లేషములకు ప్రేరేపించు శాహ్యాశక్తి ఒకటున్నదని ఎంపిడక్లీజ్ (క్రీ. పూ. 490-430) బోధించెను. ఈ శక్తి అనురాగ రూపమున సంయోగమునకు, ద్వేషరూపమున విశ్లేషమునకు కారణమగు చుండు నని ఎంపిడక్లీజ్ అభిప్రాయపడెను. ఈయన సిద్ధాంతములో ఈ నాలుగు మూల ద్రవ్యముల సంయోగమే విశ్వమునందు కనుపించు స్థావర జంగమాత్మకమైన ఈ అనంతపదార్థసృష్టికి కారణము. (చూ. భౌతికవిజ్ఞాన సమీక్ష - గ్రీక్ సంప్రదాయము పు. 6).

డెమోక్రటీజ్ (క్రీ. పూ. 460-370) అను గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్రజ్ఞుడు పైవారలట్లు సామంతుడుగాక పేదవాడగు శానిసయగుటచే శిల్పకారుల అనుభవముతో ప్రత్యక్షముగా పరిచయ మున్నవాడు. అందుచే వస్తువుల ధర్మములను, వాటి మార్పులను, వాటి వైవిధ్యమును బాగుగ గుర్తెరింగినవాడు. వస్తువుల వైవిధ్యమును అంకెల తారతమ్యముతో సమన్వయించి, వస్తువుల గుణముల యందున్న తారతమ్యమును అంకెల తారతమ్యముచేత వివరించుటకు ప్రయత్నించెను. ఇందీయన అనుసరించిన మార్గము పూర్వసిద్ధాంతకర్తలు తీసికొనిన దానికన్న



విలక్షణమైనది. వారు వస్తుగుణముల యందున్న తారతమ్యములను గుణతత్త్వములచే వివరింపజూచిరి. డెమోక్రటిజ్ అట్లుకాక వస్తువుల గుణముల యందలి తారతమ్యమును పరమాణుసంఖ్యా తారతమ్యముచే వివరించుటకు యత్నించెను. ఆయన అభిప్రాయములో జగత్తంతయు ద్రవ్య, శూన్యప్రదేశముల పరస్పర సమ్మర్దము. ద్రవ్యము అవిభాజ్యములగు ద్రవ్యకణముల కూర్పు. ఈ అవిభాజ్య కణములకు గ్రీక్ లు ఇచ్చినపేరు 'ఆటం'. ఆటం అను పదమునకు గ్రీక్ భాషలో అవిభాజ్యము అని అర్థము. వీటినే మనవారలు " పరమాణువు" అని వ్యవహరించిరి.

పరిమాణములో, రూపములో, భారములో ఈ పరమాణువులు భిన్నభిన్నముగా ఉండును. వాటి సంఖ్య, సంయోగ సన్నివేశమునుబట్టి వివిధగుణములుకల ద్రవ్యములు ఏర్పడును. తరువాత లూసిప్పస్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ పరమాణువాదమును అనువదించెను. ఈ ప్రాచీన పరమాణుసిద్ధాంతము నవీన భౌతికశాస్త్రములో ఎంతవరకు నిలచినదో పోనుపోను తెలియవచ్చును. కాని, ఒక్క విషయము ఇచ్చట సూచించవలసి యున్నది. అది ఏమన; రాసాయనిక శాస్త్ర ముఖ్యోద్దేశము వస్తుధర్మములు ద్రవ్యమందున్న పరమాణు సంఖ్యపై ఆధారపడి ఉన్నట్లు నిరూపించుట. రెండువేల ఐదువందల ఏండ్ల క్రిందట డెమోక్రటిజ్ అవలంబించిన ఈ మార్గము రాసాయనిక చరిత్రలో నవీన యుగమందు వితర్కములకు తావులేని సిద్ధాంత ప్రతిష్ఠగల భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రమును ప్రత్యేకశాస్త్రశాఖ స్థాపనను ఆకాంక్షించినది.

పరమాణువాదము ఇట్లు స్థాపితమైనను, తరువాతి సిద్ధాంతములలో ఇది అంత ప్రాముఖ్యమును వహించలేదు. పూర్వపు చాతుర్భౌతిక మూలద్రవ్యవాదమే ప్రచారములో ఉండెను. దీనికి కారణము ఆనాడు ప్రపంచమున కెల్ల మహామేధావి, ఆ కాలమున శాస్త్రలోకమునకు ఉపదేశకుడు అగు ఆరిస్టాటిల్ పరమాణువాదమును వెనుకపెట్టి చాతుర్భౌతికవాదమునే సమర్థించెను. అట్లని పరమాణువాదము శాస్త్రప్రపంచమునుండి పైకి తొలగినదని అనుకోరాదు. ఏలన ఆరిస్టాటిల్ తన గ్రంథములలో ఈ వాదమును మిక్కిలి ఉత్సాహముతో వర్ణించినాడు. 'సుఖాంతములు, విషాదాంతములు అగు నాటకములు ఒకే లిపి సమూహముతో రచించబడినట్లు వివిధములగు ద్రవ్యములు ఒకే పరమాణు గణముచే నిర్మితములైనవి' అని ఆతని విశ్వాసమును వెల్లడించెను.

ఇదిగాక ఎపిక్యూరస్ అను ఇంకొక తత్త్వశాస్త్రజ్ఞుడు, పరమాణువుల కల్పనకు గల ఆవశ్యకతను గురించిన ఒక

ముఖ్యమగు హేతువును సూచించెను. ద్రవ్య మనంత విభాజ్య మని అనుకొనినయెడల, ఎడతెగని విభజనమును చేసి ద్రవ్యమును లేదనిపించవచ్చును. ద్రవ్యము నశించుట అసంభవము కనుక, అవిభాజ్యములగు పరమాణువు లున్నవని ఒప్పుకొని తీరవలయును.

చాతుర్భౌతిక సిద్ధాంతమును ఆరిస్టాటిల్ విస్తరించి మూలద్రవ్యముల పరస్పర పరివర్తనమునకు గల హేతువులను సదృష్టాంతముగ నిరూపించెను. పాత్రలోనీరు మరగ బెట్టినపుడు ఆవిరిగామారి కొంత ఘనద్రవ్యము పాత్రలో మిగులును. ఈ ప్రయోగము నీరు అను ఒకమూలద్రవ్యము గాలి, పృథ్వి క్రింద మారుటకు నిదర్శనమని భావించెను. ఇదిగాక, మూలద్రవ్యము లనుకొన్న ద్రవ్యములు స్థూల రూప వివిధ ద్రవ్యోత్పత్తికి కారణము లగుటయేకాక ద్రవ్యముల ఘన, ద్రవ, వాయు అవస్థలను సూచించునని కూడ ఆరిస్టాటిల్ బోధించెను. ఈ దృష్టిలో పృథ్విఘనత్వమునకు, నీరు ద్రవత్వమునకు, వాయువు వాయుత్వమునకు స్థూలచిహ్నములు. మిగిలిన మూలద్రవ్యమగు అగ్ని వస్తువులకు గల మార్పుచెందు స్వభావమునకు గురుతు.

ఈ మూలద్రవ్యములను స్పర్శేంద్రియగ్రాహ్యములు, పరస్పర విరుద్ధములు అగు చల్లదనము, వేడిమి, ఆర్ద్రత, అనార్ద్రత అను ద్రవ్యగుణములతో ఆరిస్టాటిల్ సమన్వయించెను. మూలద్రవ్యతత్త్వములను (అనగా ఘనత్వము, ద్రవత్వము, వాయుత్వము, అగ్నిత్వము అను భావములను గ్రహించుటకు ఆవశ్యకమైన మనస్తత్త్వశాస్త్ర సార్థక్యమును కనపరచినవాడు ఆరిస్టాటిల్ గురువగు ప్లేటో అను తత్త్వవేత్త. ఈ సిద్ధాంతము ఆరిస్టాటిల్ ఆమోదమును పడసి యూరప్ శాస్త్ర షేత్రమందు రెండు వేల ఏండ్లు నిలచినది.

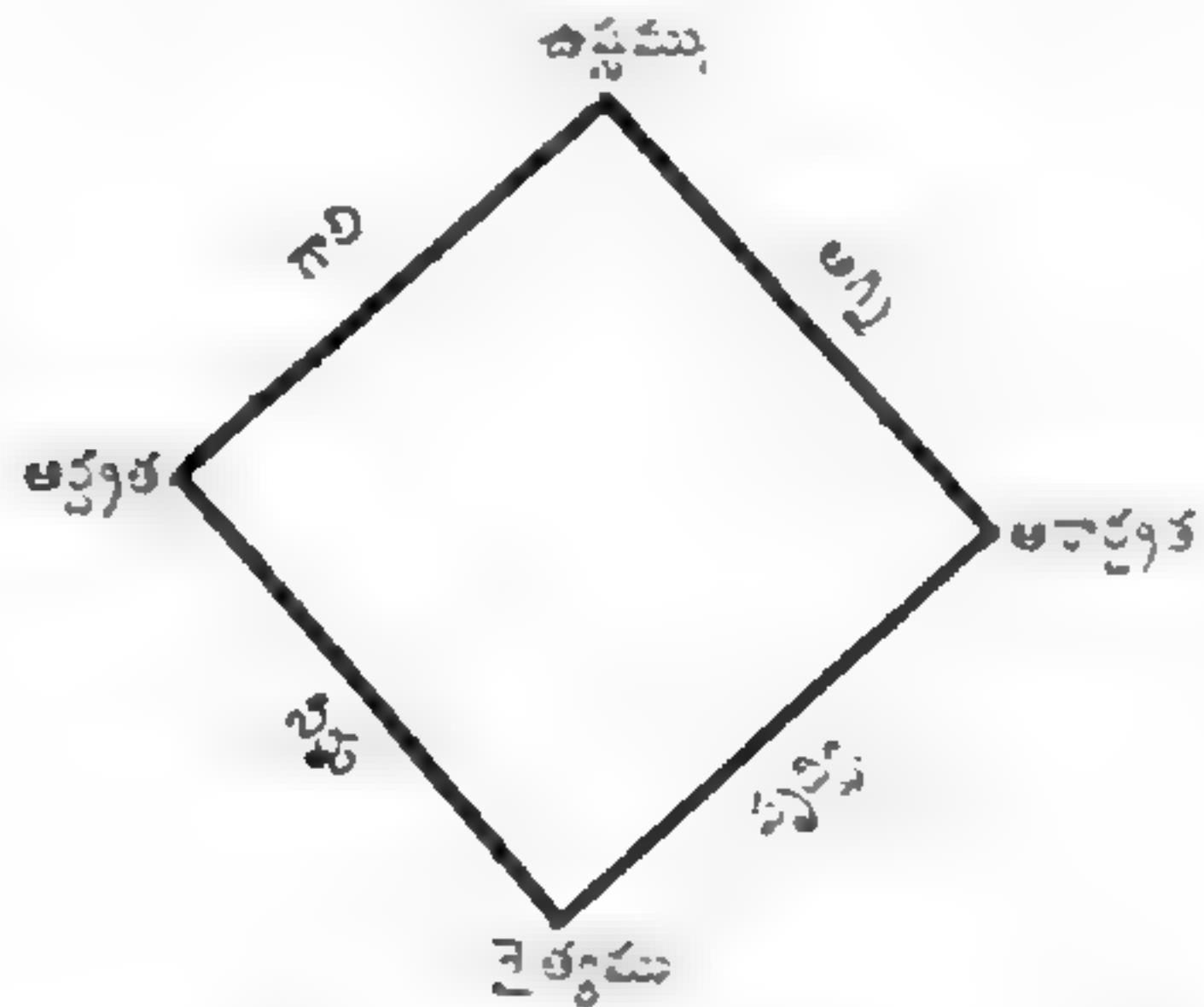
మూలద్రవ్యములకు స్పర్శేంద్రియ సంవేద్యములగు గుణములకు గల సంబంధమును ఈ క్రిందిరీతిగా చిత్రించవచ్చును.

ప్రక్క వుటలోని పటములో చూపినప్రకారము పృథ్వి చల్లదనము, అనార్ద్రత అను రెండుగుణముల సంమేళనము. ఇటులనే నీరు ఆర్ద్రత, చల్లదనము అను గుణముల జంట నుండి జనించినది. అగ్ని, వాయువు క్రమముగా అనార్ద్రత ఉష్ణతలనుండి, ఆర్ద్రత, ఉష్ణతలనుండి ఉద్భవించినవి. ఈ ద్వంద్వ గుణ పరిమాణ తారతమ్యములే వస్తువుల అనేకత్వమునకు కారణములు.

గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్రజ్ఞులలో నాయకమణియగు ఆరిస్టాటిల్ అనుమతిని పొందిన ఈ చాతుర్భౌతిక సిద్ధాంత ప్రభావమున డెమోక్రటిజ్ పరమాణువాదము చాలకాలము



అడుగునపడినది. అయినను, "తీపి, చేదు, చల్లదనము, వేడి, రంగులు మొదలగు గుణములు వాస్తవికముగా ద్రవ్యమందున్నవికావు. అవి ప్రేక్షకుని భావమందు మాత్రము గోచరించునవి. నిజముగా నున్నవి వికారరహి



తమగు పరమాణువులు, అంతరాళము, అంతరాళమందు పరమాణువుల పరిస్పందము" అని ఇరువదిమూడు శతాబ్ది ముల క్రిందట డెమోక్రిటీజ్ తనపరమాణు సిద్ధాంతమును సంక్షేపించుచు వ్రాసిన వాక్యములు, చాతుర్భౌతిక సిద్ధాంతమును బాల ప్రలాపమువలె పరిగణించు నేటి నూతన పరమాణు యుగమందు సైతము అన్వర్థముగా వెలయుచున్నవి.

**భారతీయుల వస్తుతత్త్వ సిద్ధాంతములు :** ద్రవ్యము పాంచభౌతికము, పరమాణుసంయోగసముద్భవము అను భారతీయుల అభిప్రాయములు గ్రీక్ సిద్ధాంతములను పోలి యున్నవి. ప్రకృతియందలి వస్తుసముదాయ మంతయు ఏదో ఒక మూలద్రవ్యమునుండియే జనించినదను సిద్ధాంతముకూడ వ్యవహారములో ఉండెడిది. భారతీయుల వస్తుతత్త్వసిద్ధాంతములు వేదకాలమునందే ప్రతిస్థాపితమైనవి. అవి ద్రవ్యముతో కాని, ద్రవ్యగుణములతో కాని మొదలుపెట్టక మూలకారణమగు సత్ పదార్థముతో ప్రారంభించినవి. ఛాందోగ్యమందు సద్విద్యలో 'సదేవ సోమ్యేదమగ్ర ఆసీత్ ఏకమేవా ద్వితీయంబ్రహ్మ' బ్రహ్మ నుండి ఆకాశము, ఆకాశమునుండి వాయువు, వాయువు నుండి అగ్ని, అగ్నినుండి నీరు, నీటినుండి భూమి ఉద్భవించినవని పేర్కొనబడినవి. ఈ సూక్ష్మభూతములనుండి పంచీకరణ\*ప్రక్రియచే స్థూలమగు పంచమహాభూతములు ఏర్పడినవి. ఈ స్థూలరూపములగు పంచభూతములు జగత్తునందలి ద్రవ్యసముదాయ మంతకు కారణములు.

\* అయిదు భూతములను ప్రత్యేకము రెండు సమభాగములుగ భాగించి ఆందోక అర్థభాగమును నాల్గు సమ విభాగములు కావించి, ప్రతి భూతముయొక్క అర్థ భాగముతో తక్కిన నాల్గు భూతముల అష్టమ భాగముల కలిపి స్థూలభూతములుగా చేయుటకు పంచీకరణమని పేరు.

ఉపనిషత్తులకు తరువాతిదియగు కాణాదసిద్ధాంతము (క్రీ. పూ. 700) పాంచభౌతికసృష్టి నంగీకరించుచు ద్రవ్యము పరమాణుజన్య మని ప్రతిపాదించినది. గ్రీక్ సిద్ధాంతమందు వలె ఇందు స్పర్శేంద్రియసంవేద్యములగు గుణములకే ప్రాధాన్య మీయబడినది. ఈ మతములో కారిన్యము భూమి యందు, ద్రవత్వము జలమునందు, చలత్వము వాయువు నందు, ఉష్ణత్వ మగ్నియందు, అప్రతిఘత్వము (అడ్డులేకుండ యుండుట) ఆకాశమందు మూర్తీభవించినవి.

పరమాణువు అవయవములులేని ఏకమని భావించని పక్షమున విభాగప్రక్రియకు అంతముండ దనియు, అనవస్థా దోషము కలుగుననియు, దాన పరమాణుకల్పన ఆవశ్యక మనియుగ్రీక్ లు, భారతీయులుకూడ తెలిపిరి. భారతీయుల, గ్రీక్ ల ద్రవ్యసిద్ధాంతములు కేవలతర్కసాధితములే అని ఇదివరకే తెలిసికొంటిమి. నవీనశాస్త్రపద్ధతిని ఆ తర్కము ప్రయోగనిరూఢము కాకపోయినప్పటికిని ప్లేటో మొదలగు గ్రీక్ వైజ్ఞానికులు వారి వాదములను స్థూలముగా ప్రయోగానుభవముచే సమర్థింప యత్నించిరి. కట్టె కాల్చినపుడు అగవడు నీరు, పొగ, బూడిద, కట్టెలో నీరు, వాయువు, పృథ్వి అంశీభూతములుగానున్నవనుటకు నిదర్శన మనుకొనిరి. అట్లనే నీటిని పాత్రలో ఇగరపెట్టినపుడు కొంత ఘనద్రవ్యము పాత్రఅడుగున మిగిలియుండుట చూచి నీరు పృథ్వి క్రింద మారినదనుకొనిరి. ద్రవ్యముల పరస్పరపరివర్తనమునకు దృష్టాంతముగా ప్రకృతిలో కాననగు వృక్షములు, జంతువుల వృద్ధిక్షయముల (పరిపాకముల)ను వీరుదాహరించిరి.

యూరప్ ఖండమందు ఆరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతము సర్వసమ్మతిని పడసినది. తరువాతి కాలములో పరమాణు వాదమును పునరుద్ధరించుటకు ప్రయత్నములుజరిగినను, తత్త్వ శాస్త్రంలోకమందు ఆరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతము ఇటీవలవరకును తన ఉన్నతస్థానమును పోగొట్టుకొనలేదు.

పైని పేర్కొనిన ప్రాచీన సిద్ధాంతములు, అవి బయలుపడిన చాలకాలమువరకు ప్రాయోగిక రాసాయనిక జ్ఞానముపై ఎంతగునంత ప్రభావమును నెరపలేదు. దీనికి కారణము ప్రయోగముపట్ల గ్రీక్ తాత్త్వికుల కున్న ఏవగింపు. ప్రయోగజ్ఞానము వ్యుత్పత్తిని చెరుచునని వీరిడిశా. అందుచే గ్రీక్ నాగరికతలో వ్యుత్పన్నులెవ్వరును ప్రయోగము జోలికి పోలేదు. అది యటుండ ప్రాచీన ప్రయోగ కర్తలలో ఎవ్వరును పేతువాద నిపుణులుకారు. అదిగాక ఆ కాలమున వ్యుత్పన్నులకును, ప్రయోగకుశలులకును ఎట్టి సంబంధమును ఉన్నట్లగపడదు. అందుచే క్రీ. శ. మొదటి శతాబ్దిము మధ్యను ప్రారంభించిన రసవాద



యుగమువరకు ఆరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతములు ప్రయోగమునకు ప్రత్యక్షముగా మార్గోపదేశకములు కాలేదు.

అనగా, క్రీస్తుశక ప్రారంభమువరకు రాసాయనికజ్ఞానము కళగనే పెంపొందినది. ప్రకృతిలబ్ధములు, కృత్రిమరచితములు నగు క్రొత్తవస్తువులను కనుగొనుట, సాధ్యమైనచో వాటిని రంగులుగనో, మందులుగనో, మరియు విధముగనో, ఉపయోగించుట మానవునికి క్రమముగా అలవడి

నది. ఇట్టి రాసాయనిక జ్ఞానము మొదట పరస్పరసంబంధములేని అనుభవములుగా వెలసినది. రసవాదయుగము ప్రారంభించువరకు రాసాయనిక జ్ఞాన మిట్లే చెదరి ఉండెను. ఇట్లు చెదరిఉన్న జ్ఞానాంశముల కూడగట్టి వాటికొక నిర్దిష్టప్రయోజనమును కల్పించిన, రసవాదుల ప్రయత్నములు తరువాత ఉన్నార్గప్రవర్తితములైనప్పటికిని మార్గదర్శకములుగా నాచరించినవి.

## ర స వా ద యు గ ము

4 వ శతాబ్దము మధ్యనుండి 16 వ శతాబ్దము ప్రథమ పాదము చివర వరకు ఈ రసవాదయుగమందు చరిత్ర పరిణామసూచకములగు ఆధారము లుండుటచే ఈ యుగమందు రాసాయనిక చరిత్ర సూతనాధ్యాయమును మొదలు పెట్టినది.

ఈ యుగపు ముఖ్యలక్ష్యములు రెండు : ధాతు పరివర్తనమును రాసాయనికశాస్త్ర ముఖ్య ప్రయోజనముగా అంగీకరించుట, ధాతురచననుగురించి సిద్ధాంతప్రతిష్ఠాపన కృషి. ఈ యుగములో రాసాయనికశాస్త్ర ప్రమేయములు వేటికవి స్వతంత్రముగా వెలువడక, శాస్త్రజ్ఞానాంశము లన్నియు, ఒక నిర్ణీతప్రయోజనమును సాధించుటకే వినియోగమై, పరస్పరసంబంధము కలిగి ఏక ముఖముగా ప్రవర్తిల్లినవి. ఈ యుగములో రాసాయనికశాస్త్ర ముఖ్య లక్ష్యము చాల సరళమైనది; రాసాయనిక ప్రక్రియల సహాయమున నీచధాతువులను బంగారముగా మార్చుట.

యూరప్ లో ధాతుపరివర్తన భావోదయము : ఇనుము, నీసము మొదలగు నీచధాతువులను బంగారముగా మార్చుటకు వీలున్న దను అభిప్రాయము ఏ కాలమందెచ్చట వెలసినదో నిశ్చయముగా చెప్పటకు ఆధారములు లేవు. ఈ విషయమై మనకు ఊహయే శరణము పాశ్చాత్యదేశమున రసవాదము క్రీ. శ. 4 వ శతాబ్దమునకు పూర్వమే గ్రీక్ రచయితలచే ప్రతిష్ఠితమైఉన్నట్లు గ్రీన్ దేశపు వైజ్ఞానిక రచనలనుబట్టి స్పష్టమగుచున్నది.

క్రీ. శ. మొదటిశతాబ్దమున ప్రఖ్యాతిగాంచిన ప్లినీ, డైయోస్కారిడీజ్ అను గ్రీక్ విజ్ఞులకు రసవాదము తెలిసినట్లు కనపడదు. అందుచే, ధాతుపరివర్తనభావము రెండవ లేదా మూడవశతాబ్దములో యూరప్ లో మొట్టమొదట ఆవిర్భవించి యుండవచ్చు నని తోచుచున్నది. రసవాద బీజములను తొలుదొల్త యూరప్ లో నాటినవారు గ్రీక్ లే; ఐనను రసవాదము వారి దేశములో పుట్టలేదనియు, ఈజిప్టునుండి గ్రీక్ లకు సంక్రమించినదని చెప్పుట కనేక ఆధారములు ఉన్నవి. గ్రీక్ దర్శనశాస్త్రభావములు.

ఈజిప్టున కళా విజ్ఞానము కలసి రసవాద ఉదయమునకు కారణములైనవి.

నాల్గవ శతాబ్దమున రసవాదప్రశంస అచ్చటచ్చట కనవచ్చు చున్నది. ఈకాలములో తీబ్స్ పట్టణప్రాంతమున ఉన్న పానాపోలిస్ నగర నివాసియైన జోసిమస్ అను రసవాది తనకాలపు రసవాదవిజ్ఞానమును 300 గ్రంథములలో సంగ్రహించినట్లు ఐదవశతాబ్దపు గ్రంథకర్తలు అనేకులు చెప్పిరి. ఐదవ శతాబ్దమున రసవాద గ్రంథరచన హెచ్చుగా జరిగినది. ధాతుపరివర్తనమే ఈ గ్రంథములందలి విషయము. ఈ రసవాదగ్రంథము లన్నియు గ్రీక్ భాషయందే రచించబడినవి. గ్రంథకర్తలు ఈజిప్టు దేశములో నివసించియున్న గ్రీక్ లుకాని, లేదా అప్పటికే ప్రసిద్ధిగాంచిన ఆలిగ్జాండ్రీయా విశ్వవిద్యాలయాచార్యులుకాని అయిఉండిరి. ఈ విశ్వవిద్యాలయము రసవాదజ్ఞానమును ప్రపంచమంతటను ప్రసరింపజేసి ఏడవశతాబ్దపు మధ్యవరకు రసవాద కేంద్రస్థానముగా ప్రసిద్ధికెక్కినది. ఈ కాలమున రసవాదవాఙ్మయము అధికముగా వృద్ధిచెందినను, గ్రంథములలోని విషయములను నిగూఢముగా ఉంచుటకు వ్రాతలన్నియు రహస్యపరిభాషలో వ్రాయబడినవి. ద్రవ్యమందు జరుగు మార్పులను గుర్తించుట, పూర్వయుగమందు యాదృచ్ఛికముగా శిల్పకళలకు చెందిన ప్రయోగములలో జరుగుచుండెడిది. ఈ యుగములో ప్రయోగమే ఆధారముగాగొని ఒక నిర్దిష్టలక్ష్యమును ముందుంచుకొని జ్ఞానార్జనము చేయబడినది. ఈ రసవాదయుగమున ప్రయోగదీక్ష, అందుకు కావలసిన పరికరసంపద అమితముగా పెరిగినవి. ఇసుకవంటపాత్ర, డోలాయంత్రము, ఆనిరిమీద వేడిచేయుట మొదలగు తాపన సాధనములు, స్ఫటికీకరణము, సులభముగ ఆవిరిగా మారెడి ద్రవములను శుద్ధిచేయుటకు బట్టియంత్రము, వేడిచేయునప్పుడు పొగ రూపముగా ఎగిరిపోయెడి ద్రవ్యమును మరల గ్రహించుటకు ఉత్పతనయంత్రము మొదలగు ప్రయోగపరికరము లన్నియు ఈ యుగములో ఉత్పన్నమైనవి.



ఈ యుగమందు వెలువడిన గ్రంథములు విదేశీయులను రసవాదాభ్యాసమునకు ప్రోత్సహించినవి. ఇట్లు రసవాదము గ్రీక్లవద్ద అభ్యసించి దానిని వృద్ధిచేసినవారలు అరేబియాదేశస్థులు. అరబ్బుల ఐకమత్యమునకు కారణము మహమ్మదీయ మతము. క్రీ. శ. 632 మొదలుకొని పరిసర దేశములనే కాక ఖండాంతరములనుకూడ జయించి మహమ్మదీయులు రాజ్యమును స్థాపించిరి.

అరేబియా సమీపమున ఉన్న ఆసియాప్రాంతములను, మధ్యధరాసముద్ర పరిసరములలోఉన్న ఆఫ్రికా, యూరప్ ఖండముల భాగములను మహమ్మదీయులు సుమారు ఏడు శతాబ్దము లేలిరి. వీరి పలుబడిలో మొట్టమొదట విద్యలకు గాని, కళలకుగాని ఆస్కారము లేకపోవుటయేకాక, పరజాతుల సంస్కృతులకు విముఖులై వారి విజ్ఞానసంపత్తిని ధ్వంసము చేసిరి. చిరకాలముగా ప్రసిద్ధికెక్కిన ఈజిప్టు దేశములోని ఆలిగ్జాండ్రియా విశ్వవిద్యాలయమును, అందలి అమూల్యములైన వేలకొలది గ్రంథరాజములను వీరు తగులబెట్టిరి. వారి రాజ్య సంగ్రహణ సంరంభము కొంత తగ్గిన తరువాత, మహమ్మదీయప్రభువుల దృష్టి వారిచే జీతులైన ప్రజల సంస్కృతి వైపు ప్రసరించ సాగినది. ఈజిప్టుదేశపు పండితులవల్లను, ఆలిగ్జాండ్రియా విశ్వవిద్యాలయపు తత్వశాస్త్రజ్ఞుల వల్లను వీరికి సంక్రమించిన జ్ఞానము, అరబ్బులను జ్ఞాన సంగ్రహణమునకు, జ్ఞానసంపర్ధనమునకు పాచుగా ప్రోత్సహించినది.

ఎనిమిదవ శతాబ్దపు మధ్యనుండి మహమ్మదీయులు విద్యాభిమానులై కళలను పోషించినట్లు కానవచ్చుచున్నది. రాసాయనికశాస్త్రమందు వీరు కావించిన పరిశ్రమకూడ ధాతుపరివర్తనవిషయమే. ఇందులో పాచుగా కృషిచేసిన మహమ్మదీయులు స్పెయిన్ దేశీయులు. ఇచ్చట నుండి ఈ జ్ఞానము ఉత్తరమున ఫ్రాన్స్, జర్మనీ, ఇంగ్లండు దేశములకు ప్రాకినది. 13వ శతాబ్దమున యూరప్లో రసవాదము ఉచ్ఛస్థితికి వచ్చినది. ఎనిమిదవ శతాబ్దముననే నీచధాతువులను బంగారముగా మార్చు ఉపాయమగు స్పర్శమణి(ఫిలాసఫర్స్ స్టోన్) సాధ్యమగునని సూచనలును, దానిని సాధించుటకు ప్రయత్నములును, తరువాతి శతాబ్దములో స్పర్శమణి సాధితమైనట్లును నాటి రసవాద వాఙ్మయములో గాంచనగును. మొదట బంగారమువంటి రంగుగల ధాతుమిశ్రముల సాధన కాకతాళీయముగా జరిగియుండవచ్చును. అట్టి మిశ్రములు నిజమైన బంగారమే అని సాధకుడు భ్రమపడి ఉండవచ్చును. అదికాక నీచ ధాతుఖనిజములలో అచ్చటచ్చట కానిపించు బంగారు లేశములు, ఈ నీచధాతువులు భూగర్భములో అమూల్య

ధాతువులుగా క్రమేణ పరిణామమును చెందుచున్నవను అభిప్రాయమునకు తావు నిచ్చినవి. ఈ అభిప్రాయములు వాస్తవిక స్థితిని తెలుపుచున్నవని సమర్థించుటకు సిద్ధాంతములను కల్పించుట ఆ తరువాత జరిగినది. "ధాతువులన్నియు సంయుక్త ద్రవ్యములు. వాటి మూల ద్రవ్యములు రెండు : పాదరసము, గంధకము. ఈ రెండు మూలద్రవ్యముల రాశి నిష్పత్తిని బట్టియు, వాటి పరిశుద్ధతను బట్టియు ధాతువుల స్వభావములు వేరగుచుండును. మూలద్రవ్యములగు రస గంధకములు మామూలు వాడుకలోనున్న పాదరసము, గంధకము కావు. కాల్చినపుడు మారకుండుట, కరగుట, కాంతి, తాటరేకులుగా సాగుట మొదలగు ధాతుధర్మములకు కారణము రసము. అగ్ని సంపర్కమున మార్పు కలిగి వేర్వేరు రంగు లుత్పన్నమగుటకు కారణము గంధకము."

మూలద్రవ్యముల నిష్పత్తిభేదము వలనను, పారిశుద్ధ్యమును పట్టియు వేర్వేరు ధాతువులు కలుగుచున్నవని చెప్పిరేకాని, పారిశుద్ధ్యాంశ మన నేమియో వారు స్పష్టముగా తెలియజేయలేదు.

రసవాదులు : ఈ యుగమందు మధ్యధరాసముద్ర తీరములను అరబ్బు లాక్రమించువరకు ఆలిగ్జాండ్రియా (ఈజిప్టు), బైజాంటియం (ఆసియామైనరు) నగరములలో జీవించిన రసవాదులు, శాస్త్రప్రవర్తకులై పరిగినారు. ఆలిగ్జాండ్రియా సంప్రదాయమునకు చెందిన సైనీసియస్, జోసిమస్ అనువారలు (6వ శతాబ్ద ఆరంభమున) ఇద్దరును స్వేదన ప్రక్రియను సంపూర్ణముగా వర్ణించినవారలలో ప్రథములు. ఈ ప్రక్రియా ప్రయోగఫలములుగా రాసాయనికశాస్త్రమందు అనేక నూతన విషయములు బయలుపడినవి. వీరి గ్రంథములందు రాసాయనికశాస్త్ర చరిత్రనుగాని, రసవాద చరిత్రనుకాని వివరముగా తెలిసికొనుటకు తగిన అవకాశములులేవు. చరిత్రాత్మకమైన, నిశ్చయమైన జ్ఞానము మొట్టమొదట మనకు 8వ శతాబ్దపు అరబ్బీ రసవాద గ్రంథములలో కన్పించును.

### అరబ్బుల రసవాదము

అరబ్బుల రసవాదమునకు మూలము గ్రీక్ విజ్ఞానమే అనునది నిర్వివాదము. రసవాదము ఈజిప్టు, సిరియా, పర్షియా దేశములద్వారా అరబ్బులకు అభివృద్ధిచెందినది. మహమ్మదీయ రసవాదము 635-704 మధ్యజీవించిన ఉమాయద్ వంశమునకు చెందిన ఖలీద్ ఇబ్నయజీద్ ఉపజ్జమని చెప్పుదురు. ఖలీద్ అనేక రసవాద గ్రంథములను అరబ్బీ భాషలోనికి అనువదించి చేసినని ప్రసిద్ధి.



తరువాతి సుప్రసిద్ధ రసవాది యని పేరుగన్న జాఫర్ ఆల్ సడీక్ అను నాతడు మహమ్మదు యొక్క అల్లుని వంశమువాడు. మహమ్మదు తరువాత ఖలీఫా పదవిని పొందిన వారలలో చివరివా డీతడు. ఈతడే 9వ శతాబ్ద మందు జీవించిన ప్రసిద్ధరసవాది 'జేబిర్ ఇబ్న్ హయ్యాస్' గురువని చెప్పుదురు. కాని ఈ సమాచార మంతయు ఆధార రహితమని ఇటీవల రుజువైనది. ఖలీడ్, జేబిర్ అవాస్తవిక వ్యక్తులు. జేబిర్ రచించినవని ప్రసిద్ధిగాంచిన గ్రంథములు ఒక మహమ్మదీయ రహస్యమతశాఖ సంకలించినవి.

అరబ్బీరసవాదమునకు ప్రామాణిక లిఖితములు 10 వ శతాబ్దము లో బాగ్దాదు పట్టణమందు వికసించిన అరబ్బీ విజ్ఞానవిధానమందు కాననగును.

మహమ్మదీయ ప్రపంచమందు ఈ కాలమునకు పూర్వము రసవాదులు లేరని చెప్పుటకాదు. ఈ పూర్వకాలపు నిపుణులు వ్రాసిన గూఢ రచనలలో కొన్నిమాత్రము మనదాక మిగిలినవి.

“క్రాచేజ్ గ్రంథము” అని పేరు పొందిన గూఢ రచనా విశిష్టమగు రసవాద గ్రంథము 9వ శతాబ్దమునకు పూర్వము ఈజిప్టు దేశపు కాప్టజాతికి చెందిన యొక

రచయిత కూర్చి యుండవచ్చు నని ఐతిహాసికుల అభిప్రాయము. తరువాత ధూల్ నున్ అను రహస్యవాద సాధకునిచే, ఈ గూఢ సంప్రదాయము కొనసాగింపబడినది.

అరబ్బీరసవాద చరిత్రయందు స్వర్ణయుగ మని పేరు పొందిన కాలములో ఈ రహస్య సంప్రదాయము మహమద్ ఇబ్న్ ఉమాయిడ్ (900 - 931) అను వానిచే అనుసరింపబడినది. ఈతని 'రౌవ్యజలము', 'నాక్షత్ర పృథ్వి' తరువాతి తరములవారి రహస్య రచనలకు మూల ప్రతికృతిగా ఆచరించినవి. ఇంచుమించి కాలమునందే దాని లాటీన్ అనువాద రూపమున మిక్కిలి పేరుగాంచిన 'ట్యూర్యాఫిలసాఫికోరమ్' అను గ్రంథము వెలుగుచూచినది. ఇందు గ్రీక్ ప్రపంచ సృష్టిభావములను, రసవాద

సిద్ధాంతములను అరబ్బుల విజ్ఞానముతో సమన్వయించుటకు చేసినయత్నములు ప్రకటించబడినవి. ఈ గ్రంథమందలి విషయములు పూర్వపు రహస్య రచనలలో ఉన్నవాటికన్న. పేతుమూలములు, విశదతరములుగా ఉన్నను తరువాతికాలమందు ప్రాకట్యమును గన్న జేబిర్, ఆల్ రాజీ ఉపజ్ఞములగు ప్రయోగ పోషిత స్పష్టభావ సంకలితములగు రచనల కెందును సాటిరావు.

జేబిర్ వ్రాసినాడనుకొనిన రచనలతో అరబ్బీ రసవాద చరిత్రయందు సుప్రతిష్ఠమైన ఘట్టమేర్పడినది. రస

వాదము, జ్యోతిషము, విశ్వ నిర్మాణశాస్త్రము, రహస్య వాదము మొదలగు వాటి జ్ఞానమును, వీటితో సంబంధించి అనేక రూపములనున్న జ్ఞానము ఈ గ్రంథ సంచయమందు సంగ్రహించబడినది. ఈ గ్రంథములను వివరముగా విమర్శించిన క్రాస్ అను ఐతిహాసికుడు, ఇవన్నియు ఒక మహమ్మదీయ మతశాఖచే సంకలితములైనట్లు నిరూపించగలిగెను.

రహస్య సిద్ధాంతము నందభినివేశము నటుంచి ఈ తెగవారు నాటి విజ్ఞానవిస్తారము నంతను అనుశీలించి, నాడు లబ్ధమైన రసవాద వాఙ్మయము నంతటిని



జేబిర్

విపుల విజ్ఞాన కోశముల నింపిరి. అందు రసవాదక్షేత్రమందు నూతనావిష్కరణములు కావించిన వారు కూడ కొంతమందికలరు. వీరిలో హయ్యాస్ కుమారుడు జేబిర్ అని పేరు మోసిన రసవాది వాస్తవికముగ నుండి ఉండవచ్చును. ఈతడు జేబిర్ సంచయమందు తొలిరచనయగు 'బుక్ ఆఫ్ మెర్సీ' (అనుకంప గ్రంథము)ని వ్రాసియుండవచ్చును. కాని జేబిర్ వ్రాసినవని ప్రతీతిగన్న గ్రంథము లన్నియు (ఇవి ఒక వేయికి మించి ఉన్నవి) ఒక్కనిచే వ్రాయబడినవి అని గాని, అవి 9వ శతాబ్దములో వ్రాయబడినవి అని గాని నిశ్చయించుటకు ఆ రచనలయందు గన్నట్లు ఆంతర ప్రమాణములు బొత్తిగా వీలీయవు.



జేబిర్ రచనా సంచయమందు గన్పట్టు మౌలికభావము లన్నిటికిని గ్రీక్ రసవాదుల మతములు, ఆరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతములు ప్రతికృతులు. జేబిర్ ద్రవ్య రచనా సిద్ధాంతము ఉష్ణత, శైత్యము, తేమ, అనార్ద్రత అను ఆరిస్టాటిల్ తత్త్వములపై ఆధారపడి యున్నది. ఈ నాల్గింటిలో నొక రెండు ధాతు ఘటకములుగా పేర్కొనబడినవి. ఈ ఘటకములే ఆ ధాతువుల ధర్మములను నియంత్రించును. ఇవి బాహ్యధర్మములు. ఇవిగాక ప్రతి ధాతువును తక్కిన రెండు గుణములను ఆంతర ధర్మములుగా స్వీకరించును. మాటకు, బంగారపు బాహ్యధర్మములు ఉష్ణత, ఆర్ద్రత; ఆంతర ధర్మములు శైత్యము, అనార్ద్రత. ఈ చివర రెండును వెండియొక్క బాహ్యధర్మములు. వెండిని బంగారముగా మార్చుటకు దానికి ఆంతర ధర్మములను సమకూర్చవలెను. ఈ పని 'ఎలిక్సిర్' (అమృత ద్రావకము) సహాయమున జరుగును. ఈ ఎలిక్సిర్ ప్రసంగము గ్రీక్ రసవాదమందు కానము. ఇది చైనీయ రసవాదులచే తరుచుగా పేర్కొనబడినది (చూ. చైనీయ రసవాదము: పు. 70). అందువలన అరబ్బుల రసవాదము ప్రాచ్యప్రతీచ్య రసవాద భావముల సంమేళన మని చెప్పవచ్చును.

ఈ రెండు రసవాద వ్యవస్థలనుండి ఉత్పన్నమైన విరుద్ధ ధర్మ సిద్ధాంతము జేబిర్ రచనలలో కూడ కానవచ్చును. కాని ఇక్కడ ఘటకములు పై జెప్పిన మౌలిక ద్రవ్య గుణములు కావు; అవి రసము, గంధకము. ఈ జేబిర్ సిద్ధాంతము బోయిల్ కాలము వరకు ప్రచారములో నుండెడిది.

అమృత ద్రావకమును సాధించుటలో వృక్ష, జంతు ద్రవ్యముల ఉపయోగము ఎక్కువగా జేబిర్ రచనలలో కన్పట్టును. తక్కిన అరబ్బీ రసవాద గ్రంథములందువలె జేబిర్ సంచయమునకు చెందిన గ్రంథములందు కూడ నవాసారమున కెక్కువ ప్రాధాన్యము ఈయబడినది. దీని పర్షియన్ నామము 'నుషాదుర్'. దీనివలన అమోనియమ్ లవణముల తొలి ప్రభవ స్థానము పర్షియా దేశమని గ్రహించవచ్చును.

ఆరిస్టాటిల్ ద్రవ్యరచనా సిద్ధాంతమందు ద్రవ్యఘటకములుగా నిరూపించబడిన అమూర్త తత్త్వములు ఉష్ణత, శైత్యము, ఆర్ద్రత, శుష్కత జేబిర్ రచనలలో ద్రవ్యము నుండి వేరుచేయుటకు వీలగు మూర్త ద్రవ్యములుగా మారినవి. అందువలన వేరువేరు సంయుక్త ద్రవ్యములలో ఈ ఘటక ద్రవ్యముల నిష్పత్తిని రసవాది నిర్ణయించి ఆ నిష్పత్తిని ఉచితముగ మార్చుటవలన ఇష్టద్రవ్యముల నిర్మాణమునకు ఉద్యమించవచ్చు నను నమ్మిక ఏర్పడినది.

నిష్పత్తిని మార్చుటకు సాధనములుగా రాసాయనిక ప్రక్రియానుశీలన ప్రారంభింపబడినది. గ్రీక్ రసవాదులు రసవాదక్రియలలో స్వేదన ప్రక్రియను విరివిగా వాడిరి. కాని ఈ ప్రక్రియ నుపయోగించి వృక్ష, జంతు తృన్నములైన ద్రవ్యముల మార్పులను వారు పరీక్షించలేదు. అట్టి ద్రవ్యముల విఘటనాత్మక స్వేదనమును జేబిర్ కావించెను. స్వేదన ఫలములుగా కొన్ని వాయువులు, దాహ్యద్రవ్యములు, ద్రవములు ఉత్పన్నములై కొనకు బూడిద మిగిలినది. ఈ ఫల ద్రవ్యముల ఉత్పత్తి, ఇదివరకే మన మెరిగినట్లు ఆరిస్టాటిల్ చాతుర్భౌతిక ద్రవ్యసిద్ధాంతముతో సమన్వయింపబడినది.

ఇట్లు స్వేదన ప్రక్రియను కొనసాగించు కొలది ద్రవ్యమును సంపూర్ణముగా ఘటకముల క్రింద విశ్లేషించ వచ్చునని విశ్వసించబడినది. అభ్యాసము విజయ ప్రాప్తికి హేతువు. ఇట్లొక ప్రయోగ సరణియందు నీరు ఏడువందల సార్లు మరల మరల స్వేదింపబడ వలసినదిగా ఉపదేశింపబడినది. మధ్య మధ్య శుష్కతత్త్వ ప్రధానములగు ద్రవ్యములను ఆ నీటితో కలిపి స్వేదన ప్రక్రియను జరిగించినచో చివరకు మిగులునది శుద్ధశీతల తత్త్వము. ఇట్లే తక్కిన ఘటక తత్త్వముల వేరుచేసి వాటిని ఉచిత నిష్పత్తిలో మరల కూర్చిన యడల ఇష్టద్రవ్యమును పొందవచ్చును. ఇట్టి ద్రవ్యపరీక్ష కంగములుగా అనేక ప్రయోగ పరికరములు కల్పింపబడినవి.

పై జెప్పిన విధమున సిద్ధము కావించబడిన శుద్ధతత్త్వములను రోగగ్రస్త అనగా నీచధాతువులకు చికిత్సా సాధనములుగా ఉపయోగించి, వాటిని పూర్ణ లేదా ఉత్కృష్ట ధాతువు (బంగారము)లుగా మార్చవచ్చును.

పై చెప్పిన దానివలన గ్రీక్ రసవాద సిద్ధాంతములు కన్న జేబిర్ సిద్ధాంతము ఎక్కువ ప్రయోగనిష్టము, నిశితము, సహేతుకము అని గ్రహింప వీలున్నది. ఇట్లే ద్రవ్యముల వర్గీకరణము కూడ జేబిర్ చేతులలో తర్కనైశిత్యమును, ఆలోచనా వైశద్యమును సమకూర్చుకున్నది. దీనికి కారణము జేబిర్ కు పూర్వమందున్న రహస్య సిద్ధాంత ప్రవణులగు రసవాదులవలెగాక జేబిర్ కాలపువారు ప్రయోగము నెక్కువగా ఆశ్రయించుట.

ద్రవ్యములు, సారములు అనగా అగ్ని సంపర్కమున సంపూర్ణముగా బాష్పీభవించునవి; ధాతుకాయములు ద్రవణశీలములు, కాయములు అనగా సుత్తి పెట్టున లేదా అద్రవణ శీలములు ముక్కలగునవి లేదా పొడి యగునవి అని ఖనిజములు మూడు వర్గములుగా విభజింపబడినవి.



ఇట్లు ప్రయోగ ఫలముల ననుసరించి ఖనిజములు, తక్కిన వస్తువులు హేతుబద్ధమైన వర్గీకరణమునకు విషయములుగా చేయబడినవి ; 'వర్గీకరణము' విజ్ఞాన వ్యవస్థాపనకు తొలిమెట్టు. అట్టి వర్గీకరణ విధానము అరబ్బీ రసవాదులలో ప్రతిభావంతులైన వారి ఉద్యమ ఫలము. మహమ్మదీయ రసవాద తేత్రమందు రెండవ ప్రసిద్ధ పురుషుడు 9 వ శతాబ్దమున జీవించిన అబూబక్ర మహమ్మద్ ఇబ్న్ జాకరియా, ఆల్ రాజీ, (రాజెస్ అని ఈ పేరునకు లాటిన్ సంక్షేపము). ఈతడు మహమ్మదీయ వైద్యులలో మహోన్నతుడు. ఈయన రచనలు ప్రచురముగా వైద్య విషయములైనను రాసాయనిక అనుశీలన యందీతనికి ఆదరము మెండు. రాసాయనిక శాస్త్రాన్ని శీలనకై, ఇదివరకు పరిపాటిలో లేని ప్రాయోగిక, సైద్ధాంతిక దృక్పథమును కల్పించినవాడితడు. రాసాయనిక విద్యను శాస్త్రముగా మలచిన వారలు ఈతని తరువాత మరి 500 ఏండ్లవరకు కానరాదు. ఈతడనేక రసవాద గ్రంథములను రచించెను. అందున "రహస్య రహస్య గ్రంథము" అనునది మిక్కిలి ప్రసిద్ధము. ధాతుపరివర్తనము సంభవమని విశ్వసించినను, ఆతని దృష్టి ఎల్లప్పుడును ప్రయోగమందే లగ్నమైఉండెడిది.

జేబీర్, ఆల్ రాజీ రచనలు వైశద్యమునకు, గూఢ రచనా రాహిత్యమునకు పేరు పొందినవి. వారి ప్రయోగ శీలత తక్కిన అరబ్బీ రసవాదులకు, తరువాతి పాశ్చాత్య రసవాదులకు మార్గోపదేశకము. వారి ద్రవ్య వర్గీకరణ పద్ధతులు, వారి ప్రాయోగిక విధానములు, వారి ఉపకరణములు తరువాతి రాసాయనికులకు అనుసరణీయములైనవి. ఈ రచయిత లిద్దరును ధాతు పరివర్తన సంభావ్యమని తలంచినను వారికి పూర్వమందుండెడి గూఢ రచయితలు దాని కిచ్చిన ప్రాధాన్యము వీరల రచనలయందు మృగ్యము.

కాని ఇట్టి పరివర్తనసంభావ్యతను సంశయించిన వాడొక ప్రసిద్ధ అరబ్బీ వైద్యశాస్త్రజ్ఞుడు కలడు; ఆయన పేరు ఆల్ హుస్సేన్ ఇబ్న్ అబ్దుల్లా ఇబ్న్ సినా. ఈ నామమును పాశ్చాత్యులు 'ఆవిసెనా'గా మార్చిరి. ఇస్లాము ప్రపంచపు ఆరిష్టాటిల్ అని ఈతనికి ప్రఖ్యాతి కలదు. ఈతని చికిత్సాపద్ధతి తరువాత ఆరు శతాబ్దముల వరకు ప్రాచ్య, పాశ్చాత్య వైద్య విద్యాపీఠములందు పఠనీయ పద్ధతిగా పరిగ్రహింపబడినది. ఆతని రాసాయనికానుశీలన ఫలములు 'కితాబ్ ఆల్ పీఫా' అను గ్రంథమందు సంగ్రహించబడినవి; ఇందు భౌతికశాస్త్ర భాగమందు ఖనిజముల వర్గీకరణము వర్ణించబడినది. రాళ్లు, ద్రావ్య ద్రవ్య

ములు, గంధకములు, లవణములు అను వర్గములు కల్పించబడినవి. ధాతువులు అగ్ని సంస్కరమున ద్రవీభవించి పాదరసమును పోలియుండును; కనుక ధాతు రచనలో పాదరస మొక ప్రధాన ఘటకము అను అభిప్రాయమును ఈతడు వెలిబుచ్చినాడు. ఇట్టి తర్కశాస్త్ర ప్రవణుడగు ఈతని ధాతు పరివర్తనను గురించిన సందేహము పశ్చిమ దేశములకు ప్రాకి రసవాదపు తరువాతి అభివృద్ధిపై తన ప్రభావమును నెరపినది.

ఇదివరకు పేర్కొనబడిన అరబ్బీ రసవాదులు మహమ్మదీయ ప్రాచ్యరాజ్యాధ్య ఖండమునకు చెందినవారు. వారలలో ఆల్ రాజీ వంటి పర్షియన్ లనేకుల ప్రభావముచే గ్రీక్ విజ్ఞానము ప్రాయోగిక రసవాదముతోపాటు పర్షియానుండి విదేశములకు వ్యాపించినది. మున్ను గూఢ రచనా భూయిష్టమైన రసవాదము ఈజిప్టులో వృద్ధి గాంచినది. పదియవ శతాబ్దమున రసవాదము పెంపుకన్న తరువాత త్వరలో అది స్పెయిన్ దేశమున వ్యాపించినది. అచ్చట మూర్ జాతికి చెందిన రసవాదులు ప్రబలిరి.

గ్రీక్ భౌతిక, గణితశాస్త్ర రచనలు 10 వ శతాబ్దపు చివరను స్పెయిన్ దేశమును ప్రవేశించినవి. జేబీర్, ఆల్ రాజీ గ్రంథములు కూడ ఆ కాలముననే స్పెయిన్ దేశమును జొచ్చియుండవచ్చును. మూరిష్ రసవాదులలో ఖగోళ శాస్త్ర నిష్ణాతుడగు మస్రామా ఆల్ మజ్రీతీ (మరణము క్రీ.శ. 1007) అగ్రగణ్యుడు. ఈతని రచనలయందు ప్రయోగము తులాయంత్రమును గ్రహించినది. పాదరసమును మూత పెట్టిన పాత్రయందు నాలుగు రోజులు వేడిచేసిన తరువాత, చివరకు మిగిలినది 'రససిందూర' మని ఈతడు కనుగొనెను. ఈ ప్రయోగ విషయమున పాదరస భారమిసు మంతయైన మారలేదను ఈతని ప్రత్యవేక్షణ రాసాయనిక శాస్త్ర శరీరమునకు ప్రాణపదమగు ద్రవ్యరాశి నిత్యతానియమమును, 18 వ శతాబ్దమున స్థాపించిన లావ్వాజ్యే (1743-94) ప్రయోగమును ఆకాంక్షించినది. ఈ సందర్భమున ఆల్ జిల్డాకి అను ఇంకొక అరబ్బీ రసవాదుని "ప్రకృతి తులాయంత్రమును చేత గ్రహించి సృష్టికి కడంగినది" అను ఉక్తి ఎంతయు ఆశ్చర్యావహమైనది. ఇట్టి అభిప్రాయములు, అరబ్బీ రసవాదులలో అనేకులు క్రమముగా ద్రవ్యఘటకముల పారిమాణిక పరీక్షపై తమ శ్రద్ధను కేంద్రీకరించు చుండిరను విషయమును మనకు తెలియజేయుచున్నవి.

11 వ, 12 వ, 13 వ శతాబ్దములలో అనేక రచయితలు, వారి గ్రంథములు, ఇదివరకున్న గ్రంథముల వ్యాఖ్యలు, వెలువడినను 10 వ శతాబ్దపు రసవాదులు నెలకొల్పిన



రసవాదజ్ఞాన నిధికి కొంచమైన అతిశయమును తెచ్చిపెట్టిన వారులేరు. ఈ శతాబ్దములలో మహమ్మదీయ రాజ్యము లందు మతాభినివేశ మెక్కువై, రచనలు మరల గూఢ మార్గమును త్రొక్క నారంభించినవి. దీనికి కారణము రాసాయనిక శాస్త్రాచార్యులైన శాస్త్రమార్గమును త్యజించుటయే. అదిగాక మహమ్మదీయ శాస్త్రాన్వేషణ దాని పీఠ్యమును కోలుపోయినది. శాస్త్రనేతృత్వము చేతులు మారినది. అదృష్టవశమున ఇంతకు పూర్వము గ్రీకుల శాస్త్రీయ భావములను స్వీకరించుటకు సిద్ధముగా లేని యూరప్ ఖండపు ప్రతీచ్యము అరబ్బులచే అందించబడిన ఆ భావములను ఆమోదించినది. ఇట్లు శాస్త్రీయ సంప్రదాయము విచ్ఛిన్నము కాకుండ నిర్వహించిన కీర్తి అరబ్బులది. కాని ఇది ఒక్కటే వారి నిర్వాహము కాదు. ఇవతల ఆలిగ్నాండియా, అవతల చైనా నాగరికతల నుండి వీరికి సంక్రమించిన భావములను ఐక్యము గావించి రసవాదము నకును, రస-గంధక-ధాతు సిద్ధాంతమునకును ఒక నూతన ప్రతిష్ఠను సంపాదించి పెట్టిరి. అమృత ద్రావక భావమును, స్పర్శమణి (స్పర్శవేది) భావమును విశదపరచుటయేగాక బహుళః చైనీయ సిద్ధాంతముల నాశ్రయించి స్పర్శమణి ధాతువులకు చికిత్సగా కాక, మానవ శరీరములకు కూడ ఆమయశామకముగ ఆచరించునని తెలియ చేసిరి. ప్రాయోగిక క్షేత్రమందు వారు నవాసార ధర్మముల నవేక్షించిరి; తీక్షణతరముల సిద్ధపరచిరి; జంతూత్పన్నమైన ద్రవ్యముల ధర్మములను, రాసాయనిక శాస్త్రమునకు వాటి ఉపయోగమును నిరూపించిరి. విఘటనాత్మక స్వేదన-ప్రక్రియను ప్రయోగ సరణియందు ప్రవేశపెట్టి, వివిధ ధర్మములను చరమ ఘటకముల క్రింద విశ్లేషింపయత్నించిరి. వారి ఖనిజ వర్గీకరణము తరువాత యూరప్ లో ప్రచారమును గన్న ద్రవ్య వర్గీకరణ పద్ధతులకు వరువడి పెట్టినది. ఇట్లు ఇదివరకు సాధించబడిన దానికన్న, రాసాయనిక శాస్త్రమునకు అరబ్బి రసవాదము ఎక్కువ సేవచేసి శాస్త్రాభివృద్ధికి అపార దోహద మొనరించినది.

11-13 శతాబ్దములమధ్య జీవించిన మహమ్మదీయ రసవాదులలో గణనీయులు లేరు. వీరు కేవలము గతానుగతి కులు. 13 వ శతాబ్దము తరువాత మహమ్మదీయ రసవాదాచార్య పరంపర అంతమైనది. ఏలన, ఈ కాలమున మహమ్మదీయుల విద్యాకుతూహలము బొత్తిగా సన్నగిల్లెను. ప్రాచ్యరాజ్యమున బాగ్దాద్ నందలి కలీఫా మహాసామ్రాజ్యము విచ్ఛిన్నమై, చిన్నచిన్న స్వతంత్రరాజవంశములు బయలుదేరినవి. ఇట్టి రాజకీయ పరిస్థితులలో విద్యలకు ఆలంబనము చిక్కలేదు.

స్పెయిన్ దేశములో మహమ్మదీయ సంస్కృతి మరి కొంతకాలము నిలచియున్నది. కాని, ఇక్కడ కూడ కార్థోవాయందలి కలీఫా సామ్రాజ్యము ముక్కలై స్వతంత్ర రాజవంశము లేర్పడిన తరువాత మహమ్మదీయులు పరిసర క్రైస్తవరాజులకు లొంగిపోయిరి. 1200 తరువాత రాసాయనిక శాస్త్రములో మహమ్మదీయుల వలన తమకు సంక్రమించిన శాస్త్రజ్ఞానమును వారికన్న హెచ్చుగా పెంపొందించినవి స్పెయిన్, ఫ్రాన్స్, ఇంగ్లండు, జర్మనీ, ఇటలీ మున్నగు క్రైస్తవ దేశములు. తరువాతి రాసాయనిక శాస్త్రచరిత్రను పరామర్శించుటకు మన దృష్టిని ఈ క్రైస్తవ రాజ్యములవైపు మరల్చవలెను. ఈ విషయము యూరప్ లో 'రసవాదము' అను శీర్షిక క్రింద సవిస్తరముగా తెలుపబడినది.

### భారతీయ రసవాదము

రాసాయనమునకును, రాసాయనిక శాస్త్రమునకును మాటల పోలిక ఉండుటయేకాక, రాసాయనమును తయారుచేయుటకు ఉపయోగించుటవలన, జ్ఞానభాగమునకు రాసాయనిక శాస్త్ర మని పేరు వచ్చినది.

తరువాత తాంత్రిక యుగములో (13 వ, 14 వ శతాబ్దములు) రాసాయనశబ్దము రసమును, తక్కిన ధాతువులను వాడుకచేయుట అను అర్థములో వాడినట్లు కనబడును. ఆనాటి రసవాదగ్రంథములలో ఈ విద్యకు రాసాయన విద్య, రసవాదము అని పేర్లు.

యూరప్ ఖండములో మధ్యయుగములో రాసాయనిక శాస్త్రము చికిత్సాశాస్త్రమునకు అంగముగా వృద్ధిపొందినది. భారతదేశములోకూడ మొదటినుండి, చికిత్సా శాస్త్రమున కంగముగా నుండినప్పటికిని రాసాయనిక శాస్త్రము యోగశాస్త్రముతో జట్టు కావించుకొని తంత్ర శాస్త్రముగా పరిణమించినది. రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞానాభివృద్ధికి తంత్రశాస్త్రము లెట్లు కారణములైనవో తెలిసికొనుటకు 'రసార్ణవ' మను గ్రంథము మన కుపకరించును. ఈ గ్రంథము రసము, దాని యోగికములు-వీటి ప్రాశస్త్యమును వర్ణించునది.

రసవాదమునకు యోగశాస్త్రముతో కలిగిన ఈ పొత్తు, 11 వ శతాబ్దమునాటికే దృఢబద్ధమైన దన్న విషయము మహమ్మద్ ఘజ్నీకి సమకాలికుడైన ఆల్బరూసీ అను చరిత్రకారుని 'ఇండియా' అను గ్రంథము వలన మనకు తెలియవచ్చినది. తాంత్రిక సంప్రదాయమునకు సంబంధించిన రసవాద గ్రంథముల సంఖ్య అపరిమితమైనది. వీటివలన తంత్రశాస్త్రము దర్శనములలో స్థానమార్జించుకొనినంత



ప్రాముఖ్యమును సంపాదించినది. మొదటి బుక్కరాయని సచివోత్తము డగు మాధవాచార్యుడు 'సర్వదర్శనసంగ్రహ' మను తన గ్రంథములో సంగ్రహించిన పదునెనిమిది దర్శనములలో 'రసేశ్వరదర్శన' మను శీర్షికను, అప్పటికే ఉత్తమ గ్రంథములని ప్రసిద్ధిగన్న 'రసార్ణవము', 'రసేశ్వర సిద్ధాంతము', 'రసహృదయము' మొదలగు గ్రంథముల నుండి పెక్కుశ్లోకములను ఉదాహరించి రసవాదమును ప్రత్యేకదర్శనముగా వివరించెను.

ఇట్లు తంత్రశాస్త్రములవలన ప్రయోగప్రాచుర్యమును పొందిన రసాషధములు, 'చరకము', 'సుశ్రుతము', 'వాగ్భటము' అను ఆయుర్వేద గ్రంథములలో వివరించిన ప్రత్యేక మూలికల చికిత్సాసంప్రదాయమును త్రోసిరాజనిపించినవి. 11 వ శతాబ్దమున 'సుశ్రుతమునకు' వ్యాఖ్యానమొనరించిన చక్రపాణి తన పేరుగల వైద్యగ్రంథమందు, అనేక రసాషధములను తాను చికిత్సలో ప్రవేశపెట్టినట్లు చెప్పుకొనినాడు. రసము, ఇతరధాతువులు - వాటి యౌగికములు శాహాటముగా వాడుకలోనికి వచ్చినతరువాత రాసాయనిక శాస్త్రానుశీలనమునకు అమితమగు ప్రోత్సాహము లభించినది. 11 - 14 శతాబ్దముల మధ్య తంత్రశాస్త్రజ్ఞులలో రసవాదమును, దానితోపాటు రాసాయనిక శాస్త్రమును వృద్ధిపొందించినవారలలో గోవిందభిషువు, సోమదేవుడు, నాగార్జునుడు, రామచంద్రుడు, స్వచ్ఛందభైరవుడు పేరుకన్నవారు. నేటికిని వీరల నామములు భారతీయ రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞానమునకు ఊతకరలు. వీరిలో నాయకమణియగు నాగార్జునుడు 'రసరత్నాకర' మను తన గ్రంథములో నొకచోట ఇట్లు పార్వతిని సంబోధించినాడు: "ద్వాదశాని చ వర్షాణి మహాశ్లేశః కృతో మయా । యది తుష్టాఽఽసి మే దేవి ! సర్వదా భక్తవత్సలే ! దుర్లభం త్రిషు లోకేషు రసబద్ధం దదస్య మే ॥"

"నేను పండ్రెండేండ్లు కఠోరపరిశ్రమ చేసితిని. అందు వలన ఓ దేవీ! నీవు సంతుష్టురాలవే అయినచో, మూడు లోకములలో దుర్లభమైన రాసాయనిక జ్ఞానమును నాకు ప్రసాదింపుము."

### చైతీయ రసవాదము

అలిగ్జాండ్రయాలో తొలిని రసవాద ప్రాదుర్భావము నుత్తేజించిన శిల్పకళ, దర్శనముల సమ్మేళనము అంత కన్న కొంచము ప్రాచీనముగ చైనాదేశమందు కూడ రసవాదవిచ్ఛామునకు పేతువైనది. దూరప్రాచ్యమందు ఈజిప్టుదేశమందు కన్న రసవాదము భిన్నరూపమును దాల్చినను, ప్రాచ్యప్రతీచ్య రసవాదాభ్యాసముల అనూన

సాదృశ్యము ఎవరినుండి జ్ఞానము ఎవరికి సంక్రమించినదో అను విషయమును గురించి చారిత్రకులమధ్య ఎడతెగని వివాదములకు ఆలవాలమైనది. ఈ వివాద నిర్ణయమునకు తగు చారిత్రక సామగ్రిలేదు. కాని ఏది ఎట్లున్నను, ఈ రెండు (ఈజిప్టు, చైనా) సంస్కృతులమధ్య పరస్పర విజ్ఞాన వినిమయ ముండెడిది అని మనమూహించుట కవకాశమున్నను మొత్తముమీద చైనా, ఈజిప్టుదేశములలో రసవాదము స్వతంత్రముగా అభివృద్ధి నొందినట్లు మనము గ్రహించవచ్చును.

చైతీయ పారిశ్రామిక కళలు తొలినుండి రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞానమును ఆధారముగా గొనినవి. ధాతువులలో రాగి, బంగారము, వెండి చైతీయులకు చిరపరిచితములు. ఈజిప్టు, మెసపొటేమియా నాగరికతలలో బంగారమంతగా దొరికియుండలేదు. తక్కిన ప్రధాన ధాతువులు క్రీ. పూ. 4 వ శతాబ్దమునాటికే చైతీయులకు విదితము. రసవాదులకు ఆదరణ పాత్రములగు సీస, రసలవణములు చైతీయ రసవాదులచే ఖనిజములనుండి సాధించబడినవి.

ఇంతేగాక చైతీయులు చిరకాలమునుండి దార్శనిక దృష్టి కలవాటు పడినవారు. చాలకాలము క్రిందటనే గ్రీక్లు, భారతీయులవలె వారొక పాంచభౌతిక ద్రవ్య రచనా సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిరి. వీరు గుర్తించిన ద్రవ్యపుటకములు - ధాతువులు, కర్ర, భూమి, నీరు, నిప్పు. ఇదిగాక ద్రవ్యములందు కన్పట్టువిరుద్ధ ధర్మములకు కారణములుగ యిన్, యాంగ్<sup>1</sup> అను రెండు పరస్పర విరుద్ధ తత్త్వములు పేర్కొనబడినవి. ఇట్టి సిద్ధాంతమును గ్రీక్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడగు హెరాక్లైటస్<sup>2</sup> చే ప్రకటింపబడినను, చైనాదేశమందు ఈ యిన్, యాంగ్ భావము అమితమైన వృద్ధిని కన్నది. యిన్ స్త్రీతత్త్వము; యాంగ్ పుంస్తత్త్వము. ఈ భావములు చైతీయ టావో మతములో వాటిసంపూర్ణ వికాసము నందికొనినవి టావో దర్శన<sup>3</sup> కాలమునాటికి చైనాలో రసవాదము జన సామాన్యమున ఎక్కువగా వ్యాపించినది. మధ్యయుగములో నది, యూరప్ లో నైనట్లు వంచనాపూరితమైనది. క్రీ. పూ. 144లో కృత్రిమ స్వర్ణమును చేసెద మని ప్రకటించువారలకు కఠినశిక్ష సార్వభౌమునిచే విధించబడినది. క్రీ. శ. 51లో ఒకగొప్ప న్యాయాధికారి, సార్వభౌముని మ్రోల బంగారము చేసెదనని ప్రతినగావించి విఫలయత్నుడయ్యెను.

1. దర్శనములు మతములు సంపుటము, పు. 399.

2. Ibid 379.

3. Ibid 434.



అప్పటినుండి రసవాద ప్రయోగాభ్యాసము కొంత వెనుక బడినను బొత్తిగా అంతరించలేదు. క్రీ. శ. 142 ప్రాంతములో వై-పో-యాంగ్ రచితమైన 'ట్యాన్ టూంగ్ చీ' అను గ్రంథము వెలువడినది. ఇది చాల ముఖ్యమైన రసవాద గ్రంథము. ఇంకొక గొప్పగ్రంథము కోహంగ్ (281-331) వ్రాసిన 'పాఓ-పూ-టూస్' ఇది నాటి చైనీయ రసవాదమును సమగ్రముగా వర్ణించిన గ్రంథము.

చైనీయ రసవాద వాఙ్మయము రెండు పాయలుగా ఉన్నది. 1. నీచ ధాతువులను బంగారముగా మార్చుటను వర్ణించు గ్రంథములు; 2. ఈ బంగారమునుండి అమృతత్వమును సాధించుట కుపయోగించు విధానముల వర్ణించు గ్రంథములు. ఈ రెండవ ప్రయోజనము ఆల్కిమిస్ట్ రసవాదమందు కానము. కాని భారతీయ రసవాదము నందు తంత్రశాస్త్ర ప్రభావమున రసేశ్వరదర్శనమును పేర నిదిప్రధాన ప్రయోజనమై యుండెను.

యూరప్ లో రసవాద గ్రంథములందువలె చైనీయ గ్రంథములందుకూడ ప్రయోగ పరికరములు వర్ణించబడియున్నవి.

కాని యూరప్ సంస్కృతిపై రసవాదమున కుండిన ప్రభావము రాసాయనికశాస్త్ర ప్రాదుర్భావమునకు కారణమైనది. చైనా సంస్కృతి పురోగతిపై రసవాదము అట్టి ప్రభావమును నెరపకయే క్రమముగా దాని కదియే ఊహించినది.

భారతదేశము ద్వారా ప్రతీచ్యమునకు చైనాసంస్కృతితో సంక్రమించిన పొత్తు యూరప్ లో రసవాదమునందు అమృతద్రావ భావమును ప్రవేశపెట్టినది.

### యూరప్ లో రసవాదము

రసవాదవిజ్ఞానము 9 వ శతాబ్దము మొదలుకొని స్పెయిన్ దేశమునుండి ఉత్తరయూరప్ దేశములకు వ్యాపించినది. ఈ వ్యాపన తొలుత అప్పుడప్పుడు ఒక్కొక్క వ్యక్తివలన జరిగినదే కాని నిరంతరాయముగా జరిగినది కాదు. పండ్రెండవ శతాబ్దమునుండి స్పెయిన్ దేశమువచ్చి మహమ్మదీయ ఆచార్యులవద్ద విద్యనభ్యసించిన శిష్యులద్వారా రసవాదజ్ఞానము ఎడతెగకుండ ఉత్తర యూరప్ లోనున్న ఫ్రాన్స్, జర్మనీ, ఇంగ్లండు దేశములకు ప్రాకినది. 13 వ శతాబ్దమందు బహుమేధావులగు రసవాదులు బయలుదేరిరి. స్పెయిన్ లో రేమండ్ లల్లీ, ఫ్రాన్స్ లో ఆర్నోల్డ్ విల్లనోవా, జర్మనీలో ఆల్ బర్ట్ మాగ్నస్, ఇంగ్లండులో రోజర్ బేకన్ ప్రసిద్ధ రసవాదులుగా వన్నెకెక్కిరి. వీరందరును ధాతుపరివర్తన సాధ్య

మని నమ్ముటయేకాక, సాధించగలిగితి మనికూడ చెప్పుకొనిరి. కాని, వారి వ్రాతలలో పరివర్తనను సాధించుటకు వీలైన ప్రయోగసాధ్యమగు ప్రక్రియ లేవియును కానరావు. దీని అంతరార్థమేమనిన, వారు సాధ్యమగునని తలంచిన పరివర్తనమందు వారికిగల ఆశ వారిని మోసపుచ్చినది. సాధ్యమని వారు హృదయ పూర్వకముగా నమ్మిన పరివర్తనము సిద్ధించినట్లు వర్ణించిరి.

పదునాల్గవ శతాబ్దమున నాగరిక ప్రపంచమునంతయు రసవాదము ముట్టడించినది. భారత దేశమందుకూడ రసవాదము 14 వ శతాబ్దముననే తంత్రశాస్త్రముల ప్రభావమున అత్యున్నతిని గాంచినది.

రసవాద మీ రోజులలో ఈజిప్టునుండి అదృశ్యమై స్పెయిన్ లోకూడ ఊహించినది; కాని, ఆఫ్రికా ఉత్తర సముద్రతీరముల నంటిపెట్టుకొని 15 వ శతాబ్దమువరకు ఊగులాడినది. తురుష్కులు బైజాన్టీన్ రాజ్యమును ఆక్రమించుకొనినతరువాత (1453) అక్కడి రసవాదులుకూడ క్రమముగా నంతరించిరి.

ఉత్తరయూరప్ ఖండమును వ్యాపించిన రసవాదము మహామారివలె దేశమునంతను వశపరచుకొనినది. సామాన్యులు, సంపన్నులు, క్రైస్తవమతస్థులు, సార్వభౌములు అందరును రసవాదుల వలలోపడి వారి సంపదను, ప్రతిష్ఠను కూడ కోలుపోయిరి. ఇట్టి వంచనాపూరితమైన రసవాదము తన ప్రాభవమును కోలుపోయి అచ్చటచ్చట కొనఊపిరితో పొడసూపి 17 వ శతాబ్ద మంతమగుసరికి యూరప్ నుండి అంతరించినది.

చైతన్యరాసాయనికశాస్త్రయుగము : పైని చూపినట్లు రసవాదసంరంభము 17 వ శతాబ్దాంతమువరకు అచ్చటచ్చట దోచుచుండినను 16 వ శతాబ్దాదిని రాసాయనికశాస్త్రమింకొక త్రోవతోక్కినది; బంగారమును చేయు ప్రయత్నమును వీడి, వైద్యమున కుపకరించుటకు మొదలుపెట్టినది. అంతవరకు రాసాయనిక శాస్త్రాభ్యాసకులందరు రసవాదులే. అప్పటినుండి రాసాయనిక శాస్త్రమునకు వైద్యముతో పొత్తుకుదిరి, రాసాయనికశాస్త్రాభ్యాసము చికిత్సకులచేతిలో పడినది. ఇది రాసాయనికశాస్త్రమునకు పరమ లాభముగా పరిణమించినది. పలన ఆనాడు వైద్యవృత్తిని అవలంబించువారందరు సత్యశీలురు, ఉదారులు, మేధావులు సంస్కృతి సంపన్నులుగా ఉండెడివారు. అట్టివారు రాసాయనిక శాస్త్రప్రవర్తకులగుటచే రసవాదులవలె వంచనకు పోక సత్యాన్వేషణయందే బద్ధానురాగులై రసవాద శృంఖలమునుండి తప్పించి, రాసాయనిక శాస్త్రమును వైద్యమునకు విధేయముగా నొనర్చి సత్యవర్తనకు దారితీసిరి.



రాసాయనికశాస్త్రములో ఇట్టి అద్భుతమగు విపర్యయమును తెచ్చిపెట్టినవాడు 15 శతాబ్దాంతమున (1493) స్విట్జర్లాండ్ దేశములో జన్మించిన పారాసెల్సుస్ (1493-1541) అను మహాశయుడు. ఈయన గంభీరాకారమునకు తగిన ప్రజ్ఞకలవాడు. ఈయన పెట్టుకొనినపేరే ఈయన ఆటోపమునకు గురుతు : ఫిలిప్పస్ బారియోలస్ పారాసెల్సుస్ తియోఫ్రాస్టస్ బొంబాస్టస్ ఫాన్ హోపెన్ హైమ్. జేసెల్ యూనివర్సిటీలో వైద్యవిద్యను అభ్యసించి అందే ఆచార్యుడుగా పనిచేసినాడు. ఆ రోజులలో చికిత్సకులలో ఈయన అమృతహస్తాడను పేరును గడించెను. యూనివర్సిటీలో తన స్థానబలమును, కత్తిమొనవలె తీక్షణమగు తన వాగ్ధాటిని, ప్రతివాది నిరసనమందు తనకుగల ప్రతిభావిశేషమును ఉపయోగించి చికిత్సాసాధనములను తయారుచేయుటయే రాసాయనికశాస్త్రముఖ్యప్రయోజనమును అభిప్రాయమును ఉపదేశించి ఫలశూన్యమగు రసవాదమునుండి రాసాయనికశాస్త్రప్రవర్తకులను వైద్యమువైపు త్రిప్పినాడు. రాసాయనిక సంఘటన ఫలితమే జీవమనియు, శరీరము రసము, గంధకము, లవణముల రాసాయనిక సమ్మేళనమని ఈయనవాదము. ఈ మూడు శారీరక పదార్థముల సమనిష్పత్తి దేహరోగ్యమునకు కూర్చుననియు, వీటిలో వ్యత్యాసము కలిగినప్పుడుగాని, ఏదైన లోపించినప్పుడు కాని రోగము సంభవించుననియు, ఆ లోపము పూరించిన రోగము మట్లననియు ఈయన సిద్ధాంతము. అంతకుముందుపయోగములోనున్న మూలికలను, కషాయములను విడిచి అకర్పన లవణములను రోగనివారణకొరకు ప్రయోగించినవారలలో ఈయన ప్రథముడు. యూరప్ దేశపు వైద్యనిఘంటువులో రసమును, రసయాగికములను ప్రవేశ పెట్టినవా డీయనే. పారాసెల్సుస్ 1541 లో సార్జ్ బర్గ్ పట్టణములో మరణించెను. కాని, ఆయన ప్రభావము భూమిపై నిలచినది. హిప్పాక్రటీజ్, గాలెన్ వంటి ప్రాచీన వైద్యుల సిద్ధాంతములను ఖండించి తన స్వంతసిద్ధాంతమును స్థాపించెను. రాసాయనికప్రక్రియలకును, జీవప్రక్రియలకును గల సామ్యమును బోధించునట్టి ఈయన సిద్ధాంతము రాసాయనిక శాస్త్రమును చికిత్సాశాస్త్రమున కంగముగాచేసి, పాల్ ఏర్ లిక్ అను జర్మను మేధావి ప్రత్యేకముగా స్థాపించిన రాసాయనిక చికిత్సాశాస్త్రమునకు పునాది అని చెప్పవచ్చును.

ఈయుగములో వైద్యశాస్త్రముతో రాసాయనికశాస్త్రమునకు కుదిరిన పొందు రాసాయనికశాస్త్ర పరిణామమునకు హెచ్చులాభకారియైనది. ఔషధముల కుపయోగించు ద్రవ్యముల పారిశుద్ధ్యమందు వైద్యులకు గల పట్టుదల,

పరిశుద్ధవస్తు సాధనకు దోహదమొనర్చినది. ఏదేనిద్రవ్యము పరిశుద్ధముగా నుండిన కాని, దాని విలక్షణ గుణములను కనిపెట్టలేము. అందుకే ఈ యుగములో పెంపొందిన ద్రవ్య సంస్కార ప్రక్రియలు, పరిశుద్ధద్రవ్యముల సాధించి వాటి విశిష్ట గుణముల పరీక్షకు అత్యంతమైన అవకాశమును ఇచ్చినవి. రాసాయనికశాస్త్ర ప్రధానోద్దేశము ద్రవ్యగుణవివేకమని మనము జ్ఞాపకముంచుకొనినచో, రాసాయనికశాస్త్ర పురోభివృద్ధికి ఈ వైద్యరసాయనయుగ మెంత చేయూతనిచ్చినదో మనకు తెలియగలదు. ద్రవ్యగుణముల పరిశీలనమే గమ్యావధిగాగల విశ్లేషణ విధానము అన్నియు ఈ యుగములో వికసించుటకు ఆరంభించినవి.

పారాసెల్సుస్ తరువాత రాసాయనికశాస్త్ర ప్రవర్తకులు రెండు కక్ష్యలుగా చీలిపోయిరి. అందొకకక్ష్యవారు పారాసెల్సుస్ ను, ఆయన సిద్ధాంతములను అనుసరించినవారు. వీరివల్ల రాసాయనికశాస్త్రమునకు ఎన్నుకొనతగినంత ఉపకారమేమియు జరుగలేదు. రెండవకక్ష్యలోనివారు, ఒక ప్రసిద్ధ సంప్రదాయమునకు లోబడక స్వతంత్రముగా రాసాయనిక శాస్త్రమును అనుశీలించినవారు. వీరిలో చరిత్రానుసారముగ జార్జియస్ అగ్రికొల (1494-1555), జేసిల్ వేలెంటినస్, లై జేవియస్ (1540-1616), వాన్ హెల్మోంట్ (1577 - 1644) గ్లాబర్, యోహాన్ రుడాల్ఫ్ (1604 - 1668) అనువారలు అగ్రగణ్యులు. ఇందులో అగ్రికొల ధాతుసాధన శాస్త్రమునకు సృష్టికర్త. ఈయన జర్మనీదేశస్థుడు. రెండవ వాడైన జేసిల్ వేలెంటినస్ రచించినట్లు ప్రాచుర్యమును గన్న రచనలలో ఆంటిమోని (నీలాంజనం) ధాతువు, దానిని సాధించుట, దాని గుణములు వివరముగా వర్ణించబడి యున్నవి. లై జేవియస్ జర్మను అధ్యాపకుడు 'ఆల్కిమియా' అను రాసాయనికశాస్త్ర గ్రంథమును, ఆనాటి రాసాయనికశాస్త్ర జ్ఞానమునంతను క్రోడీకరించి 1597 లో రచించెను. ఈయనపేరు ఇప్పటికిని 'లై జేవియస్ డ్రావక'మను స్టానిక్లోరైడ్ నామములో నిలిచియున్నది.

వీరందరిలో శిఖామణివంటివాడు వాన్ హెల్మోంట్ ; ఈయన బెల్జియమ్ దేశపు వైద్యుడు. రసవాదమందు పక్షపాతము కలవాడు. రాసాయనికశాస్త్ర చరిత్రలో ఈయనస్థానము రసవాదము, రాసాయనిక శాస్త్రము వాటిపరస్పర సంబంధములను తెంపుకొని భిన్న మార్గములను పట్టినచోటు. రాసాయనిక సంఘటనలను రసవాదభావముల బోలికిపోక రాసాయనిక ద్రవ్యపరిణామములుగనే వివరించుటకు ప్రయత్నించినవాడు. దీనికొక దృష్టాంతముచే బోధపరచుకొన యత్నింతము. ఇనుప కత్తిని మైలతుత్తద్రావణములో కొన్నిక్షణములుంచినచో



కత్తిపై రాగిపొర యొకటి కాననగును. రసవాదులు ఈ సంఘటనను ధాతుపరివర్తనగా అనగా, ఇనుము రాగిగా మారుటయని వివరించినారు. వాన్ హెల్మంట్ అట్లు చేయక మైలతుత్తములో రాగి ఇమిడి ఉన్న దని కనిపెట్టి, సంయోగావస్థలో నున్న రాగియే, ఇనుము సంవర్కమున సంయోగమునుండి వీడి కత్తిపై పొరగా ఏర్పడిన దని ఈయన సహేతుకముగా నిరూపించెను.

ప్రకృతిలో తారసిల్లు వివిధవాయువులు (గాలికి) సామాన్య వాయువునకు రూపాంతరములే అని ఇదివరకు శాస్త్రలోకములోనున్న అభిప్రాయమునకు విరుద్ధముగా, ఈయన నీటియావిరి, కర్రను కాల్యగావచ్చు వాయువు, ఇనుముపై ఆప్లుములచర్యవలన ఉద్భవించు జ్వలనశీలమగు వాయువు గుణములలో అత్యంతభిన్నములని నిరూపించి, వాయువులు పలురకములు కలవని రుజువుచేసెను. వాయువునకు 'గాస్' అని ఈయన పెట్టిన పేరు ఇప్పటికిని రాసాయనికశాస్త్ర పరిభాషలో వ్యవహారములో నున్నది.

మొక్కలవృద్ధిని గురించి ఈయన కావించిన ప్రయోగ మొకటి చాలగణనీయమైనది. ఈయన ఒక విల్లోమొక్కను మట్టిగోలెములో పాతి, ప్రతిదినము దానికి నీరు పోయుచు దానిని తూచు చుండెడివాడు. కొన్నాళ్ళకు మొక్క పెరిగి అధికముగా తూగినది. మొక్క చూపిన ఈ అధికభారమునకు, మొక్క పెరుగుదలకును, కారణము తాను పోసిన నీటిభారమై ఉండవలసిన దని అభిప్రాయ పడినాడు. ఈ అభిప్రాయము, ఇదివరకు గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్ర ప్రారంభదశలో తేలిజ్ అను తత్త్వశాస్త్రజ్ఞుడు నీరు ప్రాథమిక సృష్టితత్త్వమని వెలిపుచ్చిన అభిప్రాయమును బలపరచునట్లు కనబడుచున్నది. నిజముగా మొక్కబరువునకు ఒక్కనీరు కారణముకాదనియు, పరిసర వాతావరణములో నున్న కార్బన్ డైఆక్సైడ్ కారణమనియు మనకిప్పుడు తెలియును. కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అని యొక ప్రత్యేక వాయువున్నట్లు రుజువు చేయగలిగిన హెల్మంట్, మొక్క పెరుగుదలలో ఆ గాలికిగల సంబంధమును గుర్తించలేక పోవుటచిత్రము. దీనికి కారణము మొక్క గాలిని జీర్ణించు కొనుటను కనిపెట్టుటకు అనుకూలమగు సాధన సామగ్రి అతని అందుబాటులో లేకపోవుటయే.

గ్లాబర్ పేరు మనకు గ్లాబర్ లవణము అను సోడియమ్ సల్ఫేట్ లవణములో నిలచిపోయినది. ఈయన వైద్యుడు ; రాసాయనికుడు. ఆప్లుములను ఊరములతో సంయోగింప జేసి అనేకమైన లవణములను తయారుచేసిన ప్రయోగ కుశలుడు. ఈయన చేతిలో లవణరాసాయనికశాస్త్రము చాల అభివృద్ధిని గాంచినది.

శరీరములో జరుగు ప్రక్రియలను రాసాయనిక కార్యములతో సమన్వయించి వివరించుట వైద్యరాసాయనికుల ముఖ్యోద్దేశమని ఇదివరకే తెలిపియుంటిమి. ఈ దృష్టిలో జీర్ణక్రియవంటి జీవప్రక్రియ లన్నియు కిణ్వ (అనగా గంజి మొదలైనవాటిని పులియబెట్టినప్పుడు జరుగు) క్రియ లను సిద్ధాంతము ప్రకటితమైనది. ఈ సిద్ధాంతము కేవలము శుష్కవాదముకాదన్న విషయము నేటి జీవరాసాయనిక శాస్త్ర పరిచితులకు తెలియును. జీవనిశ్శ్వసనమును, వైద్య రాసాయనిక యుగపు విజ్ఞులు జ్వలనముతో పోల్చిరి. ఇట్టి సాదృశ్య కల్పనము ఒకవైపు వైద్యమునకును, ఇంకొక వైపు రాసాయనికశాస్త్రమునకు మిక్కిలి ఉపకరించుటచే వైద్యరాసాయనికసంప్రదాయము తత్పూర్వపు రాసాయనిక సంప్రదాయములకన్న హెచ్చుకాలము మన్నినది. జీవ ప్రక్రియల రాసాయనిక వివరణములను స్థాపించు ప్రయత్నము అంతటితో ఆగక కేవలరాసాయనిక ప్రక్రియలకు వివరణమును వెతుకు ప్రయత్నముగా పరిణమించినది. జీవికి సంబంధించినను, నిర్జీవద్రవ్యమునకు సంబంధించినను, ప్రతి ప్రక్రియకును ప్రయోగకపూర్వకమైన వివరణ ఆవశ్యకమను అభిప్రాయము క్రమముగా స్థిరీకృతమైనది.

ఈ వైని పేర్కొనిన దృక్పథమునందలి మార్పు ప్రకృతి శాస్త్రవిషయములను స్వతంత్రముగా అనగా, అన్యశాస్త్ర నిరపేక్షముగా అన్వేషించవలసియున్న అభిప్రాయమునకు కారణమైనది. ఈ అభిప్రాయము 17 వ శతాబ్దప్రారంభములో రేకెత్తినది. మానవభోగోపకరణ సృష్టికై జ్ఞానమును వినియోగించక కేవల సత్యాన్వేషణయే జ్ఞాన సంగ్రహణప్రయోజన మను మతము ఈ కాలమునందే స్ఫుటమైనది. ఈ కాలమందే కెప్లర్ ను, గెలిలియోను, టారిసెల్లిని ఖగోళ, భౌతిక శాస్త్రాన్వేషణకు ప్రేరేపించిన కాలమహిమ రాసాయనిక శాస్త్రమందుకూడ కన్పట్టినది. కాలమానజ్ఞానావశ్యకత ఖగోళ సత్యాన్వేషణకును, యంత్రనిర్మాణావశ్యకత భౌతికసత్యాన్వేషణకును దారి తీసినట్లే, వైద్య రాసాయనికశాస్త్రయుగమందు సంగ్రహించిన ప్రత్యవేక్షణానుభవము తరువాతియుగమందు రాసాయనికశాస్త్ర స్వాతంత్ర్యస్థాపనకు చేయూత నొసగినది. దృక్పథమునందు జరిగిన ఈ మార్పునకు ఇంకొక ప్రబలకారణము కలదు. 16 వ శతాబ్దాంతమున యూరప్ ఖండమున అంకురించిన జ్ఞానపునరుద్ధరణయత్నము ప్రయోగానుభవాధారము లేని ఆరిస్టాటిల్ అనుసరించిన నిగమన తర్కపద్ధతి ప్రకృతిశాస్త్రసత్యములను అన్వేషించుటకు పనికిరాదన్న విషయమును నిరూపించినది. 13 వ శతాబ్దమునందే రోజర్ బేకన్ అను విజ్ఞుడు ప్రయోగముచే సమర్థింప



## రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

బడకుండ శాస్త్రనియమము నిలువనేరదని బోధించినను, అప్పటి లోక మీ ఉపదేశమును గ్రహించుటకు తగిన జ్ఞాన పరిపాకదశలో లేకపోవుటచే ఆయన ఉపదేశము ఊషర తేత్రమునందు వర్షమువలె అప్పటికి నిష్ఫల మైనది.

ఈ ఉపదేశమే మరల 17 వ శతాబ్ది ఆరంభమున ఇంగ్లండు దేశస్థుడగు ఫ్రాన్సిస్ బేకన్ మహాశయనిచే సవి వరముగను, సయక్తికముగను 'నోవమ్ ఆర్గానం' (నూతన పరికరము) అను ఉద్గ్రంథరూపమున పునరుద్ఘోషింపబడినది. శాస్త్రసత్యాన్వేషణకై ఈయన కావించిన ఉపదేశమును వ్యాప్తితర్కము అని అనవచ్చును.

ఈ పద్ధతిని వాడుకచేసియే కెప్లర్ గ్రహచలన నియమ ములను, గెలీలియో వస్తువుల నిరవరోధపతన నియమ

ములను స్థాపించగలిగిరి. ఈ పద్ధతి ప్రకారమే రాబర్ట్ బోయిల్ 17 వ శతాబ్దిమధ్యమున రాసాయనిక మూల ద్రవ్యరచనను నిర్వచించి రాసాయనిక శాస్త్రమునకు స్వతంత్రస్థానమును కల్పించినాడు. ఈ పద్ధతి వాడుకలో నుండి నేటికి 300 సంవత్సరములు గతించినవి. ఈ 300 సంవత్సరములలో అలవడిన శాస్త్రీయజ్ఞానము క్రీ. పూ. 600 క్రీ. శ. 1700 మధ్య మానవుడు ఆర్జించిన విజ్ఞానము కంటె అనేకరెట్లు పెరిగిన దని చెప్పవచ్చును. ఇందుకు కారణము వ్యాప్తి తర్కపద్ధతి ఉపయోగము. ఇట్టి మహా మహిమగల వ్యాప్తిగ్రహణపద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞాన సంపాదన కొరకు వినియోగించి, రాబర్ట్ బోయిల్ ఎట్లు రాసాయనిక జ్ఞానమునకు శాస్త్రత్వమును సంపాదించెనో మనమింకను తెలిసికొనవలసిఉన్నది.

## రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

రాసాయనిక శాస్త్రమందు శాస్త్రీయసత్యాన్వేషణ పద్ధతి అవతరించుటకు బోయిల్ ముఖ్య కారకుడు. ఆక్స్ఫర్డ్ యూనివర్సిటీకి చెందిన యొక సంఘమున పిన్నవయసుననే ఈయన సభ్యుడయ్యెను. ఈ సంఘమే తరువాత ప్రఖ్యాతిని గన్న 'రాయల్ సొసైటీ' గా మారినది. తన పరిశోధన ఫలితముల నన్నిటిని క్రోడీకరించి 1661 లో బోయిల్ 'స్కెప్టికల్ కెమిస్ట్' (సంశయాత్మక రాసాయనికుడు) అను గ్రంథమును ప్రచురించెను. అన్వేషకులయందు నూతనచైతన్యమును ఉత్తేజించు రాసాయనిక శాస్త్ర శంఖానినాదముగా ఈ గ్రంథమును మనము భావించవచ్చును. నూతనశాస్త్రీయ పద్ధతిని బోయిల్ విజ్ఞాన సత్యములను వెల్లడించుటకు వాడెను. అందులకు మూలద్రవ్యనిర్వచన సందర్భమున బోయిల్ కావించిన చర్చను మనము ఉదాహరణగా తీసికొనవచ్చును.

ఆరిస్టాటిల్ కాలమునుండియు వస్తుగుణములే వస్తు ఘటకములన్న అభిప్రాయము ప్రచారములో నుండెడిది. ఉదాహరణమునకు కారిన్యము, అద్రావ్యత, భారము మొదలగు గుణములు గల యొక రాతి ముక్కలో పై చెప్పిన గుణములే ఘటకములుగా నుండును. ఈ అభిప్రాయమునే మూర్తగుణ ఘటక సిద్ధాంత మందురు.

కాని మూర్తగుణములు లేదా తత్త్వములు ద్రవ్య ఘటకములన్న భావము రాసాయనిక శాస్త్ర శైశవ దశకు చాలినదియే. ఏలన ఇట్టి తత్త్వములే రసవాద యుగమునందు ధాతువుల ఘటకములుగాను, 17 వ శతాబ్దమందు వెలుగు జూచిన ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమందు

జ్వలన ప్రక్రియ వివరణగా దాహ్యద్రవ్యముల ఘటక ముగా ఫ్లోజిస్టాన్ తత్త్వమును అంగీకరించబడినది.

ఆనాటి వస్తు తత్త్వ విచార విధానము, రాసాయనికపు మార్పుల వివరణ అందరకును సుపరిచితము, సుబోధము గాను ఉండెడిది. ఒక ద్రవ్యమునుండి ఒక గుణమును తొలగించి దాని స్థానమున మరియొక గుణముండ జూచితి మేని నూతన ద్రవ్య మొకటి ఏర్పడును. ఈ దృష్టిలో అనావశ్యక గుణముల తొలగించి, వాంఛిత గుణముల ప్రవేశపెట్టితిమేని, ఒక ద్రవ్యమును వేరొకదానిగ మార్చ వచ్చును. వైకి చూచుటకు అతి సులభముగా కన్పట్టినను, ఈ విధానమును ప్రాయోగికముగ నిర్వహించుట సులభ మైన పనిగా కన్పట్టదు. ఏలన ఒక విశిష్ట గుణమును తొల గించి, వేరొక విశిష్టగుణమును ప్రవేశ పెట్టుటకు ప్రయ త్నించినపుడు తక్కిన ద్రవ్యగుణము లన్నియు దానితో పాటు మారుచుండునని అనేకసార్లు నిరూపించబడినది. ఉదా: రాగియొక్క ఎరుపురంగు పాషాణ సంపర్క మున తెల్లగా మారినపుడు ఆ రంగుతోపాటు రాగి యొక్క కారిన్యము, విశిష్టభారము, ద్రావ్యత మొదలగు మరికొన్ని గుణములలో కూడ మార్పు కన్పట్టును.

అదిగాక, గుణములు ఘటక తత్త్వములే యగుచో రెండు ద్రవ్యములు రాసాయనికముగా సంయోగించు నపుడు, తత్త్వములు నశించునవి కావు గనుక, ఫల ద్రవ్య మందు కారణ ద్రవ్య గుణముల సంకలిత ఫలమే కానబడ వలయును. అట్లుగాక ఆరంభక ద్రవ్యముల గుణము లన్నియు అంతరించి, వాటి స్థానమున ఫలద్రవ్యమందు నూతన గుణములు ఆవిర్భవించును. ఈ ప్రయోగ పర్యవ



సానము మూర్తగుణ సిద్ధాంతమునకు భంగము తెచ్చిపెట్టినది. అందువలన ద్రవ్యమునందు కలుగు మార్పులు ప్రతి నియతముగ ప్రయోగపథమందు పరీక్షించి, ఆ ప్రయోగ ఫలముల ఆధారముపై ఉపయోగ్యమగు సిద్ధాంతమును కల్పించవలసి వచ్చినది. ఈ నూతన సిద్ధాంత కల్పనావశ్య కత రాసాయనికుల బుద్ధికి తోచిన కాలముననే రాసాయనిక విద్య శాస్త్ర మార్గమున కాలుపెట్టినది.

ఈ సత్యమును సుస్పష్ట నిర్వచన రూపమున వ్యక్తపరచినవాడు రాబర్ట్ బోయిల్ (1627-1691). అందుకనియే ఈతడు నవీన రాసాయనికశాస్త్రపిత యను బిరుదమును ఆర్జించుకున్నాడు. హీనధాతువులను ఉత్కృష్ట ధాతువులుగా మార్చవలెనని రసవాదులు పెట్టుకొన్న విఫల ప్రయోజనముల వైపు దృష్టిని పోనీయక, బోయిల్ కేవల తత్త్వాన్వేషణ దృష్టితో ద్రవ్యములను ఇతర ద్రవ్యములతో రాసాయనికముగా ప్రతికరించనిచ్చి, ఆ ప్రతిక్రియ ఏ విధమున జరుగుచున్నదియు ప్రయోగ సరణిలో పరీక్షించ సమకట్టెను. ఈ రీతిని ప్రయోగమును నడపుటలో అతడు రాసాయనిక ద్రవ్యములలో కొన్ని సరళ నిర్మాణము గలవనియు, మరికొన్ని క్లిష్టతర రచన గలవనియు, సరళములగు ద్రవ్యముల సంయోగమువలన క్లిష్టతరమగునవి సిద్ధించు ననియు, మరల ఈ క్లిష్టతర ద్రవ్యముల నుండి ఉచిత విధానముల సహకారముచే సరళతర ద్రవ్యములు పొందవచ్చుననియు కనుగొనెను. ఇట్టి ప్రయోగ సహకృత పరీక్షా పర్యవసానముగ ద్రవ్యసంఘటనము గురించి ఆరిస్టాటిల్ చే ప్రకటితమైన భావములు, తత్త్వములు, బోయిల్ దృష్టిలో నిరుపయోగములని తేలినది. అందువలన ఆరిస్టాటిల్ తత్త్వములను, రసవాదుల తత్త్వములను బోయిల్ నిరాకరించి రాసాయనిక శాస్త్రాన్వేషిమతములో మూలద్రవ్యములను, ప్రయోగరీతిని సరళతర ద్రవ్యముల క్రింద విశ్లేషించ వీలులేని ద్రవ్యములని నిర్వచించెను.

ఇట్లుదూతమైన మూలద్రవ్యభావము ప్రాయోగికునికి సమంజసమని తోచినను, దార్శనికునికి సంతృప్తికరముగా లేదు. ఏలన దార్శనికుని బుద్ధి ఎల్లప్పుడు నానాత్వమును నిరాకరించి ఏకత్వమువైపు పరువెత్తును. సరళతర ద్రవ్యములలోనికి విడదీయబడనంతవరకు, ద్రవ్యములను మూలద్రవ్యములని భావించుట అతిలాఘవమే యైనను, ప్రపంచసృష్టికి ఆరంభకముగ మూలద్రవ్య నానాత్వమును అంగీకరించుట ఏకత్వదృష్టికై పాటుబడుచున్న చింతకునికి తలపోటుగా నుండెను. అంతేగాక ప్రకృత్యన్వేషకులలో అనేకులు దార్శనిక దృష్టిగల వారలగుటచే

రాసాయనిక మూలద్రవ్యము లన్నియు ఏదో ఒక అంతిమ ఘటకమగు చరమద్రవ్యమునుండి ఉత్పన్నములై ఉండవలయునన్న భావము తరచుగా తలయెత్తు చుండెను. బోయిల్ కూడ చరమద్రవ్యఘటక సిద్ధాంతమందు విశ్వాసము గలవాడే.

ఇట్టి ఆలోచన సంతానము కాలవాహినిలో అప్పుడప్పు డావిర్భవించిన సందర్భములన్నియు, నూతన పరిశోధనలను తేజించి ఉజ్జ్వల ఫల పర్యవసానముల స్థాపించినవి.

కాని ఏదో యొక ఊహానివిష్ట, అస్పష్ట ద్రవైకత్వ సిద్ధాంతమును మనము సందిడికొని ప్రయోగరూఢమైన బోయిల్ మూలద్రవ్య నిర్వచనమును చేవిడచుట వ్యవహార విరుద్ధమే యను భావమును పై చెప్పిన ఏకత్వాన్వేషణలన్నియు ప్రకటించినవి. కావున నేటికి మన కందు బాటులో నున్న సాధనముల సహాయముచే సరళతర ద్రవ్యములలోనికి విశ్లేషించుటకు వీలీయని ద్రవ్యము లన్నిటిని మూలద్రవ్యము లనుటయే ఉపపన్నతరము.

పై నిర్వచన దృష్టిలో ఇదివరకు విశ్లేషించబడుటకు వీలులేమిచే మూలద్రవ్యములని పరిగణింపబడినవి. తరువాత మరెప్పుడో అట్టి విశ్లేషణకు గురియై మూలద్రవ్య వర్గము నుండి బహిష్కృతము లగుటకు సంభావన లేక పోలేదు. వాస్తవికముగ నట్టి సందర్భము లెన్నియో సంఘటిల్లినవి.

ఇప్పుడు ఆరిస్టాటిల్ మూలద్రవ్యములతో బోయిల్ మూలద్రవ్యములను పోల్చి చూచినచో, ఈ రెండిటి మధ్య ఎంతేని వ్యత్యాస మున్నట్లు తోచకమానదు. ఏలన గ్రీక్ దార్శనికుని దృష్టిలో మూలద్రవ్యములన మూర్తగుణములు; బోయిల్ దృష్టిలో నవి ప్రకృతియందు సంభవించు ద్రవ్యరూపములు. కాని ఈ భేదము తగినంత నిశితముగ మొదట గ్రహించబడలేదు. ఏలన, ఆ మూల ద్రవ్యముల స్వభావము వాటి నిర్వచనమం దభివ్యక్తము కాలేదు. జలతత్త్వము జలద్రవ్యము, గంధకతత్త్వము గంధకము అనెడు తత్త్వ, ద్రవ్యతాదాత్మ్య భ్రాంతి రసవాద గ్రంథముల ముట్టడించినది. అందువలన తత్త్వముల నటుంచి సరళ అసంయుక్త ద్రవ్యముల మూలద్రవ్యములని బోయిల్ ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతము ప్రాతిఘట్యమున కంతగా గురికాలేదు. కాని బోయిల్ సమకాలీను లెవ్వరును రాసాయనిక భావప్రపంచమునందు బోయిల్ ప్రవేశ పెట్టిన నూతన భావములు విప్లవకారులని గుర్తించలేకపోయిరి.

బోయిల్ మూలద్రవ్యలక్షణను నిర్వచించిన వెంటనే వస్తువులలో ఏది మూలద్రవ్యమో, ఏది సంయుక్తద్రవ్యమో అని నిశ్చయించుటకు తగు ప్రయోగసామగ్రి అందు



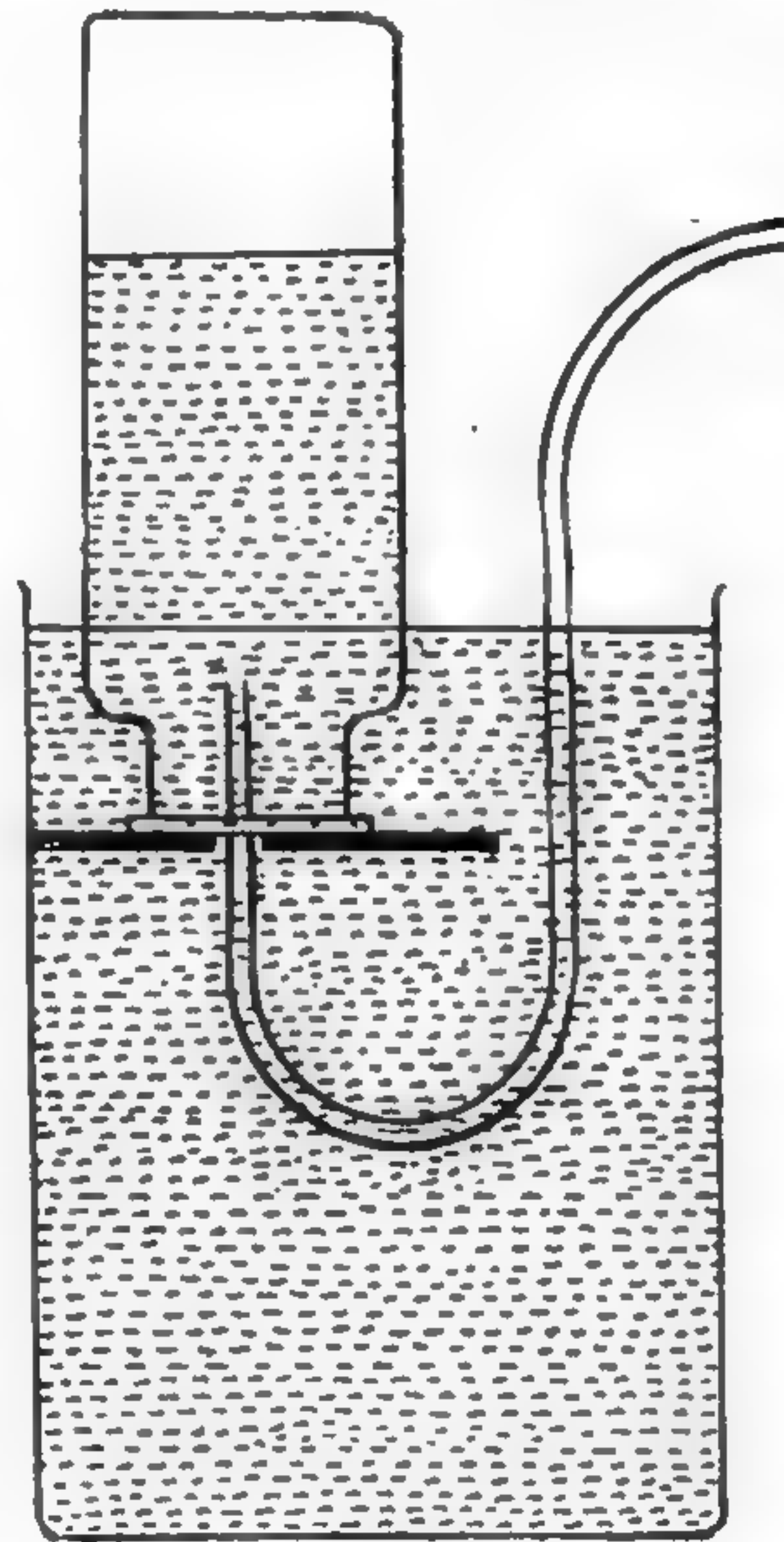
రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

బాటులో లేదు. అట్టి నిర్ణయమునకు వలయు ప్రయోగపద్ధతులను కొన్నిటిని బోయిల్ సేకరించగలిగెను. మూల ద్రవ్యముల లక్షణము నిస్సందేహముగ ప్రయోగాధారమున నిర్వహించవచ్చునను విషయమును నిరూపించ గలుగుటయే బోయిల్ యొక్క ప్రతిభ.

తరువాత నూరేండ్లకు లావ్వాజ్యే తన ద్రవ్యనిత్యతా నియమమును ఉద్ఘాటించిన పిమ్మట మూలద్రవ్యలక్షణకు ప్రతిష్ఠ చేకూరినది. రాసాయనికపు మార్పులందు పాల్గొను ద్రవ్యముల భారములందు తప్పక మార్పు లుండును. ప్రతి రాసాయనికపు మార్పునందును ఒక ద్రవ్యము అంశద్రవ్యములక్రింద విశ్లేషించుటయో, లేదా రెండుద్రవ్యములు యోగికద్రవ్యముగా ఏర్పడుటయో జరుగుచుండును. ఇట్టి విశ్లేషణకార్యమందు యోగికద్రవ్యము తక్కువ భారములు కల విడిద్రవ్యములుగాను, విడిద్రవ్యములు ఎక్కువ భారము కలిగిన యోగికద్రవ్యములుగాను మారును. కాని, ఒక రాసాయనికపు మార్పును మూసిన పాత్రలో జరిగించినచో అందు పాల్గొను ద్రవ్యముల మొత్తపు భారములో హెచ్చుతగ్గు లుండ వను విషయము సామాన్యముగా తెలియునట్టిది కాదు. ఈ నియమమును ప్రయోగపూర్వకముగా రుజువుచేసినవాడు లావ్వాజ్యే. ఈ భారనిత్యతా నియమమును ఆధారముచేసికొని, మూల ద్రవ్యముయొక్క లక్షణమును ఈ క్రిందివిధముగా నిర్వచించవచ్చును :

రాసాయనిక సంయోగమందు పాల్గొను మూలద్రవ్య మెప్పుడును రెండువిధములగు మార్పులను పొందగలదు. రాసాయనికపు మార్పునం దది పాల్గొనని పరిస్థితులలో అది మూలద్రవ్యముగా మిగిలిపోవుటయో, లేదా రాసాయనికపు మార్పునందు పాల్గొనినపుడు యోగికద్రవ్యముగా ఏర్పడుటయో సంభవించును. ఇంక మూడవరకపు మార్పు దురూహ్యము. మూలద్రవ్యము మార్పుచెందక మిగిలి పోయినపుడు దాని భారమునందు అణుమాత్రమును హెచ్చుతగ్గు లుండవు. అది యోగికద్రవ్యముగా మారిన పక్షమున దాని భారమునందు ఆధిక్యము ఉండుననుట స్పష్టము. ఉదాహరణ: బంగారమును గాలిలో కాల్చినపుడు అది ఏమార్పును చెందదు. దాని భారము మునుపటివలె నుండును. అట్లే ఒక తగరపుముక్కను కాల్చిన అది బూడిదరంగుగల భస్మముగా మారును. దాని భారము కూడ ధాతుస్థితిలోకన్న హెచ్చును. అందుకే, రాసాయనికపు మార్పునం దెల్లప్పుడు తన భారమును ఎక్కువ చేసికొనుటకేగాని, తక్కువచేసికొనుటకు ప్రయత్నించని ద్రవ్యమును 'మూలద్రవ్యము' (ఎలిమెంట్) అని పిలువవచ్చును.

రాసాయనిక శాస్త్రాభివృద్ధికి బోయిల్ చేసిన జ్ఞాన దానము అట్టి జ్ఞానమును శాస్త్రీయమార్గమున ప్రవేశపెట్టినది. బోయిల్ నుండి రాసాయనిక జ్ఞానము శాస్త్రముగా వృద్ధి పొందుట మొదలిడినది. అందుచే బోయిల్ రాసాయనిక శాస్త్ర మూలపురుషుడని పేరు పొందినాడు. ఇదిగాక బోయిల్ హైడ్రోజన్ ను, భాస్వరమును తయారు చేయుటకు వలయు విధానముల కనుగొనెను. భౌతిక శాస్త్రములలో ఈయన పేరు ఈయన కనుగొనిన వాయు ప్రవర్తన నియమముగా చిరస్థాయి అయినది. వాయువు ఆయతనము దానిపై అమలుచేయు ఒత్తిడితో విలోమముగా మారునని ఈ నియమపు సారాంశము. బోయిల్ చేసిన మూలద్రవ్యశాస్త్రీయ నిర్వచనము ఆయన సమకాలీనులగు శాస్త్రాన్వేషకులెవరికిని సాధ్యమైనదికాదు. కాని ఈ నిర్వచనము ఇతర శాస్త్రజ్ఞుల ఆమోదమును వెంటనే పడయలేదు. దానికి కారణము పైన వివరించినట్లు ద్రవ్యముయొక్క ద్రవ్యత్వమన నేదియో బోయిల్ సమకాలికులగు శాస్త్రాన్వేషకులకు తెలియక పోవుటయే.



గాలిహొట్టి

వాయువుల ప్రవర్తనను అన్వేషించుటయందు బోయిల్ ప్రారంభించినకృషి తరువాతి శతాబ్దములో అమితముగా ఫలించినది. బోయిల్ కు పూర్వము వాయువుల గురించిన విజ్ఞానమును సేకరించుటకు ప్రయత్నించినవాడు వాన్ హేల్మ్యాంట్ అను బెల్జియమ్ దేశపు విజ్ఞాని (1840). బోయిల్ తర్వాత వాయు స్వభావమును విరివిగా అన్వేషించినవారిలో మేయో (1849), స్టీ ఫెన్ పోల్స్ (1727), జోసెఫ్ బ్లాక్ మొదటివారు.

వాన్ హేల్మ్యాంట్ నకు పూర్వము వాయువు లన్నియు ఒకే వాయుద్రవ్యము యొక్క మార్పులని అభిప్రాయము ఉండెడిది. వాన్ హేల్మ్యాంట్ వాయువులయొక్క ప్రత్యేకతను ప్రాయోగికముగా తెలుసుకొనుటయేకాక వాయువులకు 'గాస్' అను ఒకజాతి నామమునుకూడ కల్పించెను. ఈయన గుర్తించినవి: 'గాస్ పింగ్వే' అను పేరుగల మండెడువాయువు; కర్ర మండునపుడు, పిండి



ద్రవ్యములు పులిసినపుడు పుట్టెడి వాయువు 'గాస్ సిల్వెస్టర్' (దారు వాయువు). ఈ వాయువులను నీరు మరుగునపుడు కల్గెడి ఆవిరికన్న భిన్నములుగా అతడు గుర్తించెను. ఈ వాయువుల సంగ్రహించు విధానము ఈతనికి తెలియలేదు. వాయువులను నిలువచేయు పద్ధతులు తెలియకపోవుటచే వాయుద్రవ్యావేశము ఫలవంతముగా సాగలేదు. స్టీఫెన్ హేల్స్ వాయువును సంగ్రహించుటకు ఒకసాధనమును కనుగొనిన తరువాత వాయు స్వభావమును గురించిన శోధనలు అమితముగా వృద్ధిచెందినవి. ఈ సాధనము ఇప్పుడు ప్రతివిద్యార్థియు తన ప్రయోగములలో వాడుక చేయు 'గాలి తొట్టె' (చూ. పు. 76).

నీటిలో మునిగి ఉన్న పింగాణీ అరను ఒక దానిని వాడుక చేసి ప్రిస్ట్లీ విజ్ఞాని హేల్స్ సాధనమును మరింత ఉపయోగకరముగా నొనర్చెను (చూ. పటము). అంతియే కాక వాయువును బంధించుద్రవముగా నీటికి బదులు పాదరసమునువాడి, నీటిలోకరగు వాయువులను సంగ్రహించుటకు ప్రశస్తమగు ఉపాయమును కల్పించెను. వాయుద్రవ్య శోధనయందు గల సమస్యలన్నియు పరిష్కారమగుటతో వానిని

గురించిన విజ్ఞాన సేకరణయు, అవి అనుసరించు నియమముల నిర్వచనమును సుసాధ్యము లయ్యెను.

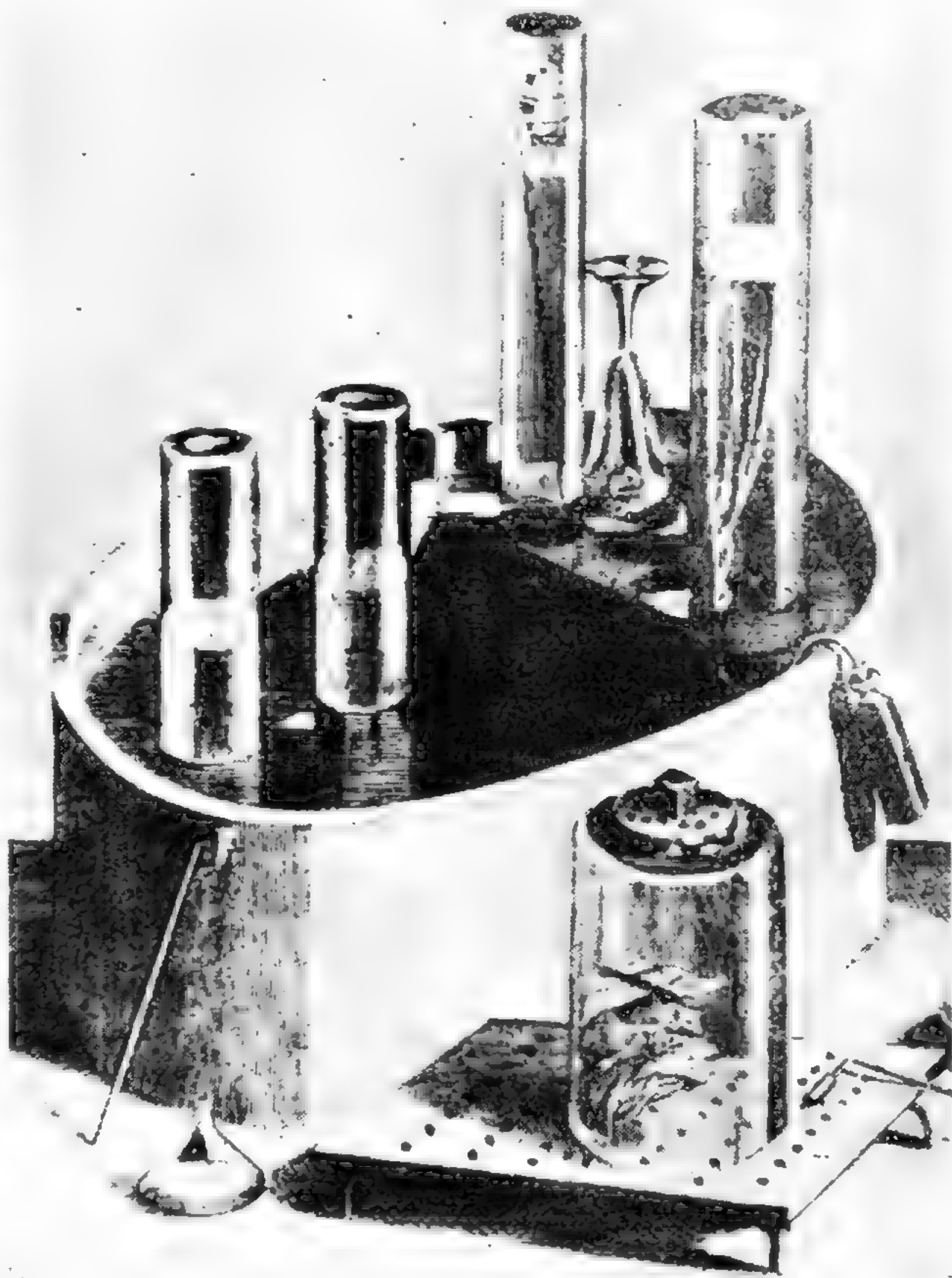
జ్వలన సిద్ధాంతములు : బోయిల్ నెలకొల్పిన శాస్త్రీయ ప్రణాళిక ప్రకారము ద్రవ్యములలో ఏవి సంయుక్తములో ఏవి అసంయుక్తములో కనుగొనుట ముఖ్య విషయము. ఈ విభజనకు పూర్వకాలమునుండి ఉపయోగములోనున్న సాధనము వేడి చేయుట. వేడివలన ద్రవ్యములు సాధారణ

ముగా విశ్లేషణ చెందునని ఒక నమ్మకము. ఈ నమ్మకము ననుసరించి ద్రవ్యములు వేడిచేయునపు డెట్లు మారుననునది ద్రవ్య స్వభావావేశములో ఒక ముఖ్యాంశము.

వేడిచేసినపుడు కొన్ని ద్రవ్యములు మండిమారుననియు, కొన్ని మారకుండ నిలచు ననియు తెలిసినది. మండునప్పుడు ద్రవ్యములు చెందు మార్పు రాసాయనికపు మార్పు అని నిశ్చయించుటకు ఆధారము, ఆ ద్రవ్యముల గణము లందలి ఆకస్మికమగు మార్పు ఈ మార్పు రాసా

యనికమని గుర్తెరిగిన వారిలో బోయిల్ ప్రథముడు. ఈ మార్పును శాస్త్రీయముగా వివరించుటకై బోయిల్ ప్రయత్నించెను. తత్తమైనపుడు ద్రవ్యము అగ్ని కణములతో సంయోగించునని బోయిల్ అభిప్రాయపడెను. ఈ యూహ వేడిమి ద్రవ్యమును ప్రాచీనుల అభిప్రాయము ననుసరించియున్నది. ధాతువు తత్తమై భస్మమగునపుడు దాని భారములో పెచ్చుకనిపించునను విషయమును ఉష్ణత ద్రవ్యమును సిద్ధాంతమును వాడుకచేసి, తత్తమగుచున్న ధాతుకణములు ఉష్ణతా ద్రవ్యకణములతో సంయోగించి భస్మముగా మారునని బోయిల్ విశదీకరించెను. ఉష్ణత ద్రవ్యమును

సిద్ధాంతము భ్రాంతి మూలకమని నవీనుల నిశ్చితాభిప్రాయము. ఈ దృష్టిలో బోయిల్ వివరణ సత్యదూరమే. అయినను, ఇట్టి మార్పుల అంతరార్థమును శాస్త్రీయ పద్ధతి నుపయోగించి ప్రాయోగికముగా తెలిసికొనుటకు ప్రయత్నించిన శాస్త్రజ్ఞులకు బోయిల్ ఆదిపురుషుడు. జ్వలనమందు జరుగు ఈ మార్పుల వివరణయే ఆధునిక రాసాయనిక శాస్త్రాభివృద్ధికి దారి తీసినది.



ప్రిస్ట్లీ గాలితొట్టె



బోయిల్ తరువాత జ్వలనవిధానమును వివరింప ప్రయత్నించిన వారిలో 'స్టాల్' అను జర్మను శాస్త్రజ్ఞుడు ముఖ్యుడు. తన ఆచార్యుడగు బెచెర్ సిద్ధాంతమును పునరుద్ధరించి ఫ్లోజిస్టాన్ (స్టోష) సిద్ధాంతమును పేర నొక వాదమును లేవదీసెను. మండెడు వస్తువులన్నిటియందును ఫ్లోజిస్టాన్ అను జ్వలనతత్వ మొకటి ఉండు ననియు, ఆ వస్తువులు మండునపుడు ఆ తత్వము వాటినుండి పైకి ఎగిరిపోవు ననియు స్టాల్ వాదమునందలి సారాంశము.

స్టాల్ ఈ వాదమును కేవల ఊహాధారముగా కాక ప్రయోగములచే సమర్థించుటకు ప్రయత్నించెను. మండుచున్న ద్రవ్యములనుండి ఫ్లోజిస్టాన్ పైకెగిరిపోయి ధాతు భస్మము మిగిలియుండును. బొగ్గు, నూనె మొదలగు ద్రవ్యములు నిశ్శేషముగా జ్వలించును. ఇట్టి ద్రవ్యములందు ఫ్లోజిస్టాన్ పాలు ఎక్కువ. ధాతువు భస్మముగా మారునపుడు దానినుండి వెలుపలికి వెడలిన ఫ్లోజిస్టాన్ తత్వమును భస్మమునకు బొగ్గు, నూనెవంటి ఫ్లోజిస్టాన్ పాలు ఎక్కువగా నున్న ద్రవ్యములద్యారా, తిరిగి చేకూర్చినచో, భస్మము తిరిగి ధాతువుగా మారుటకు అవకాశము కలదను ఊహ సిద్ధాంతమునుండి సమాకృష్టము. ఈ ఊహ సరియైనదో కాదో నిర్ధారణ చేయుటకు ప్రయోగమే శరణ్యము. ఈ ప్రయోగమును చేసి చూచిన పిమ్మట ఊహ నిజమని తేలినది. ఏలన, సీసభస్మమును బొగ్గుతో కలిపి కొలిమిలో ఊదినపుడు ప్రత్యక్షముగా భస్మము ధాతువుక్రింద మారినది. ఈ మార్పులు క్రింది సమీకరణములచే సూచించవచ్చును :

జ్వలనము :

ధాతువు → భస్మము + ఫ్లోజిస్టాన్ ↑

ధాతుసాధన :

భస్మము + ఫ్లోజిస్టాన్ (బొగ్గు) → ధాతువు.

సిద్ధాంతమునుండి సంపాదించబడిన ఊహ ప్రయోగముచే సమర్థింపబడినది ; కనుక, సిద్ధాంతము సత్యమనుటకు అడ్డులేదు. ఫ్లోజిస్టాన్ సిద్ధాంతమునకు శాస్త్రీయసిద్ధాంతముల యొక్క లక్షణము లన్నియు పట్టినవి. ప్రకృతియందు జరుగు ఏదేని ఒక మార్పును గురించి అనుభూతములగు విషయముల నన్నిటిని క్రోడీకరించి శాస్త్రకర్త ఒక నియమమును బయలుతీయును. జ్వలించు వస్తువుల ననేకములను పరీక్షించి, వాటియందలి మార్పులను పరిశీలించి, ఈ మార్పుల వివరణ కడంగునపుడు, శాస్త్రకర్త జ్వలించు వస్తువులను గురించిన తన అనుభవమును సంపుటికరించి ఒక నియమముగా సూత్రీకరించును. జ్వలించు వస్తువులు ఏ పరిస్థితులలో మండును? అను ప్రశ్నకు మండుట వాటిస్వభావము అని ఉత్తరమిచ్చుటకు బదులుగ, శాస్త్రకర్త మండు వస్తువుల

కన్నిటికిని ఒక సామాన్య గుణమును ఆరోపించును. అది జ్వలనతత్వమును కలిగియుండుట ; జ్వలించు వస్తువుల సామాన్యధర్మమిది. ఈ ధర్మము కారణముగా వస్తువులు మండును. జ్వలనానంతరము మిగిలిన ద్రవ్యము మరిమండదు కనుక, జ్వలనతత్వము భస్మమునందు లేదు. అందుచే జ్వలనతత్వము వస్తువు మండుటలో పైకెగిరిపోయినది. కనుక, ప్రతి మండు వస్తువునందును ఫ్లోజిస్టాన్ తత్వముండును. ఆ తత్వము మండునపుడు వస్తువునుండి బయటికి వెడలును అనునది అంగీకరించబడిన నియమము. కేవల ఫ్లోజిస్టాన్ పూరితములగు బొగ్గువంటి ద్రవ్యము సహాయమున, భస్మమునకు ఫ్లోజిస్టాన్ అందజేసినచో భస్మము ధాతువుగ మారవలెను. ప్రయోగము ఈ ఊహను పోషించినది. అందుచే సిద్ధాంతము సమర్థింపబడినది. శాస్త్రమందలి ప్రతి సిద్ధాంతమును ఈ క్రమము ననే నెలకొల్పబడును.

ఈ పైని వివరించిన ప్రకారము రాసాయనిక శాస్త్రము శాస్త్రసిద్ధాంత వేషము వేసికొనిన జ్వలనసిద్ధాంతములతో మొదలిడినది. ఏదైన శాస్త్రీయసిద్ధాంతము నిలచుటకు అందుకు సంబంధించిన తరువాతి పరిణామములు అడ్డుతగులకూడదు. అట్లయిన సిద్ధాంత మంతరించును. ఇట్టి వ్యతిరేక పరిణామమునకు కూడ జ్వలనసిద్ధాంతమే దృష్టాంతము.

ఆదినుండి ఫ్లోజిస్టాన్ వాదుల నెదిరికొనిన క్లిప్ట సమస్య, ధాతువులు భస్మమగునపుడు వాటి భారమునందలి పెచ్చు, ఉష్ణత ద్రవ్యమును వాదములో భస్మముల అధిక భారమును వివరించుట సులభము. ఉష్ణతాకణములు ధాతువుతో సంయోగించి భారమును వృద్ధిచేయును. ఇట్టి వివరణను ప్రథమమున బోయిల్ ప్రకటించెను. బోయిల్ సమకాలికుడైన రాబర్ట్ హుక్, భారాధిక్యవివరణలో నవీనవాదమునకు చాల దగ్గరగా వచ్చినాడు. ఈయన వివరణ: వస్తువులు గాలిలో ఎట్లు మండునో సాల్ట్ పీటర్ అను సురేకారములో కూడ అట్లే మండును. జ్వలనమునకు గాలి అవసరమని ఆదినుండి తెలిసిన విషయమే. ఈ అనుభవమును అనుసరించి మండుచున్న వస్తువులనుండి పైకి వెడలుచున్న ఫ్లోజిస్టాన్ కు విరివియైనచోటు కావలయును కనుక, మండుచున్న వస్తువుపై ఒక మూత ఉంచిన ఫ్లోజిస్టాన్ పైకిపోవుటకు చోటు లేకుండుటచే జ్వలనము మరిసాగదని ఫ్లోజిస్టాన్ వాదులు సమర్థించినారు. మండుచున్న వస్తువు ప్రత్యక్షముగా గాలియందలి ఒక భాగముతో సంయోగించుటవల్ల జ్వలనము సాగును గనుక, జ్వలనమునకు గాలి అవసరమని హుక్ వివరించెను. గాలియందువలె సురేకారమందు జ్వలనము



జరుగుటచేత ఈ రెండిటియందును జ్వలనపోషకముగు ఒక సామాన్య ద్రవ్య ముండవలయునని హుక్ అభిప్రాయము. అంతియేగాక, మంచుచున్నవస్తువు వాయువునం దొక భాగముతో సంయోగించి భారాధిక్యతను పొందును అని కూడ హుక్ నిరూపించెను. అభిప్రాయములు నవీన మతానుసారము లైనప్పటికిని, సిద్ధాంతముగా ప్రతిపాదించబడకపోవుటచే, సమకాలికులగు వైజ్ఞానికుల దృష్టిని ఆకర్షించలేదు. సిద్ధాంతవేషమును ధరించిన అభిప్రాయములకు ప్రచారమెక్కువ యని ఇక్కడ మనము తెలిసికొనవలసినవిషయము.

ధాతుభస్మముల అధికభారము ఫ్లోజిస్టాన్ మతములో సులభముగా విశదముకాదు. కర్ర కాలినపుడు లభ్యమగు బూడిద కర్రకన్న తక్కువయును, ధాతువులను కాల్చినపుడు వచ్చిన భస్మము ధాతువుకన్న ఎక్కువయును తూగును. అందుచే ఫ్లోజిస్టాన్ వాదులు భారాధిక్యము అన్ని జ్వలన ప్రక్రియలలో నియతముగా కనబడనందున అదియంత గణనీయవిషయము కాదని తప్పుకొనుటకు చూచినారు. మంచునపుడు వస్తువునుండి తత్త్వమొకటి పైకివెడలునని చెప్పు ఫ్లోజిస్టాన్ వాదుల దృష్టిలో తత్త్వము ద్రవ్యమయ మగుచో భారము తగ్గవలెను; కాని, హెచ్చగుట కవకాశములేదు. పదేపదే ఈ భారాధిక్యాక్షేపము చేయబడుటచే ఫ్లోజిస్టాన్ వాదులలో కొందరు గడుసువారు ఫ్లోజిస్టాన్ తత్త్వము ద్రవ్యము కాదనియు, ద్రవ్యమునకు ప్రతిస్పర్థిగా నుండు ఒక తత్త్వమనియు చెప్పిరి. ద్రవ్యమునకు భారముండుట ధర్మము. అందుకు ప్రతిగానున్న ఫ్లోజిస్టాన్ తత్త్వమునకు లాఘవము (అనగా వస్తువును తేలికగాచేయు గుణము) ఉన్నది. అందుచే ఫ్లోజిస్టాన్ ద్రవ్యమందున్నంతకాలము, ద్రవ్యము యొక్క భారమును ప్రతిఘటించును. జ్వలనానంతరము ఫ్లోజిస్టాన్ వెడలిపోవుటచే తేల్చుతత్త్వము పోయినది గనుక, ద్రవ్యమందలి భారము ఎక్కువైనది. ప్రయోగ సిద్ధమగు భారాధిక్యమును వివరించుటకు ఫ్లోజిస్టాన్ వాదులు ఈ అపూర్వకల్పనను లేవతీసినారు. ఒకకల్పన నిజమా, అబద్ధమా అను విషయముతో సిద్ధాంతకారునికి జోక్యములేదు; వానిదృష్టి ఎల్లప్పుడును కల్పన యొక్క వివరణసామర్థ్యమందు లగ్నమై ఉండును. ఎంత విపరీతమైనను ప్రకృతి నియమమును వివరించగలిగినచో కల్పన పరిగ్రహ్యమే. పరమాణు సిద్ధాంతమున పరమాణువు వివిక్తము, అవిభాజ్యము అను కల్పన విపరీతమైనదే. ఏలన ఏది వివిక్తమో, అది ఎప్పటికిని విభాజ్యమేకాని, అవిభాజ్యము కానేరదు. అయినప్పటికిని రాసాయనిక

సంయోగ నియమములను వివరించుటలో పరమాణువాద ముపయోగించినది.

ఫ్లోజిస్టాన్ కల్పన అసంగతమని రుజువుచేయ కలిగిన భూతార్థములు బేయన్ అను శాస్త్రజ్ఞుని ప్రయోగమునందు బయటపడినవి. ఫ్లోజిస్టాన్ వాదదృష్టిలో కాల్చిన పాద రసము రసభస్మముగా మారుట ఫ్లోజిస్టాన్ పైకి వెడలుట యొక్క ఫలము. భస్మమును కాల్చిన మార్పేమియు ఉండకూడదు. రసభస్మమును ఫ్లోజిస్టాన్ మయమగుబొగ్గు వంటి ద్రవ్యములతో చేర్చి కాల్చినచో రసము మరల ఏర్పడును. ఈ ఊహను ప్రయోగముచే ధ్రువపరుచవచ్చును. కాని, ఇచ్చట నొక విపరీతసంవిధానమును ప్రయోగము కనపరచినది. రసభస్మమును ఒంటిగా కాల్చినను రసము లభ్యమైనది. ఈ విషయమును వివరించుటలో ఫ్లోజిస్టాన్ వాదము తన దౌర్బల్యమును వెల్లడివేసికొనినది. ఇంతటితో ఫ్లోజిస్టాన్ వాదము మరిరేకెత్తలేదు.

ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమును శాస్త్రక్షేత్రమునుండి తుడిచివేసినవాడు లావ్వాశ్యే విజ్ఞాని. లావ్వాశ్యే ప్రతిఘటనకు పూర్వము ఫ్లోజిస్టాన్ సిద్ధాంతము రాసాయనికశాస్త్రక్షేత్రమును విజయవంతముగా ఒక శతాబ్దము (1664-1774) వరకు ఆక్రమించినది. జంతువులు ఉచ్ఛ్వసించుటలో, ధాతువులపై ఆప్లుములయొక్క ప్రతిక్రియలలో ఫ్లోజిస్టాన్ విడివడునని వివరించి, ఒక్కజ్వలనమునే కాక జంతువుల నిశ్వాసమును, ఆప్లుములకు, ధాతువులకు మధ్య జరుగు ప్రతిక్రియలనుకూడ ఫ్లోజిస్టాన్ వాదము సిద్ధాంతకక్ష్యలోనికి తీసికొనివచ్చినది. ఇట్టి సిద్ధాంతవేషమును వేసికొని ఫ్లోజిస్టాన్ వాదము 18 వ శతాబ్దపు మేధావులను ఆకర్షించినది. ఫ్లోజిస్టాన్ వాద పక్షియులలో బ్లాక్, షేలే, ప్రిస్ట్లీ, కేవెండిష్ అనువారు ముఖ్యులు. వాయువుల స్వభావమును, రాసాయనికధర్మములను సమగ్రముగా నిరూపించి వాయురాసాయనికశాస్త్రమును స్థాపించినవారు వీరలే. వీరి కృషిఫలితముగా రాసాయనికశాస్త్రవృద్ధిలో ఒక విచిత్ర సంఘటన ఏర్పడినది. వాయువుల వాస్తవస్థితిని గుర్తించుట ఫ్లోజిస్టాన్ వాదఖండనకు అత్యంత ఆవశ్యకము. ఏలనగా వస్తువుల జ్వలనమందు తరుచుగా వాయువులు ఏర్పడుచుండును. అట్టి వాయువులు ద్రవ్యములని గుర్తెరిగినకాని జ్వలనములో జరుగు మార్పులను సమగ్రముగా గ్రహించలేము. ఫ్లోజిస్టాన్ వాదపక్షమును అత్యభిమానముతో అవలంబించిన షేలే మొదలగు రాసాయనికులే తమకు తెలియకుండ తమ సిద్ధాంతమునకు మూలచ్ఛేదములగు పరిశోధనలను వెలిపుచ్చినారు. ఈ పరిశోధనల స్వభావమును క్లుప్తముగా విచారితము.



ఈ పరిశోధనల నెలకొల్పి, రాసాయనికజ్ఞానమును శాస్త్రమార్గమున నడిపించి, వాయుద్రవ్యముల వాస్తవికతను స్థాపించిన రాసాయనికులు నలుగురు : స్కాట్లండ్ దేశపు బ్లాక్, నార్వేదేశస్థుడు షేలే, ఇంగ్లీషువారగు ప్రిస్ట్లీ, కేవెండిష్. వీరందరును ఇంచుమించుగా సమకాలికులైనను, బ్లాక్ కాలక్రమమున మొదటివాడు. స్కాట్లండ్ దేశీయుడగు జోసెఫ్ బ్లాక్ 1775 లో 'మగ్నీషియా ఆల్బా, సున్నము, తక్కిన ఊరద్రవ్యములపై ప్రయోగము' అను శీర్షిక క్రింద ఒక పత్రికను ప్రచురించెను. ఈ పత్రిక రచనా వైశద్యమునకు దృష్టాంతము. ప్రతి రాసాయనికశాస్త్ర విద్యార్థియు మాతృకలో ఈ పత్రికను చదివితీరవలయును. ప్రయోగము లెంతవరకు ఊహకు అవకాశమిచ్చునో అంత వరకే బ్లాక్ ఊహను సాగించెను. ప్రయోగములచే పోషించబడని ఊహలు అనగా, కేవల కల్పన లనిన బ్లాక్ కు బొత్తిగా కిట్టదు. సున్నపురాయి కాల్చినపుడు నిప్పునుండి అగ్నితత్త్వమును తీసికొని తీక్షణగుణముగల సున్నముగా మారునని ఫ్లోజిస్టాన్ పక్షియులు వివరించిన విషయము ఎంతమట్టుకు నిజమో కనుగొనుటకు మగ్నీషియాఆల్బా (మగ్నీషియమ్ కార్బోనేట్) విషయమైన పరిశోధనలను బ్లాక్ 1755 లో మొదలిడెను. మగ్నీషియా ఆల్బా ఆప్లుముల సంపర్కమున బుసబుసలాడి ఒక వాయువును వెలిబుచ్చును. కాల్చిన మగ్నీషియా ఆల్బాకు ఆ గుణము లేదు. మగ్నీషియా ఆల్బాను కాల్చినపుడు దాని భారమునందు బ్లాక్ కు తగ్గింపు కనబడినది. ఈ భారమునందు తగ్గింపు మగ్నీషియా ఆల్బాగుణమునందు మార్పునకు హేతువని నిశితబుద్ధితో బ్లాక్ గుర్తించెను.

కాల్చని మగ్నీషియానుండి ఆప్లుమముల సహాయమున విడుదలయగు 'గాలి' కాల్చినపుడు మగ్నీషియా నుండి లుప్తమై ఉండవచ్చునని బ్లాక్ అనుమానించెను. ఈ అనుమానమును ధ్రువపరచుటకు కొంత భారముగల మగ్నీషియాను కాల్చగా మిగిలిన ద్రవ్యమును ఆప్లుములో కరిగించి, వచ్చిన లవణమును మామూలు ప్రకారము సోడా (సోడియమ్ కార్బోనేట్)తో అవక్షేపించెను. ఆ అవక్షేపమును శుద్ధిచేసి, ఆరబెట్టి మరల తూచిన, మొదట కాల్చుటకై తీసికొన్న ద్రవ్యరాశి యంతయు లభ్యమైనది ఈ ప్రయోగ సరణిలో జరిగిన మార్పుల నీక్రింది విధమున బ్లాక్ వివరించినాడు. "సామాన్యమృత్తులు (అనగా సుద్ధరాయి, మగ్నీషియా మొదలగునవి) ఆప్లుముల సంపర్కమున వాటిలోనున్న 'గాలి'ని కోలుపోవును. కాని సోడా, పోటాష్ వంటి ఊరముల సన్నిధిలో ఆ గాలి నవి తిరిగి స్వీకరించి మృత్తులుగా మారును," ఈ వివరణ

నిజముగా నవీనశైలిలో ఉన్నది. ఫ్లోజిస్టాన్ వాదుల అభాసతత్త్వము లేవియును ఇందుకానరావు. జరిగిన మార్పునకు ఒక లోపించిన ద్రవ్యము, అనగా, వాయువు కారణము అని తెలుపబడినది. ఈ గాలి స్వభావమును బ్లాక్ తెలిసికొనలేక దానికి 'బద్ధవాయువు' అనిపేరిడెను. వాన్ హేల్మంట్ నిరూపించిన 'దారుదహనవాయువు'తో సమానధర్మము కలది ఈ బద్ధవాయువు అనికూడ బ్లాక్ గుర్తించగలిగెను. ఇదిగాక మృదుఊరములకును, తీక్షణ ఊరములకును గల భేదమునుకూడ ఈ వాయువు ఉనికి లేములు వివరించునను విషయములను బ్లాక్ కనుగొనెను.

మృదుఊరము - కార్బన్ డైఆక్సైడ్ = తీక్షణఊరము;

తీక్షణఊరము + కార్బన్ డైఆక్సైడ్ = మృదుఊరము.

తరువాత కొద్దిరోజులలో నిశ్వాసవాయువులో బద్ధ వాయువున్నదను విషయమునుకూడ బ్లాక్ గ్రహించెను. ఈ వాయువే బొగ్గు మండునపుడుకూడ సంభవించునని నిరూపించగలిగిన బ్లాక్ ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమును సులభముగా త్రోసిపుచ్చి యుండవచ్చును. కాని, తనది కుతర్కవాదన అగునేమోయని బ్లాక్ భీతిచెందెను. బ్లాక్ పరిశోధనలయందు మనము ముఖ్యముగా గుర్తించ వలసిన విషయము ప్రకృతిశాస్త్ర సంఘటనలను పరిశీలించుటలో పరిశోధకునికి తులాయంత్రోప్రయోగము వలన సమకూరు ఫలసిద్ధి. రాసాయనిక విమర్శలో తులాయంత్రమును నిర్ణాయకముగా ఉపయోగించిన వారలలో బ్లాక్ ప్రథముడు.

షేలే మందుల వ్యాపారముతోపాటు రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞానసంపాదనయందు కూడ ఎక్కువ కృతాహలము కలవాడు. తన పరిశోధనల నన్నిటిని 'నిప్పు, గాలి' అను శీర్షికక్రింద 1773 లో గ్రంథ రూపముగా ప్రకటించెను. అందు ముఖ్యమైన ప్రయోగముల విమర్శ మనకవసరము.

సున్నపుతేటలో గంధకము విలీనమైనపుడు కాల్షియమ్ సల్ఫైడ్ అనుద్రవ్యము ఏర్పడును. షేలే ఆ ద్రావణమును గ్రహించి, దానియందు గాలితో నిండిన గాజు గొట్టము నొకదానిని ఉంచెను. మరియొక ప్రయోగమందు గాలిని నీటిమీద పాత్రలో బంధించి, ఆ గాలిలో తడి ఇనుప ముక్కలను ఉంచెను. ఇటులనే మరికొన్ని ప్రయోగములందు అవిసెనూనె, భాస్వరము వాయువులో నుంచెను. కొంతకాలమవి అట్లుండగా బంధితమగు గాలిలో ఐదవ భాగము లుప్తమయ్యెను. మిగిలినగాలిలో వెలుగుచున్న కొవ్వొత్తి ఆరిపోయెను. ఈ ప్రయోగముల వలన, షేలే గాలిలో రెండు వాయువులున్నట్లు గ్రహించగలిగెను. అందు ఒకదానికి 'అగ్నివాయువు' అనిపేరు పెట్టెను.



అదియే నీటి ఆక్సిజన్ ; రెండవ వాయువునకు 'నిర్జీవ వాయువు' అని పేరు పెట్టెను.

దాహ్యవాయువు అని పేరుగల హైడ్రోజన్ ని సన్నని గొట్టమునుండి వెలికి వచ్చునట్లుచేసి దానిని గాలిఉన్న ఒక గాజుకుప్పెలో వెలిగించిన అది కొంతసేపు మండి ఆరిపోవును. అప్పుడుకూడ గాజుకుప్పెలోని గాలిలో ఐదవ వంతు లుప్తమగును.

షేలే కావించిన ఈ రెండు ప్రయోగముల వలనను, గాలి, నీరు అను ద్రవ్యముల స్వభావములను తెలిసికొనుటకు వీలున్నది. కాని, ఆ కాలమందు ప్రచారములో నున్న ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమందు నమ్మకముకల వాడగుటచే తన ప్రయోగములను షేలే ఫ్లోజిస్టాన్ వాద దృష్టిలో వివరించెను.

నిశ్శేషముగా మండెడు హైడ్రోజన్ మాత్రమే అగ్ని తత్త్వము లేదా ఫ్లోజిస్టాన్ అనియు, అది మండినపుడుగాలి యందున్న అగ్నివాయువుతో చేరి వేడి, వెలుతురుగా మారి పాత్రబైటికి తప్పించుకొనె ననియు ఆయన తలచెను.

అగ్ని వాయువు + ఫ్లోజిస్టాన్ = వేడి లేదా వెలుతురు అను సమీకరణము ఈ మార్పును సూచించును. ఈ అభిప్రాయము తప్పనియు, హైడ్రోజన్ అగ్నివాయువుతో సంయోగించినపుడు నీరు ఏర్పడుననియు మనకు ఇప్పుడు తెలియును. ఈ ప్రయోగములో ఆవిరిరూపముగా లభించిన నీరు చాలకొద్ది భాగమగుటచే షేలే దానిని గుర్తించలేక పోయెను. అందుచే నీటి స్వభావమును వెల్లడించు నవకాశము షేలే చేతినుండి జారిపోయెను.

అగ్నివాయువును వేరుపరచి దాని ప్రత్యేకతను స్థాపించుటకు షేలే కావించిన పరిశోధనములు గణనీయములు. ధాతువులను గాలిలో భస్మము చేసినప్పుడు, అగ్నితత్త్వము వెలికిపోయి ధాతువు భస్మముగా మారునని ఫ్లోజిస్టాన్ వాదముయొక్క ముఖ్య సిద్ధాంతము. షేలే అభిప్రాయ ప్రకారము :

1. ధాతువు + వేడి → భస్మము + ఫ్లోజిస్టాన్
2. అగ్నివాయువు + ఫ్లోజిస్టాన్ = వేడిమి లేక వెలుతురు. మొదటి ప్రక్రియను అనువైన పరిస్థితులలో వెనుకకు నడప గలిగితేమేని భస్మమునుండి అగ్నివాయువును తయారు చేయుటకు వీలగునని షేలే ఊహించెను. ఈ ఊహయొక్క సత్యమును ప్రాయోగికముగా పరీక్షించుటకు షేలే రసభస్మమును వేడిచేసి అగ్నివాయువును సంపాదించెను.
3. రసభస్మము (రస సిందూరము) + వేడి → ధాతువు + అగ్నివాయువు.

3వ సమీకరణము వివరణ :

షేలే అభిప్రాయప్రకారము ఫ్లోజిస్టాన్, అగ్నివాయువుల సంయోగముకదా వేడి (చూ. సమీకరణము 2).

రసభస్మమునకు వేడిని చేర్చినచో, అది దాని ఘటకము లగు అగ్నివాయువు, ఫ్లోజిస్టాన్ క్రింద విడిపోవును. ఈ రెండిటిలో నొకటియగు ఫ్లోజిస్టాన్ రసభస్మమును రసముగా మార్పును (మొదటి సమీకరణముచే సూచితమైన ప్రక్రియ వెనుకకు నడచి). రెండవదియగు అగ్నివాయువు విడివడి బయటికి వచ్చును.

ఈ విధానమున అగ్నివాయువును తయారుచేయుటలో షేలే ఒక అనుకొనని సంఘటనవలన ఉపకారమును పొందినాడు. తీసికొన్నది రసభస్మముకాక ఆ రోజులలో ఆయనకు పరిచితమగు ఇంకేదాతుభస్మమైన అయిఉండిన ఎడల ఆయన ఊహ ప్రయోగముచే రుజువు కాకపోయి యుండును. ఆధారభూతమయిన ఫ్లోజిస్టాన్ సిద్ధాంతము సరిఅయినదికాదు. సిద్ధాంతము నుండి ఊహను విడదీయు పద్ధతి కూడ నిర్దుష్టమైనదికాదు. ఇన్నిలోపము లున్నప్పటికిని, సిద్ధాంతము నుండి ఆకృష్టమైన ఊహ ప్రయోగముచే సమర్థింపబడినది.

తప్పుడు సిద్ధాంతములుకూడ వాస్తవజ్ఞాన వ్యాప్తికి ఒకప్పుడు సహాయపడు సంఘటనలు ఇట్లు ప్రతిశాస్త్ర చరిత్రయందును తరుచుగా కననగును.

పైని చెప్పినట్లు షేలే అగ్నివాయువును తయారుచేసి దాని స్వభావమును ప్రయోగముచే కనుగొనెను. అది రంగు, వాసన లేనిదనియును, రాసాయనికముగా హైడ్రోజన్ తోను, భాస్వరముతోను సంయోగించు ననియు చూపెను. కొవ్వవత్తి గాలిలోకన్న అగ్నివాయువులో ఎక్కువకాంతితో మండు ననియు, దీనిచే నింపిన పాత్రలలో ఎలుకలు, కీటకములు కొంత కాలముపాటు ఉత్సాహముతో జీవించి ; ఇది లేనప్పుడు మరణించుననియు కూడ షేలే కనుగొనెను. ఈ రెండు సందర్భములందును మిగిలిన గాలి జీవహానికరమని ఆయన రుజువుచేసెను.

షేలే పరిశోధనలవలన గాలిలో రెండు వాయుద్రవ్యము లిమిడిఉన్నవనియు, అందులో ఒకటి జీవాధారమనియు, మరియొకటి తద్వ్యతిరేక మనియు వెల్లడిఅయినది. జీవాధారమైన వాయువు వస్తువులు మండునపుడు జరుగు రాసాయనికక్రియలో పాల్గొనునని కూడ తెలిసినది. కాని, ఆయన గ్రంథప్రచురణములో కలిగిన అలస్యమువలన, ఈ అభిప్రాయములు విరివిగా ప్రచారమును అందలేదు.

ఇంగ్లండులో సుమారు ఆ కాలమందే ప్రిస్ట్లీ కూడ షేలేవలె ప్రయోగములను కావించుటయందు నిమగ్ను



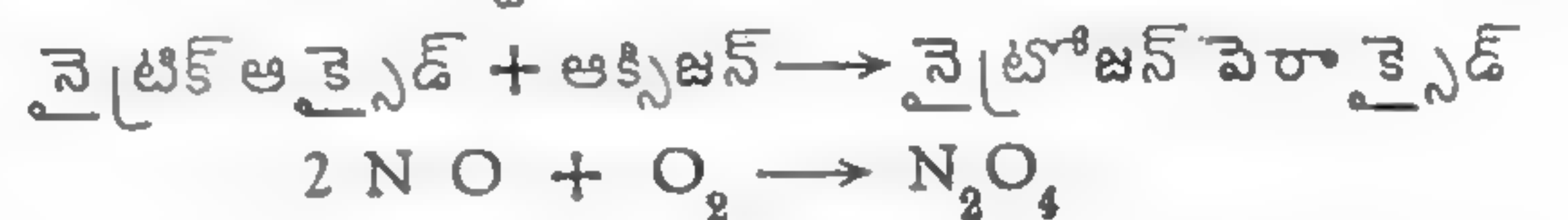
డయ్యెను. అతడు చాల శక్తిమంతమైన గాఢ కటకమును ఒకదానిని ఉపయోగించి, సూర్యకాంతిని వస్తువులపై కేంద్రీకరించి ఆ వస్తువులయందు జరుగు మార్పులను పరిశీలించెను. 1774 లో రసభస్మముపై సూర్యకాంతిని కేంద్రీకరించినపుడు, భస్మ మావేడికి రంగులేని క్రొత్త వాయువును వెలిబుచ్చి రసముగా మారెను. ఆ వాయువులో ఎలుకలు అంతే పరిమాణముగల గాలిలోకంటె రెట్టింపు కాలము ఉత్సాహముతో జీవించునని ప్రీస్ట్లీ కనుగొనెను. తానే ఈ వాయువును ఆఘ్రాణించి పీల్చుట కెంతో సుఖముగ నున్న దనియు, భవిష్యత్తునం దిది ప్రజామోదమును పడయగల వస్తువులలో నొకటి కావచ్చుననియు నిరూపించెను. ఈ వాయువునకు ఈయన 'ఆక్సిజన్' అని పేరిడెను. ఈ క్రొత్త వాయువునందు దీప మత్యంత ప్రకాశముతో మండుననియు, దీని నుపయోగించి ప్లాటినమ్ ను కూడ కరగించుటకు చాలిన ఉష్ణతను పొందవచ్చుననియు కనుగొనెను. ప్రీస్ట్లీకూడ సామాన్యమైన గాలియందు రెండు ప్రత్యేక వాయువులున్నట్లు తన ప్రయోగము వలన రుజువుచేసెను. అందొకటి జ్వలనమున కాధారమనియు, రెండవది జ్వలనమును ఆపివేయు ననియుకూడ కనుగొనెను. కాని, రసభస్మమును వేడిచేయగా వచ్చిన వాయువును, అనగా ఆక్సిజన్ యును సామాన్యమైన గాలిలో జ్వలనమునకును, జీవమునకును ఆధారమగు వాయువును ఒక్కటే అను విషయము ప్రీస్ట్లీకి స్ఫురించలేదు. దీనికి కారణము ప్రీస్ట్లీకి ప్లోజిస్టాన్ వాదమందుకల వ్యామోహము. ఈ వ్యామోహము ఈయన శాస్త్రదృష్టిని నిరోధించినది.

ప్రీస్ట్లీకి సమకాలీనుడగు కేవెండిష్ ప్రయోగకుశలుడు; మనస్తత్వములో ప్రీస్ట్లీకి ప్రతియోగి. ఈయన కావించు ప్రతి ప్రయోగమునందును ఒక క్రమము, ప్రయోజనము గోచరించుచుండును. రాసాయనిక శాస్త్రమున కీయన చేసిన నిర్వాహము వాయువులయొక్క సాంద్రతను గణించుట. ఇందుల కీయన బహుసుకరమైన పద్ధతిని ఉపయోగించెను. మామూలు ఒత్తిడిలో వాయువును ఒక గాఢసీసాలో బంధించి, ఆ సీసాభారమును మొట్టమొదట నిర్ణయించును. తరువాత ఆ సీసాలోనికి మరికొంత ఆ వాయువునే పంపుచేసి సీసాను రెండవమారు తూచును. సీసాలో ఎక్కువ ఒత్తిడిలోనున్న వాయువును పైకి వెడలనంపి నీటిపై సంగ్రహించి దాని ఆయతనమును గణించును. ఈ ఆయతనము ఎక్కువగానున్న గాలికి చెందినది. సీసాయొక్క రెండుభారములలో భేదము, ఎక్కించిన గాలియొక్క బరువును తెలియచేయును. దీని ఆయతనము తెలిసినది కనుక సాంద్రతను లెక్కింపవచ్చును.

కర్మాగారములందు సులభముగా దొరుకు వాయువుల భారములనేకాక, ఆయన భూమియొక్క భారమును కూడ గణించగలిగెనన్న, ఆయనకు పరిమాణగణన యందున్న ప్రతిభ విశదమగును.

హైడ్రోజన్ వాయువు తక్కువసాంద్రతగల దనికూడ అతడు నిరూపించెను. ఇది షేలే గుర్తించలేదు. హైడ్రోజన్ సామాన్యమైన గాలిలో మండినప్పుడు జలమేర్పడునని కేవెండిష్ నిశ్చయించగలిగెను కాని, అతడు ప్లోజిస్టాన్ పక్షియుడగుటచే ఈ రాసాయనికపుమార్పును ప్లోజిస్టాన్ పరిభాషలోనే విశదపరచెను. ప్లోజిస్టాన్ పక్షియుల దృష్టిలో హైడ్రోజన్ కేవలము ప్లోజిస్టాన్; అది వాయువుతో సంయోగించి జలమగుచున్నది కనుక, ప్లోజిస్టాన్ పరిభాషలో జలమునకు ప్లోజిస్టికేటెడ్ వాయువు (ప్లోషాయితవాయువు) అని పేరు.

మరియొక ముఖ్యమైన కేవెండిష్ పరిశోధన: ఒక శతాబ్దము తరువాత నవీనరాసాయనిక యుగమందు, అపురూపవాయువుల (చూ. జడవాయువులు) ఆవిష్కరణకు అవకాశము నొసంగినది. గాలియొక్క ఆయతన సంఘట్టనమును పరీక్షించుటకు కేవెండిష్ ఇదివరకు ప్రచారములో నున్న ఒకచిత్రమైన ఉపాయమును ఉపయోగించెను. గాలిలోనున్న ఆక్సిజన్ నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ తో ఒక త్రుటిలో సంయోగించి నీటియందు కరుగు స్వభావముగల నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్ గా మారును. కనుక, గాలిలో ఎంత ఆక్సిజన్ ఉన్నదియు దానిని నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ తో సంయోగింపచేసి ఆ వచ్చిన నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్ ను నీటిలో కరగించి వేరుచేసి మిగిలిన నైట్రోజన్ ఆయతనమును కొలువవచ్చును:



రంగులేనిది

పిశంగవర్ణము కలది

ఇందులకై కేవెండిష్ ఉపయోగించిన ఉపకరణమునకు యూడియామీటర్ అని పేరిడెను (అనగా యూడియాన్ = మంచితనమును, మీటర్ = కొల్చునది). గాలియొక్క మంచితనము అందుండు ప్రాణవాయుభాగమై ఉండును; కనుక, దీని కీ పేరు వచ్చెను. ఈ ప్రయోగమును కేవెండిష్ కొంచెముగా మార్చి, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ కాక, ఇతర వాయురూపములేవైన సామాన్యమైన గాలిలో నున్నవేమో అని పరీక్షించుట కుపయోగించెను. కార్బన్ డైఆక్సైడ్ లేకుండచేసిన సామాన్యమైన గాలితో ఆక్సిజన్ ని ఎక్కువగా కలిపి, విద్యుత్ స్ఫులింగములను పంపిన అందున్న నైట్రోజన్ ఆక్సిజన్ తో



సంయోగించి నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ వాయువు ఏర్పడును. ఈ వాయువు శేపించియున్న ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి చాక్లెట్ రంగు గల నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్ గా మారి బంధనద్రవమగు నీటిలో కరుగును. ఇంకను మిగిలిపోయిన ఆక్సిజన్ ని సున్నపునీటిలో కలిపిన గంధకము (లివర్ ఆఫ్ సల్ఫర్) తో సంయోగింపచేసి పాత్రలో బంధితమైన గాలి నుండి తీసివేయవచ్చును. ఏదైన వాయువు మిగిలినచో అది ఆక్సిజన్ కాని, నైట్రోజన్ కాని కానేరదు. ఈ ప్రయోగమును తన చేతనైనంత జాగ్రత్తగా నడిపిన ప్రతి పర్యాయము ఒక గాలిబుడగ మిగిలినట్లు కేవెండిష్ కని పెట్టెను. ఈ బుడగ విద్యుత్ స్ఫులింగముల ప్రభావమున ఆక్సిజన్ తో సంయోగించినదికాదు. ఈ ప్రయోగ సహాయమున ఆక్సిజన్ కాక ఇతరమైనవాయువేదైన సామాన్యమైన గాలియందుండినచో అది తీసికొన్న సామాన్యమైన గాలి ఆయతనములో  $\frac{1}{12}$  వంతుకన్న ఎక్కువ ఉండనేరదన్న నిష్కర్షకు కేవెండిష్ రాగలిగెను.

హైడ్రోజన్ గురించి కేవెండిష్ కావించిన పరిశోధనలు ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమునకు ఒక విధముగా చేయూత నొసంగినవి. ఇంకొకదృష్టిలో మూలచ్ఛేదములైనవి. 1767 లో కేవెండిష్ ఒక వాయువును తయారుచేసి సంగ్రహించెను. అది మండుస్వభావముకల దగుటచే దానికి దాహ్యవాయువని పేరిడెను. ఆప్లుములలో ముంచిన ధాతువులు కొన్ని ఈ వాయువును విడుదల చేయును. ధాతుభస్మములు ఆప్లుములలో లీనమైనపుడు ఈ వాయువు పుట్టదు కనుక ఈ వాయువు కేవలము ఫ్లోజిస్టాన్ మాత్రమే అను అనుమానము ఫ్లోజిస్టాన్ పక్షియులకు తట్టినది. ఈ వాయువులో ధాతుభస్మములను వేడిచేసినప్పుడు ఆభస్మములు ధాతువులుగా మారునను ప్రయోగనిరూపణ అనుమానమును నిశ్చయముగా మార్చినది. ఫ్లోజిస్టాన్ పక్షియులు ఈ కల్పనను దైవదత్తముగా స్వీకరించిరి. వారిలో ముఖ్యులగు ప్రీస్ట్లీ, కేవెండిష్ ఈ ప్రయోగఫలములను వాడుకచేసి వాదమును బలపరచిరి. ఈ ప్రయోగఫలములే తరువాత లావ్వాజ్యే చేతిలో వాదభంగమునకు కారణములయ్యెను. ఫ్లోజిస్టాన్ అద్రవ్య, అమూర్త తత్వముగ పరిగణించబడినంతకాలము వాదమును బలపరచుటకు కావలసిన ఋణభారమువంటి పై శాచిక గుణములేవియైన దానికి ఆరోపించవీలుండెను. ఒకసారి ఫ్లోజిస్టాన్ వాయురూపమని ఒప్పుకొనినచో అది ద్రవ్యమని అంగీకరింపక తప్పదు. ద్రవ్యమునకు ముఖ్యగుణము భారము. అందుచే ఫ్లోజిస్టాన్ భారముగల ద్రవ్యమని తేలినది. అట్లయిన ధాతువులు ధాతుభస్మములుగా మారునపుడు భారము

కలిగిన ద్రవ్యమగు ఫ్లోజిస్టాన్ ధాతువునుండి వెడలిపోయినచో భస్మముయొక్క భారము తగ్గుటకు బదులుగా ఎందుకు పెచ్చినది? ఈ ప్రశ్నకు ఫ్లోజిస్టాన్ వాదము సరియైన సమాధానమును ఈయలేక వెల్లికిలపడినది. ఈ అర్థములో కేవెండిష్ హైడ్రోజన్ విషయమై కావించిన పరిశోధనలు మూలచ్ఛేదకముగా పరిణమించినవి.

ఫ్లోజిస్టాన్ వాద భంగమునకు వాయుస్వభావ పరిశీలన ఎట్లు ఆవశ్యకమైనదో, వాయువులమధ్య జరుగు రాసాయనిక ప్రక్రియల అనుశీలనకు, నాటికాలమునకు విద్యుచ్ఛక్తియొక్క ఉత్పత్తి, వాడుకలయందు గలిగిన అభివృద్ధి అట్లే ఉపకరించినది. ప్రీస్ట్లీయొక్క కీర్తి ఆతని రాసాయనిక పరిశోధనలవల్లనే వచ్చినదికాదు. విద్యుత్ షేత్రమునందుకూడ ఆయన కావించిన కృషి ఎన్నతగినది. దాహ్యవాయువును సామాన్యవాయువుతో కలిపి ఆ మిశ్రములోనికి విద్యుత్ స్ఫులింగములను పంపినచో పాత్రయొక్క పక్కలు తడియగునని ప్రీస్ట్లీ కనుగొనెను ఫ్లోజిస్టాన్ తో సంయోగించి గాలి తనలోనున్న తేమను బయలుపెట్టెనని ప్రీస్ట్లీ ఈ ప్రయోగఫలమును వివరించెను. ఇందింతకన్న నిగూఢ రహస్యమున్న దని కనిపెట్టిన కేవెండిష్ అతిజాగరూకతతో గావించిన అనేక పరిశోధనల ఫలితముగా, సామాన్యవాయువునందు ఐదవభాగముతో దాహ్యవాయువు సంయోగించి నీరు ఏర్పడిన దని గుర్తించినాడు. కాని, కేవెండిష్ ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమును వదలుట కిష్టపడక ఈ ప్రయోగఫలమును ఫ్లోజిస్టాన్ పరిభాషలోనే వివరించెను. వచ్చిన నీటికి ఫ్లోజిస్టాన్ కేలెడ్ వాయువు (ఫ్లోజిస్టాన్ తో నిండిన గాలి) అని పేరుపెట్టి సబబైన శాస్త్రీయ మార్గమును విడచి పెట్టినాడు.

సంపూర్ణ శాస్త్రీయమార్గము నవలంబించి జ్వలన ప్రక్రియను వివరించగలిగిన వ్యక్తి లావ్వాజ్యే. తన కాలములో మిక్కిలి ప్రచారములోనున్న ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమందు తనకుగల అసంతృప్తిచే ఆ వాదమును నిరసించుటకు 1774లో తన పరిశోధనల ప్రారంభించెను. తను ఫ్లోజిస్టాన్ వాద ఖండనకు శాస్త్రరంగమందు ప్రవేశించుసరికి, ఖండనమునకు వలయుపరికరము లన్నియు, ఫ్లోజిస్టాన్ వాదపక్షియుల చేతనే సంగ్రహించబడి సిద్ధముగా నున్నవి. ఈ సాధనములలో వాయువుల వాస్తవికతను గురించిన జ్ఞానమును, రాసాయనికపు మార్పు విమర్శనలలో తులాయంత్ర దర్శితములగు ఫలితములను నిర్ణాయకములుగా తీసికొను సంప్రదాయమును ముఖ్యమైనవి. ఇందు మొదటివిషయము బ్లాక్ మొదలుకొని కేవెండిష్ వరకు గల ఫ్లోజిస్టాన్ వాద పక్షియులచేతనే సాధితమైనది. రెండవవిషయమును బ్లాక్

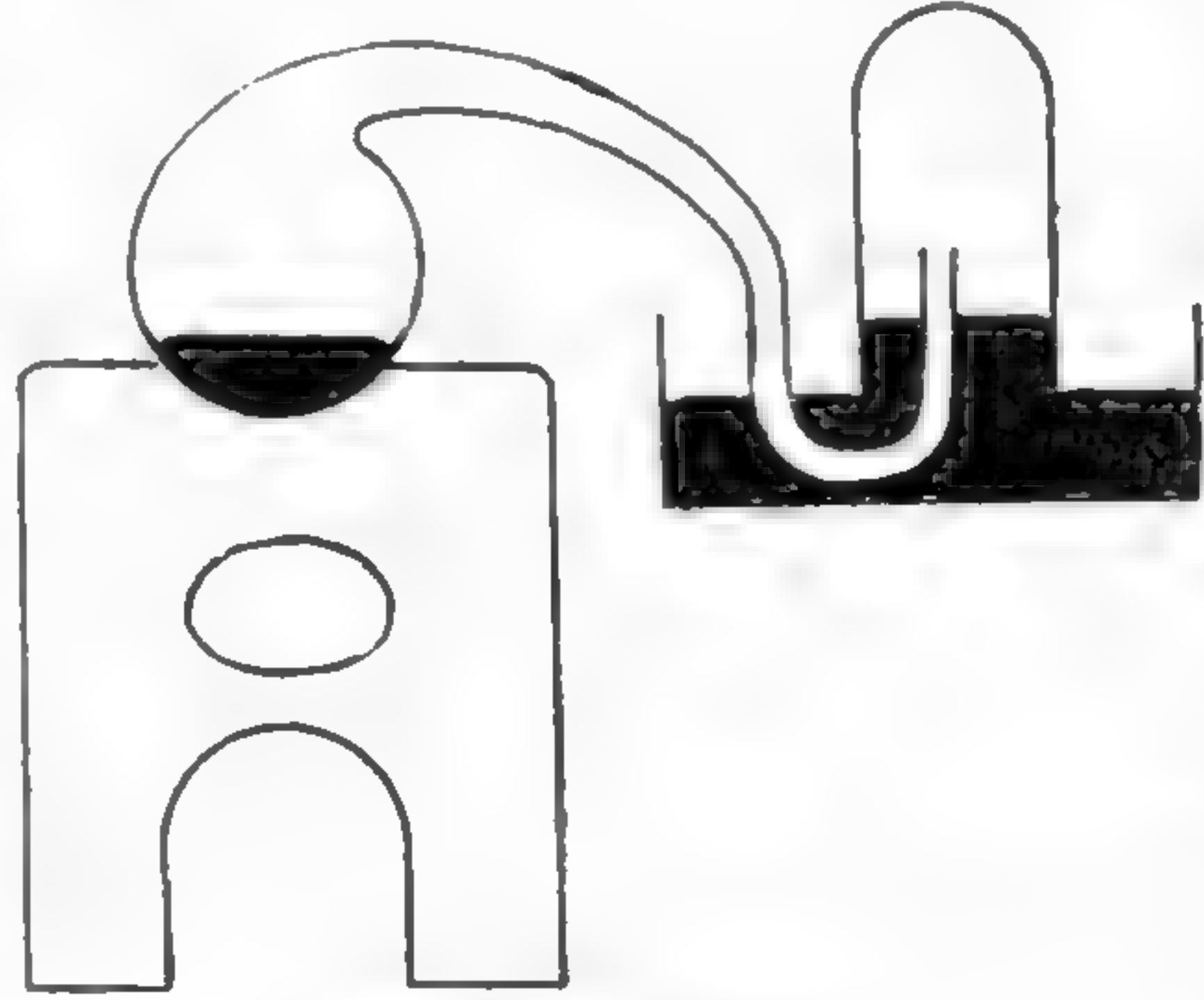


## రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

తన మగ్నీషియా ఆల్బాను గురించిన శోధనఫలితములచే రుజువు చేసెను. ఈ జ్ఞానమునంతయు క్రోడీకరించి ప్రయోగ పోషితమగు నవీనసిద్ధాంతముగా నవతరింపచేయుటకు, లావ్వాజ్యేకు ఒక విషయముమాత్రము లోటుపడి యున్నది. అది ఏమన ప్రీస్ట్లీ రసభస్మమును వేడిచేసి కనుగొనిన ఆక్సిజన్ కు, సామాన్యమైన గాలియందు జ్వలనమును సాగనిచ్చుభాగమునకు గల సంబంధము. జ్వలన సిద్ధాంతమును సమగ్రముగా వ్యవస్థాపించుటకు పూర్వము లావ్వాజ్యే, ప్రకృతి శాస్త్రములకు కీలకము వంటిదగు భారనిత్యతానియమమును సప్రయోగముగను, సహేతుకముగను స్థాపించెను. ఇందులకు ఈయనను ప్రేరేపించినది జ్వలనమందు జరుగు వస్తువులయొక్క భారము నందు మార్పునుగురించి ప్లోజిస్టాన్ వాదుల నిర్లక్ష్య భావము. తగరమునుకాని, సీసమునుకాని మూసిన పాత్రలో గ్రహించి, ఎంత కాలము కాల్చి కరిగించినను దాని బరువునందు మార్పు కలుగజోదని లావ్వాజ్యే ప్రయోగ మూలముగా రుజువుచేసెను. ఈ ప్రయోగమున ధాతువు నందు మార్పు లేకపోలేదు. ధాతువు కొంత భస్మముగా మారినది. అయినను మూయబడిన పాత్ర, అందున్న తగరము వాటి మొత్తముభారమునందు మార్పేమియును కానరాలేదు. ఇట్టి ప్రయోగములను బహుళముగా చేసి ఆ ప్రయోగఫలముల నాధారము చేసికొని భారనిత్యతానియమమును వెల్లడిచేసెను. 'ఒక మూయబడినపాత్ర యందుండు ద్రవ్యములలో ఏ మార్పులు జరిగినను పూర్వహపుమొత్తపుబరువులో ఎట్టిమార్పును గోచరించదు.'

లావ్వాజ్యే సత్యమగు జ్వలనసిద్ధాంతమును స్థాపించుటకు యత్నించుచు, సరియైనదారి గానక తికమకలు పడుచున్న సమయములో అదృష్టవశమున 1774 అక్టోబరులో ప్రీస్ట్లీని పారిస్ నగరములో కలుసుకొనుట తటస్థించినది. ఈ సమావేశములో ప్రసంగవశమున తాను అంతకుముందే ఆగష్టు నెలలో తయారుచేసిన ఆక్సిజన్ ను గురించిన జ్ఞానమును ప్రీస్ట్లీ, లావ్వాజ్యేకు తెలియచేసెను. ప్రీస్ట్లీ కావించిన పరిశోధనకును, జ్వలన ప్రక్రియకును ముఖ్యమైనసంబంధము కలదని సూక్ష్మబుద్ధియగు లావ్వాజ్యే గ్రహించెను. ప్రీస్ట్లీ రసభస్మమును వేడిచేయుటచే ఆక్సిజన్ ను తయారు చేయగలిగెను. రసభస్మము సాధారణముగా మర్క్యూరిక్ నైట్రేట్ ను వేడిచేయుటవలన లభించును. పాదరసమును మూసినపాత్రలో వేడిచేసినను ద్రవతలముపై ఎర్రటిపొరవలెకూడ కొద్దిగా ఏర్పడును. ఈ పొరను కూడదీసి మరల వేడిచేసినచో ఆక్సిజన్ లభించును. ఈ రెండు ప్రయోగఫలములను కలిపి పర్యాయ

చించినచో జ్వలనప్రక్రియతత్వము వెంటనే స్ఫురించగలదు' అవిరిగా పైకి పోవుటకు వీలులేనిపరిస్థితులలో పాదరసమును గాలిలో వేడిచేసిన రసభస్మము ఏర్పడును. ఈ భస్మమును తిరిగి హెచ్చుగా వేడిచేసిన ఆక్సిజన్ ఏర్పడును. అందుచే, ఆక్సిజన్ నిజముగా గాలిలో అంతర్భాగము. ఈ భాగము జ్వలనాధారకమన్న విషయము పాదరసమునుండి రసభస్మ మేర్పడుటలో తెల్లమైనది. ఈ పర్యాయలోచనను ప్రీస్ట్లీ కావించ లేదు; లావ్వాజ్యే కావించెను. ప్రీస్ట్లీ కావించకపోవుటకు కారణములు ఆయన ప్రయోగములన్నియు యాదృచ్ఛికముగా చేసినవియేకాని వాటియందు ఒక క్రమముగాని, నియమముగాని లేకపోవుట. అదిగాక ప్రీస్ట్లీకి తన ప్రయోగములందు మార్గదర్శకమగు సిద్ధాంతనిర్మాణదృష్టి ఏదియును లేదు. అట్లుగాక లావ్వాజ్యే జ్వలనసిద్ధాంతమును స్థాపించుటకు పూనికొనినాడు. ఈ సిద్ధాంతము ఆయనకు మార్గదర్శకముగా నాచరించినది. ఇదివరకు తనకు తెలిసిన ప్రయోగఫలములు సిద్ధాంతము నెంతవరకు పోషించగలవో, సిద్ధాంతమును నిరాక్షేపముగా నొనర్చుటకు ఏయే



లావ్వాజ్యే పరికరము

ప్రయోగ ఫలము లింకను కావలెనో లావ్వాజ్యే తేలికగా గ్రహించగలిగెను. అందువలన ప్రీస్ట్లీ చేసిన సూచనను తన సిద్ధాంత సామ

గ్రికి పూరకముగా లావ్వాజ్యే ఉత్సాహముతో గ్రహించెను. లావ్వాజ్యే కేవల గుణాత్మకమగు పర్యాయలోచనతో ఆగిపోలేదు. జ్వలన సిద్ధాంతమును తన భారనిత్యతానియమముతో మేళవించెను. అందుకై లావ్వాజ్యే కావించిన ప్రయోగము రాసాయనికశాస్త్రాభివృద్ధిలో ఒక నూతనయుగమును స్థాపించినది. అందుచే ఈ ప్రయోగము రాసాయనికశాస్త్రాన్వేషకులకు మార్గదర్శకము.

పై పటములో చూపినట్లు వంకరతొండముగల ఒక రిటార్ట్ లో కొంత పాదరసము పోసి, దాని తొండపుకొనను ఒక తొట్టెలోనున్న పాదరసములో కొంత మునగనిచ్చి దానిపై ఒక బెల్ జార్ ను బోర్లించెను. బెల్ జార్ లోనికి ప్రవేశించిన పాదరసపు మట్టమును మొదట గుర్తించెను



రిటార్ట్ను ఒక కొలిమిలోపెట్టి 12 రోజులు దానిని కాచెను. రెండవ రోజున అట్లు మరుగుచున్న పాదరసముపై సిందూర భస్మము తయారయ్యెను. అది క్రమముగా ఐదు రోజుల వరకు వృద్ధి అయ్యెను. తరువాత వారమురోజులు మరి మార్చేదియు కన్పట్టలేదు. సిందూరభస్మము వృద్ధియగుటతోపాటు బెల్ జార్ లోనున్నగాలి తగ్గి రసపుమట్టము క్రమముగా పైకిలేచెను. అదికూడ ఐదు రోజులవరకు క్రమముగా పోచి తరువాత నిలచిపోయెను. బెల్ జార్ లో ఐదవవంతుగాలి తగ్గినట్లు తెలిసెను. అందుచే రిటార్ట్ లో రససిందూరము ఏర్పడునపుడు అందులోనుండు గాలిలో ఐదవవంతు పాదరసముతో సంయోగమును చెందెనని స్పష్టమయ్యెను. ఈ ప్రయోగమును అతడు అనేక పర్యాయములు తిరిగి కావించి పాదరసము భస్మమగుటలో ఉపయోగపడిన వాయువు, మొదట గ్రహించబడినదానిలో సరిగా ఐదవవంతుని రూఢిగా నిర్ణయించెను. తరువాత ఆ రసభస్మమును ఇంకొక రిటార్ట్ లో వేడిచేయగా లభించిన వాయువు ప్రిస్ట్ లీ 'ఆక్సిజన్' యని నిరూపించెను. ఈ ప్రయోగమునుండి సాధించిన ఊహలను క్రిందివిధమున సంగ్రహించవచ్చును :

1. ధాతువులు భస్మముగా మారినపుడు చూకము పోవును; సమీపమందున్న వాయువులో కొంతభాగము తగ్గును.
2. ధాతువులు మూయబడిన పాత్రయందున్న గాలిలో మండి నపుడు ఐదవవంతు లోపించి మిగిలినగాలి జ్వలనమునకు జీవములకు మరి ఆధారము కానేరదు.

ఈ విషయములను సక్రమముగా పర్యాయలోచించినచో క్రిందివిషయములు తేలును :

1. గాలియందు రెండురకములైన వాయువు లున్నవి. అందొకటి చురుకైనది; జ్వలనమునకు, జీవములకు ఆధార మైనది. మిగిలినది మందకొడిస్వభావము కలది, జ్వలన జీవనవిరోధి.
2. వస్తువులు మండునపుడు అవి గాలియందలి ప్రాణాధార భాగముతో సంయోగించి వాటి బరువు పోవును.

లావ్వాజ్యే చేసిన ఈ వివరణను శాస్త్రజ్ఞులు వెంటనే ఆమోదించలేదు. పదిసంవత్సరములు ఓపికతో శాస్త్రజ్ఞుల ఆమోదముకై నిరీక్షించి, స్టాల్ నిర్వచించిన ఫ్లోజిస్టాన్ సిద్ధాంతమును సింహావలోకనమును శీర్షిక గల వ్యాసములో లావ్వాజ్యే తీక్షణముగా విమర్శించెను. క్రమక్రమముగా ఫ్రెంచ్, బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్తలు అందరు ఈ సిద్ధాంతము నందలి సత్యమును గ్రహించి ఆమోదించిరి. చివరకు జర్మను శాస్త్రజ్ఞులకూడ స్టాల్ సిద్ధాంతము సత్యసమ్మతము కాదని తెలిసికొని వదలివేసిరి.

ఫ్లోజిస్టాన్ సిద్ధాంతమును ఖండించుటతో లావ్వాజ్యే పరిశోధనలు ముగియలేదు. అంతకుపూర్వము రాబర్ట్ బోయిల్ నెలకొల్పిన మూలద్రవ్యనిర్వచనమునకు ఇతడు వ్యాప్తిని కలిగించెను. రాసాయనిక విశ్లేషణమునకు లొంగని వస్తువులను మూలద్రవ్యములుగా భావింపవలెనని లావ్వాజ్యే బోయిల్ ను అనువదించెను. ఈ దృష్టిలో ఆయన కాలమునాటి కింకను రాసాయనిక విశ్లేషణమునకు చోటియ్యని సున్నము, బెరైటా, మగ్నీషియా, అల్యూమినా అను ఊరములు మూలద్రవ్యము లనియే ఈయన భావించెను. కాని, భావి శాస్త్రజ్ఞులకృషి వలన తాను మూలద్రవ్యము లని అనుకొనిన ఈ ఊరములు యాగిక ద్రవ్యములని రుజువు కావచ్చు ననికూడ వచించెను.

మూలద్రవ్య నిశిత నిర్వచనముతో నేలంటుదళ వదలి రాసాయనిక శాస్త్ర మభివృద్ధి నొందసాగెను. రాసాయనికపుమార్పు లక్షణములు కూలంకషముగా శోధింప బడెను. అందువలన రాసాయనిక క్రియలు అనుసరించు మూలనియమములు వెల్లడి అయ్యెను.

రాసాయనికపు మార్పు ముఖ్యలక్షణములు: 1. మొదటి ద్రవ్యములు అదృశ్యమై క్రొత్త గుణములతో క్రొత్త ద్రవ్యములు ఏర్పడును. 2. రాసాయనికపు మార్పునందు ఏదో ఒకవిధమగు శక్తి రూప మగుపడును. కొన్ని మార్పులయందు వేడిమి, కాంతి కనపడవచ్చును. కొన్ని టీయందు విద్యుచ్ఛక్తి పుట్టుటకాని, ఖర్చు అగుటకాని జరుగవచ్చును.

వైలక్షణములు కేవలము గుణాత్మకములు. రాసాయనికపు మార్పునందు పాల్గొను ద్రవ్యముల పరిమాణముల మార్పులో అగుపడు నియమములు నాలుగు :

1. భారనిత్యతా నియమము ;
2. స్థిరనిష్పత్తి నియమము ;
3. గుణిజ నిష్పత్తి నియమము ;
4. తుల్యభార నియమము.

భారనిత్యతా నియమము ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమును లావ్వాజ్యే ఖండించిన సందర్భమున నిర్వచింపబడినదని ఇది వరకే చెప్పియుంటిమి. ఇంతకుముందే జీన్ రే శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతి మూలద్రవ్యమునకును స్వభావసిద్ధమైన బరువు ఉండు ననియు, ఆ మూలద్రవ్యము ఎన్ని రాసాయనికక్రియల యందు పాల్గొనినను దాని బరువు పోవుటగాని, తగ్గుట గాని జరుగదనియును చెప్పెను. స్పష్టముగా నిర్వచనను చేయలేకపోయినను, బ్లాక్ మగ్నీషియా ఆల్బానుగురించి చేసిన పరిశోధనలలో భారనిత్యతానియమము ఇమిడి యున్నదనుట స్పష్టము. క్రి. శ. 469 - 470 లో డెమో



క్రటీజ్ తన పరమాణువాదమున పరమాణువులభారము నిత్యమనియును, శూన్యమునుండి ద్రవ్యము ఉత్పన్నమగుట గాని, ఇదివరకున్న ద్రవ్యము శూన్యమగుటగాని తటస్థించదనియును సిద్ధాంతీకరించెనని ఈవరకే చెప్పబడినది. కదాదవై శేషిక సిద్ధాంతము క్రీ. పూ. 5 వ శతాబ్దము లోనే పరమాణువులకు ఉత్పత్తి, నాశనములు లేవని నిరూపించెను.

జ్వలనసిద్ధాంతమును స్థాపించుసందర్భమున లావ్వాజేయ తగరమును మూసిన పాత్రలో కాల్చి పాత్ర మొత్తపు భారములో మార్పులేదని నిరూపించెనని ఇదివరకే చెప్పి యుంటిమి. ఈ ప్రయోగఫలితమైన భారనిత్యతా నియమము ఆయన సిద్ధాంతమునకు మూలభూతమైనట్లుకూడ తెలిసికొనియున్నాము.

దీపము వెలుగునపుడు చమురు నశించునట్లును, చెట్టు పెరుగుటలో క్రొత్తద్రవ్యము సృష్టమైనట్లును స్థూలానుభవమునకు కానవచ్చును. ఈ రెండు ఉదాహరణములు ఈ భారతనిత్యతా నియమమునకు అపవాదము లేదా విరోధము అను భ్రమ కలుగవచ్చును. కాని, సూక్ష్మముగా పరిశీలించినచో మండుచమురు ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి ఆవిరి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువుగా మారి అదృశ్యమగును. ఈ ఫలద్రవ్యములను సంగ్రహించి వాటి భారమును కనుగొన్నచో రాసాయనికపు మార్పును చెందిన చమురు, ఆక్సిజన్ మొత్తపు బరువునకు సరియగును. ఎదిగెడుచెట్టు విషయమైకూడ అది ఆహారముగా గ్రహించెడి నీరు, గాలి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు మొదలైనవాని బరువుల మొత్తమును నిర్ధారణచేయ గలిగితమేని ద్రవ్యమేదియును నూతనముగా సృష్టము కాలేదని నిరూపించవచ్చును.

స్థిరనిష్పత్తి నియమము: ఫ్రాన్స్ దేశస్థుడగు బెర్తొలే రెండు ద్రవ్యములమధ్య జరుగు రాసాయనిక ప్రక్రియను శాసించు పరిస్థితులను పరీక్షించు సందర్భములో ఒక నియమితకాలములో రాసాయనిక ఫలముగా వచ్చు ద్రవ్యరాశి, మొదటిద్రవ్యముల సాంద్రత ఎంతెక్కువగా నున్న అంతెక్కువ ఉత్పన్నమగునని నిష్కర్షకు వచ్చెను. ఈ నిష్కర్షను ప్రచురించుపట్ల రాసాయనికపుమార్పు గురించి ఒక తప్పు అభిప్రాయమును వెలిబుచ్చినాడు. అది ఏమన రెండు ద్రవ్యములు ఏ నిష్పత్తిలోనైనను రాసాయనికముగా సంయోగించవచ్చునని. ఈ అభిప్రాయమును దిద్దుటకు పూస్ట్ అను ఇంకొక ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని (బెర్తొలేకు సమకాలీనుడు), ప్రయోగములను కావించి, రాసాయనికముగా సంయోగించు రెండుద్రవ్యముల రాశులెప్పుడును

స్థిరనిష్పత్తిలో నుండునని రుజువుచేసెను. ఒక యోగికమును అనేక విధానముల శోధనాగారమందు తయారు చేసియు, దానినే ఖనిజలోకమునుండి సంపాదించియు వీటి రాసాయనిక సంఘట్టనము ఎప్పుడు ఒకే విధముగ నుండునని చూపెను. బెర్తొలే, పూస్ట్ లమధ్య వాదప్రతివాదములు పదియేండ్లు జరిగినవి. కొనకు పూస్ట్ నకే జయము చేకూరినది. స్థిరనిష్పత్తినియమము స్థిరపడినది. కాని, డాల్బిన్ పరమాణు సిద్ధాంతము స్థాపితమైన తరువాత గాని స్థిరనిష్పత్తి నియమము రాసాయనికశాస్త్ర కక్ష్యలోనికి రాలేక పోయినది.

గుణిజనిష్పత్తి నియమము: బెర్తొలే దాడి నుండి స్థిరనిష్పత్తి నియమమును కాపాడుటలో పూస్ట్ కావించిన ప్రయోగములలో అక్కడక్కడ రెండు ద్రవ్యములమధ్య ఒకటికన్న ఎక్కువ యోగికము లుండునట్లు తెలిసినది. ఉదాహరణమునకు రాగి, గంధకముల మధ్య రెండు యోగికములున్నవి. ఈ రెంటిలో ప్రతియోగికమునందును మూలద్రవ్యముల భారనిష్పత్తి స్థిరమే. అందుచేత రెండు యోగికములకు రెండు విధములగు భారనిష్పత్తులుండును. అనాటి రాసాయనికులు యోగికముల భారనిష్పత్తులను శాతములలో వ్యక్తపరచు చుండెడివారు. అందుచేరెండు యోగికములందును నియతభారము గల ఒక మూలద్రవ్యముతో సంయోగించు రెండవ మూలద్రవ్యపు భారమును లెక్కించుట ఆచారములోలేదు. ఇట్లు లెక్కించినట్లైన గుణిజనియమము పూస్ట్ నకే స్ఫురించెడిది.

ఉదా: ఇనుము రెండు భిన్ననిష్పత్తులలో ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి రెండు భిన్నధర్మములుగల యోగికములు ఏర్పడును. అందు మొదటిది ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్ (నలుపు రంగు); రెండవది ఫెరిక్ ఆక్సైడ్ (ఎరుపు రంగు).

శాతములు

|                 | ఇనుము | ఆక్సిజన్ |
|-----------------|-------|----------|
| ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్ | 77.24 | 22.76    |
| ఫెరిక్ ఆక్సైడ్  | 69.34 | 30.66    |

ఈ పరిమాణ సంబంధములు శాతములలో నున్నంత కాలము ఈ రెండు యోగికములమధ్య పరిమాణాత్మక సంబంధమేమియు గోచరించదు. కాని, ఈ శాత సంఖ్యలను ఉపయోగించి రెండు యోగికములలో ఒకే నియమిత భారము ఇనుముతో సంయోగించు ఆక్సిజన్ ని లెక్కించిన క్రింది సంఖ్యలు సిద్ధించును.

ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్ లో 77.24 భాగముల ఇనుముతో 22.76 భాగములు ఆక్సిజన్ సంయోగించినది.

ఫెరిక్ ఆక్సైడ్ లో ఆ 77.24 భాగముల ఇనుముతోనే 34.14 భాగములు ఆక్సిజన్ సంయోగించినది.



$$\frac{\text{ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్ లో ఉన్న ఆక్సిజన్}}{\text{ఫెరిక్ ఆక్సైడ్ లో ఉన్న ఆక్సిజన్}} = \frac{22.76}{34.14} = \frac{2}{3}$$

అనగా ఫెర్రస్, ఫెరిక్ ఆక్సైడ్ లలో ఒకేభారము ఇనుముతో సంయోగించిన ఆక్సిజన్ భారములు 2:3 అను సరళపూర్ణాంకముల నిష్పత్తిలో నున్నవి.

పూర్వకాక మరికొందరు ఆ కాలపువారు, తరువాత కాలపువారు కూడ, రెండు ద్రవ్యములు ఒకటికన్న ఎక్కువ నిష్పత్తులలో రాసాయనికముగ సంయోగించునని కనుగొనిరి. రిఫ్టర్ (1792) వారిలో నొకడు. 1801 లో క్లెమెంట్, డెసార్మెస్ శాస్త్రవేత్తలు అదే కార్బన్ రాశి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ లో ఉన్న ఆక్సిజన్ రాశికి రెండింతలైన ఆక్సిజన్ రాశితో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ లో రాసాయనికముగా సంయోగించినదని చూపిరి. బై కార్బోనేట్ లలో ఒకేపాలు లవణాధారముతో కార్బోనేట్ లలో ఉన్నకన్న రెట్టింపుపాలు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ఉన్నదని వూలాస్టన్ కనుగొనెను. వీరిలో ఎవ్వరును ఈ ఫలములను సమన్వయించి నియమముగా నిర్వచించినవారు లేరు. ఆ కీర్తి పరమాణు సిద్ధాంత కర్తయగు జాన్ డాల్టన్ ఒక్కనికే దక్కినది. దీనికి కారణము డాల్టన్ ఈ నియమమును పరమాణు సిద్ధాంతము నుండి సాధించెను. ఆ వాదము యొక్క ముఖ్యప్రమేయములు :

1. రాసాయనిక సంయోగము మూలద్రవ్యములయొక్క పరమాణువుల మధ్య జరుగును ;
2. పరమాణువులు అవిభాజ్యములగుటచేత, (a) ఒక మూలద్రవ్యముయొక్క ఒక పరమాణువు మరియొక మూలద్రవ్యము యొక్క ఒక పరమాణువుతో (స్థిర నిష్పత్తిలో) గాని, (b) ఒక మూలద్రవ్యముయొక్క ఒక పరమాణువు మరియొక మూలద్రవ్యముయొక్క ఒకటి కంటె ఎక్కువ పరమాణువులతో (గుణజనిష్పత్తిలో) గాని సంయోగించవచ్చును ;
3. ఈ రాసాయనిక సంయోగము జరుగునప్పుడు ప్రత్యేక పరమాణువుల భారము హెచ్చుటగాని, తగ్గుటగాని ఉండదు.

రాసాయనికసంయోగము సిద్ధాంత ప్రకారము నియత సంఖ్యగల పరమాణువులమధ్యనే జరుగునెడల ఒక మూలద్రవ్యపరమాణువుతో ఒకటిగాని, రెండుగాని మరియొక మూలద్రవ్య పరమాణువులు సంయోగించవచ్చును. ఈ ఊహ నిజమైనచో, రెండు మూలద్రవ్యములు సంయోగించి ఒకటికన్న ఎక్కువ యోగికములను ఇచ్చు పరిస్థితులలో ఒక మూలద్రవ్య నియత రాశితో రెండుయోగికములందును సంయోగించు రెండవ మూలద్రవ్యరాశులు రెండును 1 : 2 లేదా 1 : 3 లేదా 2 : 3 (అనగా సరళ పూర్ణాంక నిష్పత్తిలో) ఉండవలెను. ఇట్టి యోగికముల

కొరకు ప్రయోగక్షేత్రమును వెదకుటలో డాల్టన్ ఈ గుణజనిష్పత్తి నియమమును ప్రత్యక్షించెను. తక్కిన రాసాయనికులకు ఇట్టి సిద్ధాంతసాహాయ్యము లేదనుట స్పష్టము.

తుల్యభార నియమము : రిఫ్టర్ 1791-1802 మధ్య ఆష్టుములు ఊరములతో రాసాయనికముగా సంయోగించి లవణములు ఏర్పడునపుడు, సామాన్యనియమ మొకటి గోచరించునని ప్రయోగ మూలముగా కనుగొనెను. ఒక నిర్దిష్టభారముగల ఆష్టుముతో సంయోగించు ప్రత్యేక ఊరముల భారములకు తుల్యభారము అని రిఫ్టర్ పేరిడెను. అట్లే ఒక నిర్దిష్టభారముగల ఊరముతో సంయోగించు ప్రత్యేక ఆష్టుముల భారములు కూడ తుల్యభారములే. ప్రతి ఆష్టుమునకు, ప్రతి ఊరమునకు రిఫ్టర్ ఇట్టి వివిధ ఊర, ఆష్టు తుల్యభారములను నిర్ణయించి ఎన్ని ఆష్టుములు, ఎన్ని ఊరము లున్నవో అన్ని పట్టికలను తయారుచేసెను. రిఫ్టర్ తయారుచేసిన వేరువేరు పట్టికల నన్నిటినిచేర్చి వాటి సారాంశమును ఫిషర్ అను ఇంకొక జర్మనువిజ్ఞుడు రెండుపట్టికలలో ఇమిడెను. ఈ రెండు పట్టికలు ఈ క్రిందివి. మొదటిదానిలో 1000 భాగముల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో సంయోగించు వివిధ లవణాధారముల భారములు కలవు. రెండవపట్టికలో 1605 భాగముల పొటాష్ ఊరముతో సంయోగించు వివిధ ఆష్టుముల భారములు ఉన్నవి. రెండవ పట్టికలో పొటాష్ ఊరపు 1605 భాగములను శీర్షికగా తీసికొనుటకు కారణము మొదటి పట్టికచూసిన బోధపడ గలదు. 1605 సంఖ్య 1000 భాగముల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో సంయోగించు పొటాష్ ఊరపు భాగమును తెలియచేయును:

#### 1. లవణాధారములు

(1000 భాగముల గంధకీకాష్టుముతో

సంయోగించు భారములు)

|           |     |      |
|-----------|-----|------|
| అల్యూమినా | ... | 525  |
| అమోనియా   | ... | 672  |
| సున్నము   | ... | 793  |
| సోడా      | ... | 859  |
| పొటాష్    | ... | 1605 |

#### 2. ఆష్టుములు

(1605 భాగముల పొటాష్ ఊరముతో

సంయోగించు భారములు)

|                      |     |      |
|----------------------|-----|------|
| కార్బానిక్ ఆసిడ్     | ... | 572  |
| హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ | ... | 512  |
| ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్      | ... | 755  |
| నైట్రిక్ ఆసిడ్       | ... | 1000 |
| సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్    | ... | 1405 |



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

ఈ రెండు పట్టికలలో నేదేని యొకద్రవ్యమును మనము ఎంచుకొందము; ఉదాహరణమునకు మొదటిపట్టికలోని సోడాషారమును తీసికొందము. దానికెదురుగా నున్న సంఖ్య 859. అనగా, ఈ 859 భాగముల సోడాషారము రెండవపట్టికలో నున్న ఏ ఆమ్లముతోనైనను దాని కెదురుగా చూపినసంఖ్య తెలియజేయు భారముతో సంయోగించును. అటులనే రెండవ పట్టికలోనున్న ఏ ఆమ్లమైనను దానికెదురుగా కన్పట్టుసంఖ్య తెలియజేయు భారమును స్వీకరించి మొదటిపట్టికలో నున్న ఏ షారముతోనైనను దానికెదురుగా కన్పట్టుసంఖ్య తెలియజేయు భారముతో సంయోగించకలదు.

ఈ పైని పేర్కొనిన ప్రయోగఫలితములను, రిఖ్టర్ ఫ్లోజిస్టాన్ పరిభాషలో వివరించుటచేతను, ప్రయోగము వలన లభ్యమైనసంఖ్యలకు నిజముగాలేని ఒక గణిత క్రమ మున్నదని భ్రమించుటచేతను రిఖ్టర్ వ్రాతలు సమకాలీనులకు స్పష్టముగా అర్థముగాలేదు. అస్పష్టతను తీసివేయగా ఆయనవ్రాతలలో నిలచిన రాసాయనిక జ్ఞానము రాసాయనికశాస్త్ర మూల నియమముగా పరిణమించినది.

“ఒకే నిర్దిష్ట భారము ఆమ్లమును సంపూర్ణముగా తటస్థీకరించు వివిధ షారముల భారములు రాసాయనికముగా తుల్యములు; లేదా, ఒకే నిర్దిష్ట భారము షారమును సంపూర్ణముగా తటస్థీకరించు వివిధ ఆమ్లముల భారములు రాసాయనికముగా తుల్యములు” అని అందరికి తెలియు భాషలో ఈ నియమమును వ్యక్తపరచవచ్చును

ఈ తుల్యభారనియమము ఆమ్లముల, షారములమధ్య జరుగు తటస్థీకరణప్రక్రియకేకాక సర్వేసర్వత్ర రాసాయనిక సంయోగప్రక్రియలయం దెల్లడలను అన్వయించునను విషయమును బర్జీలియస్ నిరూపించెను. ఉదా: సోడియమ్ హైడ్రైడ్ అను యోగికము ఏర్పడుటలో 23 గ్రాముల సోడియమ్ 1 గ్రాము హైడ్రోజన్ తో సంయోగించును. అనగా, ఈ సంయోగ కార్యమందు 23 గ్రాముల సోడియమ్ నకు 1 గ్రాము హైడ్రోజన్ తుల్యము.

అట్లే సోడియమ్ క్లోరైడ్ (మామూలు ఉప్పు) యోగికము ఏర్పడుటలో 23 గ్రాముల సోడియమ్ 35.5 గ్రాముల క్లోరీన్ తో సంయోగించును. అనగా, 23 గ్రాముల సోడియమ్ నకు 35.5 గ్రాముల క్లోరీన్ రాసాయనికముగా తుల్యము.

హైడ్రోజన్ కిని, క్లోరీన్ కును మధ్య రాసాయనిక సంయోగము జరుగగలదు. ఈ సంయోగమందు హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ అను యోగిక మేర్పడును. ఈ యోగికము

ఏర్పడినపుడు మూలద్రవ్యముల భారనిష్పత్తిని ప్రయోగములచే కనుగొనవచ్చును. 1 గ్రాము హైడ్రోజన్ 35.5 గ్రాముల క్లోరీన్ తో సంయోగించునని ప్రయోగము చూపుచున్నది. హైడ్రోజన్, క్లోరీన్ పరస్పరము సంయోగించు ప్రక్రియయందుకూడ, సోడియమ్ తో నివి ప్రత్యేకముగా సంయోగించునపుడు లబ్ధములైన తుల్యభారములే మనకు మరల తారసిల్లినవి. అనగా, 23 గ్రాములతో రాసాయనికముగా తులతూగు హైడ్రోజన్, క్లోరీన్ ల భారములు వీటి పరస్పర సంయోగమందుకూడ కన్పట్టుచున్నవి.

పైని మనము మూడు మూలద్రవ్యములను ఉదాహరణగా తీసికొంటిమి. A, B, C, D, E, F మొదలుగా గల ఎన్నిమూలద్రవ్యములను తీసికొన్నను ఒక నిర్దిష్ట భారము A తో సంయోగించగల B, C, D, E, F మొదలుగా గల మూలద్రవ్యముల భారములు వాటితోనవి పరస్పరము సంయోగించునపుడు కూడ కనపడు భారములని ప్రయోగములచే నిరూపించవచ్చును. నాటికి తెలిసిన అన్నిమూలద్రవ్యములకును సంయోగభారములను\* అనేక ప్రయోగముల కావించి బర్జీలియస్ కనుగొనెను. ఈ ప్రయోగ ఫలితములను సాధారణీకరించిన, క్రింది నియమము బయలు పడినది.

“ఒక మూలద్రవ్యపు నిర్దిష్ట భారముతో సంయోగించు వివిధమూలద్రవ్యముల భారములు, పరస్పరము రాసాయనికముగా తుల్యములు. అనగా, ఈ భారములలోగాని వాటి గుణ్యములతోగాని ఈ మూలద్రవ్యములు ఒండొంటితో రాసాయనికముగా సంయోగించును.” ఈ సంయోగ భార నియమము పరమాణుసిద్ధాంతమునకు బీజము. (చూ. రాసాయనికశాస్త్ర మూలభావములు : సంయోగ భార నియమము.)

డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతము - దాని ఉత్పత్తి : 1802 నాటికి పైని పేర్కొనిన రాసాయనిక నియమముల నిర్వచనము ముగిసినది. ఈ నియమముల అంతరార్థము ఇంకను కనుగొనవలసియున్నది. వీటినిన్నిటిని గుదికూర్చి ఆధునికశాస్త్రదృష్టిలో వివరించి, ద్రవ్యతత్త్వరహస్యమును వెల్లడించినవాడు జాన్ డాల్టన్. జాన్ డాల్టన్ ఇంగ్లీషు విజ్ఞాని; మాంచెస్టర్ నగరమున ఉపాధ్యాయ వృత్తిలో జీవితము గడుపుచుండెడివాడు. ఆ కాలములో నగరపురపాలక సంఘముతరపున వాతావరణ స్థితివిషయమైన అన్వేషణములను గావించు చుండెను. వాతావరణ స్థితివిషయమై ఈయన కొకప్రశ్న తట్టిచది. గాలియందు

\* సంయోగ కార్యమందు పాల్గొను ఈ మూలద్రవ్య భారములకు సంయోగ భారములని పేరు.



విశిష్టభారములుగల భిన్నవాయువుల భాగములు బరువైనది అడుగున, తేలికది పైని వేరవకుండ మిశ్రముగానే ఉండుటకు కారణమేమి? ఈ వివరణలో డాల్టన్ ఇదివరకు న్యూటన్ చే స్థాపింపబడిన భౌతికపరమాణు సిద్ధాంతప్రమేయములను ఉపయోగించి గాలిలో కలిసియున్న ప్రత్యేకవాయువులు (ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, నీటి యావిరి, కార్బన్ డైఆక్సైడ్) రాసాయనికముగా సంయోగించినస్థితిలో ఉన్నవేమో అని అనుమానించెను. గాలిలో ఉన్న వివిధ వాయువులు ఎల్లప్పుడు ఒకే నిష్పత్తిలో ఉండుటచేత ఈ అనుమానము మరింత ధ్రువపడినది. ఈ అనుమానము నిజమగునో కాదో కనుగొనుటకు గాలిలో కలిసియున్న వివిధ వాయువుల పరమాణువుల సాపేక్ష సంఖ్యను డాల్టన్ కాగితముపై గణించుటకు ప్రయత్నించెను.

ఈ గణనలో గాలిలోనున్న ప్రత్యేకవాయువుల భారములు, పైనిచెప్పిన పరమాణు సంయోగభార నియమములను అనుసరించలేనట్లు డాల్టన్ గ్రహించెను. అందుచే గాలి యాగికద్రవ్యము కాదన్న నిష్కర్షకు ఆయన వచ్చెను. కాని, గాలిలోనున్న వివిధ వాయువులను సమానసాంద్రతగల మిశ్రముగా నుండుటకు గల పేతువు డాల్టన్ కు మొదట స్ఫురించలేదు. న్యూటన్ భౌతిక పరమాణు సిద్ధాంతమందొక ప్రమేయము డాల్టన్ కు సమాధానమును సూచించినది. ఒకే ద్రవ్యపు పరమాణువులు పరస్పరము అపకర్షించుకొను ననియు, భిన్నద్రవ్యముల పరమాణువులు ఆకర్షించుకొను ననియు న్యూటన్ చేసిన సూచనను అనుసరించి విజాతీయవాయుద్రవ్యముల పరమాణువులు పరస్పరాకర్షణబలముచే పొరలక్రింద వేరుపడక సంపూర్ణముగా కలిసియుండునను సమాధానమునకు డాల్టన్ వచ్చెను. వివిధద్రవ్యముల పరమాణువులు విజాతీయగుణములు కలిగియుండునను న్యూటన్ చే సూచితమైన భావమును డాల్టన్ క్రింది రాసాయనిక ప్రయోగముచే నిరూపించెను :

గాలితో నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ (సురేకారవాయువు) ను కలిపి గాలియందున్న ఆక్సిజన్ ఆయతనమును నిర్ధారణ చేయుట. నూరు భాగముల గాలితో 38 గాని, 72 గాని భాగములు నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ సంయోగించి, గాలిలో ఉన్న ఆక్సిజన్ ని నీటిలో కరుగు నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్ గా మార్చి, ఆక్సిజన్ ని గాలి నుండి తీసివేయును. ఈ ప్రయోగ ఫలిత ప్రకారము గాలియందున్న ఆక్సిజన్ ఒకమారు ఒక ఆయతనము నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ తోను, రెండవమారు రెట్టింపు ఆయతనము నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ తోను సంయోగించు నని తేలినది. 'ఆయతనము' అను మాటకు బదులు 'పరమాణువు'

అనుమాట వాడుకచేసి, డాల్టన్, గాలి నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ తో సంయోగించినప్పుడు ఆయతన నిష్పత్తులను సాంద్రతతో గుణించిన వచ్చు భారముల నిష్పత్తులు ముఖ్యమను అభిప్రాయమునకు వచ్చెను. ఈ భారములను నిర్ణయించుటలో వివిధ వాయువుల పరమాణువులు వివిధభారములు కలిగియుండునని డాల్టన్ కు తెలిసినది. అందుచే వివిధ పరమాణువుల భారములను నిర్ణయించుటకు డాల్టన్ పూనుకొనెను. మొట్టమొదట కేవల భౌతికధర్మమగు గాలియొక్క మిశ్రస్వభావమును అన్వేషించుటతో ప్రారంభమైన ఈ భారనిర్ణయ ప్రయత్నము రాసాయనికముగా ఒండొంటితో సంయోగించు మూలద్రవ్య పరమాణుభారములను నిర్ధారణచేయుటగా పరిణమించినది. తన పరమాణు సిద్ధాంతమును నిర్వచించుటలో తనకు పూర్వము గ్రీకుల కాలమునాటినుండియు ప్రచారములో నున్నవి, 17 వ శతాబ్దములో న్యూటన్ మొదలగు భౌతికశాస్త్రజ్ఞుల అంగీకారమును పొందినవి అగు భావములను డాల్టన్ ఉపయోగించుకొనెను. ఈయన సిద్ధాంతమందు ప్రవేశపెట్టిన నూతనత్యము, ఆ సిద్ధాంతమును రాసాయనిక సంయోగమునకు పట్టించి సంయోగ నియమముల వివరించుట. డాల్టన్ సిద్ధాంతకల్పనలను క్రింది విధమున సంగ్రహించవచ్చును :

1. జగత్తునందలి వివిధద్రవ్యములకు మూలభూతమగు ప్రాథమికద్రవ్య మొకటి కలదను ప్రాచీనుల ఊహ నిరాధారము;
2. ద్రవ్యము పరమాణు సముదాయము. పరమాణువు లనగా విభజించుటకు వీలులేని అంత్యద్రవ్యభాగములు ;
3. ఎన్నిమూలద్రవ్యము లున్నవో అన్నివిధములగు పరమాణువులు కలవు. ఒక మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణువు లన్నియు వాటి గుణములలో, ముఖ్యముగా వాటి భారములో సమానముగా ఉండును. భిన్న మూలద్రవ్య పరమాణువులు, భిన్నధర్మములను, ముఖ్యముగా భిన్నభారములను కలిగియుండును ;
4. రాసాయనికసంయోగ మెప్పుడును మూలద్రవ్యముల పరమాణువుల పూర్ణసంఖ్యల మధ్యనే జరుగును ;
5. పరమాణువుల ప్రత్యేకభారములను కనుగొనుట అసాధ్యము; వాటి సాపేక్షభారములే ప్రయోగలభ్యములు. భారనిష్పత్తిని యాగికఘటకముల భారము నుండి కనుగొనవచ్చును ;
6. ఒక పరమాణువులో ఎన్నెన్ని వివిధపరమాణువు లున్నవో ప్రయోగమువలన తెలిసికొనుటకు వీలులేదు కావున, పరమాణు సాపేక్ష భారములను నిర్ణయించుటకు సైతము, ఈ క్రింద పేర్కొనిన కొన్ని సులభమైన కల్పనలు ఆవశ్యకము.

(a) రెండు మూలద్రవ్యముల మధ్య ఒకే యాగికములభ్యమైనపుడు ఆ యాగికము 'ద్విపరమాణుక' మని - అనగా, రెండుమూలద్రవ్యముల ఒక్కొక్క పరమాణువే యాగికములో నున్నది అని ఊహించవలెను.



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

(b) రెండు మూలద్రవ్యముల మధ్య రెండు వేరు వేరు యోగికము లున్నపుడు అందొకటి ద్విపరమాణుకము, రెండవది త్రిపరమాణుకము అని ఊహించవలెను.

ఈ పై సరళకల్పనల ఉపయోగమునకు దృష్టాంతము :

A, B రెండు మూలద్రవ్యములు ;

a, b వాటి పరమాణు భారములు.

A యొక్క m పరమాణువులు B యొక్క n పరమాణువులతో సంయోగించనిమ్ము. అప్పుడు A, B ల సంయోగభారములు ma, nb (ఇచ్చట a ఒక పరమాణు భారము, m పరమాణువుల సంఖ్య, ఈ రెంటి గుణకము ma, ఇట్లే nb కూడ సిద్ధించును).

ప్రయోగము వలన లభించిన సంయోగ భారములు p, q లు అనుకొనిన పరమాణుసिद्धాంతప్రకారము p, q లు ma, nb ల నిష్పత్తిలో నుండవలెను.

$$p : q :: ma : nb$$

ప్రయోగఫలములగు p, q లకు సిద్ధాంతప్రమేయముల నప్పించగా వచ్చిన సమీకరణ మిది. ఇందు m, n, a, b లను నాలుగింటి విలువ తెలిసికొనవలసి యున్నది. వాటిని నిర్ణయించుటకు కనీసము నాలుగు సమీకరణములు కావలెను. మనకు లభించిన సమీకరణ మొక్కటియే  $\frac{p}{q} = \frac{ma}{nb}$ . అందుచే m, n ల విలువల విషయమై మన మొక కల్పనను చేసినగాని a, b లను సాపేక్షముగానైన నిర్ణయించుటకు వీలులేదు.

ఇదివరకే ప్లోజిస్టాన్ వాద సందర్భమున శాస్త్ర విధాన లక్షణములను పేర్కొంటిమి.

మొదట అనుభూతవిషయములు తరువాత నియమమును సాధించుట, తరువాత నియమమును వివరించుటకు సిద్ధాంతకల్పన - కొనకు సిద్ధాంతమునుండి సాధితమైన ఊహను ప్రయోగముచే సమర్థింప జూచుట.

డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతముపై శాస్త్రీయపద్ధతి ననుసరించి స్థాపించబడిన దను విషయమును కొంచెము విచారితము. 1802 పూర్వము శాస్త్రవేత్తల కృషివలన రాసాయనిక కార్యమునకు సంబంధించిన సంగతుల సంగ్రహణము జరిగినది. ఈ సంగతులను నాలుగు తరగతులుగా వర్గీకరించి అందుండి రాసాయనిక పరిణామమునకు సంబంధించిన నాలుగు నియమములుగా రాసాయనికులు, వేరు వేరు కాలములలో వెలిపుచ్చిరి. ఆ నియమముల వివరించుటకై డాల్టన్ ప్రాచీనసిద్ధాంతమును స్వీకరించి, దానిని మార్చి ప్రకృత ప్రయోగఫలితములకు అన్వయించునట్లు చేసెను. ఇంతటితో శాస్త్రీయసిద్ధాంత రచనాసరణిలో మూడు మజి

లీలు ముగిసినవి. ఇంక నాలుగవది : సిద్ధాంతమునుండి సాధించబడిన ఊహను ప్రయోగముచే సమర్థింప చూచుట. ఈ సమర్థననుగూడ డాల్టన్ ఎట్లు నిర్వహించెనో గుణిజ నిష్పత్తి నియమావిష్కరణ సందర్భమున చెప్పియుంటిమి.

ఇట్లు సంపూర్ణ శాస్త్రీయముగా వెలసిన డాల్టన్ పరమాణుసిద్ధాంతము రాసాయనిక శాస్త్రమునకు పునాది వంటిది. దీనిని ప్రాచుర్యములోనికి తెచ్చినవాడు డాల్టన్ జీవితచరిత్రను వ్రాసిన తామస్ తామ్సన్ ; డాల్టన్ సమకాలీనుడు. పరమాణుసిద్ధాంతమును సమగ్రముగా స్థాపించుటయేకాక, రాసాయనిక కార్యఫలితములను క్లుప్తముగా తెలియజేయుటకు డాల్టన్ ఒక సంకేతసరణినికూడ సృష్టించెను. ఈ సంకేతసరణి కొంచెము క్లిష్టముగా నుండుటచే వాడుకలో నిలువలేదు. ప్రస్తుతము వాడుకలో నున్న పద్ధతి బర్జీలియస్ (1779 - 1848) అను స్వీడన్ దేశ రాసాయనికుడు కల్పించినది.

ప్రచార మెంతజరిగినను డాల్టన్ సమకాలీనులలో కొంతమంది ముఖ్యులు పరమాణువాదమును అంగీకరించ లేదు. దీనికికారణము కొన్ని ప్రయోగఫలితములు ఈ సిద్ధాంతమును పోషించకపోవుట. ఈ విసంవాదము ఒక ఉదాహరణముచే చూపనగు : హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్ మధ్య డాల్టన్ నాడు తెలిసిన యోగికము ఒక్క అమోనియా : ఈ యోగికములో మూలద్రవ్యముల భారనిష్పత్తి, హైడ్రోజన్ : నైట్రోజన్ :: 1:4 అని డాల్టన్ ప్రయోగముచే కనుగొనెను. అట్లే హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ ల మధ్య ఒకే యోగికము - నీరు, డాల్టన్ నాడు తెలిసినది. నీటిలో హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ భారనిష్పత్తి 1: 8. నైట్రోజన్ ఆక్సిజన్ ల యోగికములు అయిదున్నవని డాల్టన్ కు తెలుసును. ఇవి : నైట్రస్ ఆక్సైడ్, నైట్రిక్ ఆక్సైడ్, నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్, నైట్రోజన్ ట్రైఆక్సైడ్, నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్. వీటి భార నిష్పత్తులను సర్ హంఫ్రీ డేవీ ప్రాయోగికముగా నిర్ణయించినాడు. ఈ శ్రేణికిచెందిన యోగికములన్నిటిలో మొదటిదియగు నైట్రస్ ఆక్సైడ్ లో ఒకనియత భారము నైట్రోజన్ కనిష్టభారము ఆక్సిజన్ రాసాయనికముగ కలసియుండ వలెను. ఈ శ్రేణిలోనున్న యోగికములలో ఒకనియత భారము నైట్రోజన్ సంయోగించు ఆక్సిజన్ భారము మొదటియోగికమునుండి ఐదవదానివరకు క్రమముగా హెచ్చుచుండును. ఈ యోగికశ్రేణికి పైని పేర్కొనిన డాల్టన్ కల్పనను పట్టించితిమేని మొదటియోగికములో ఒక నైట్రోజన్ పరమాణువుతో ఒకే ఆక్సిజన్ పరమాణువు సంయోగించి యుండవలెను.



డాల్టన్ సిద్ధాంతప్రకారము ఈ యాగికము ద్విపరమాణుకమై యుండవలెను. అనగా, యాగికపరమాణువు నందు ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ చెరియొకపరమాణువు ఉండవలయును. అమోనియా, నీరు భారసంఘట్టనములనుండి లెక్కించిన నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ల పరమాణుభారములు 4, 8-ఈ భారములే పరస్పర నిష్పత్తి నియమానుసారముగ నైట్రస్ ఆక్సైడ్ ద్విపరమాణుకమందుకూడ కనపడవలెను. అనగా, ఆ యాగికమందు నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ల భారనిష్పత్తి 4:8 కావలెను. ప్రయోగము వెలిపుచ్చిన నిష్పత్తి 14:8. సిద్ధాంతమునుండి సాధితమైన ఊహను ప్రయోగము సమర్థించలేదు. అందుచే సిద్ధాంతము కుంటు పడినది. ఈ దోషము అసలు సిద్ధాంతమునందు లేదు. సంయుక్తపరమాణువులందు మూలపరమాణువుల సంఖ్యలను గురించి డాల్టన్ సృజించిన స్వచ్ఛందకల్పనలలో ఉన్నది. ఈ విషయము మున్ముందు స్పష్టమగును. ఇట్టి ప్రాతికూల్యము డేవీ మొదలగు శాస్త్రవేత్తలకు డాల్టన్ సిద్ధాంతమందు అప్రామాణ్యబుద్ధిని కలుగ జేసినది.

డాల్టన్ తన పరమాణుసిద్ధాంతమును ప్రయోగ నిదర్శనములచే స్థాపించుప్రయత్నములో నిమగ్నుడై యున్న సమయమునందే ప్రయోగమం దతినిపుణుడగు గేలుసాక్ అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు వాయువుల రాసాయనిక సంయోగమును గురించిన నియమము నొకదానిని 1809 లో కనిపెట్టెను. కొంతవరకు తన ప్రయోగఫలితములను ఉపయోగించియు, మరికొన్ని యాగికములకు సంబంధించిన భారనిష్పత్తులను, వాటి సాంద్రతలచే భాగించి ఆయతనములక్రింద మార్చియు ఈయన "వాయువు లెప్పుడును సరళాయతననిష్పత్తిలోనే రాసాయనికముగా సంయోగించును. సంయోగఫలమగు ద్రవ్యముకూడ వాయువే అయినచో దీని ఆయతనముకూడ మొదటివాయువుల ఆయతనములతో సరళనిష్పత్తిలో నుండును" అని నిరూపించెను. సాపేక్షికభారముల నిర్ణయించుటయందు సౌకర్యము కొరకు డాల్టన్ సృజించిన కల్పన నొకదానిని జ్ఞప్తియందుంచుకొనవలెను. అది ఏమన - రెండు మూలద్రవ్యముల మధ్య ఒకే యాగికము లభించినపుడు, ఆ యాగికము ద్విపరమాణుకమని - అనగా, ఆ యాగికమందు సంయోగించు రెండుమూలద్రవ్యముల ప్రత్యేక పరమాణువులు ఒకటొకటి చొప్పుననే యుండునని. నిజముగా ఈ ఊహ డాల్టన్ పరమాణుసిద్ధాంతమునకు చేటు చేకూర్చినది. విరుద్ధప్రమాణము లేనప్పుడు రెండు మూలద్రవ్యముల సరళతమ యాగికము ద్విపరమాణుకమన్న ఊహ నిరాశేషమే కాని, డాల్టన్ ఈ ఊహను

కల్పనయని మరచి ప్రయోగము అడ్డుతగులుచున్నను తన సిద్ధాంతమునకు ముఖ్యాంగముగ స్వీకరించినట్లు అగుపడుచున్నది. అట్లుకాకున్న "గేలుసాక్ నియమము సత్యమూ" మని డాల్టన్ చేసిన ఆక్షేపమును ఇంకొకవిధముగా బోధపరుచుకొనుటకు అవకాశములేదు. గేలుసాక్ ప్రయోగసత్యమును నిరూపించుటతోనే తృప్తిచెందెను. ఈ సత్యమును పాటించి గేలుసాక్ సరళాయతన నిష్పత్తికిని, తన పరమాణుసిద్ధాంతమునకును మౌలికమగు 'రాసాయనిక' సంయోగమం దెప్పుడును పరమాణువుల పూర్ణసంఖ్యలే పాల్గొను' నను కల్పనకును కల సంబంధమును డాల్టన్ కనుగొన ప్రయత్నించి ఉండవచ్చును. కాని, డాల్టన్ అట్లు కావించక గేలుసాక్ నియమమును ఒప్పుకొనిన జలము, అమోనియా మొదలగు యాగికములు ద్విపరమాణుకములని తను కల్పించిన ఊహ నిరర్థకమౌనను ఉపపత్తిని ఆధారముగాగొని, గేలుసాక్ నియమమందలి ప్రయోగసత్యమును నిరాకరించి ఊహ ప్రయోగసత్యము ననుసరించి తీరవలయునను శాస్త్రసంప్రదాయము నతిలంఘించెను.

ఇట్లు పక్షపాతప్రేరితుడై తన సిద్ధాంతమందలి చిక్కులను చక్కపరచు దైవదత్తమగు పరమసాధనమును డాల్టన్ చేజేత వదలుకొనెను. ఇంతలో 1810 లో ఆవాగాడ్రో అను ఒక ఇటలీదేశపు భౌతికవిజ్ఞుని 'వస్తువుల (మూల) అణువుల సాపేక్షభారముల నిర్ణయించు విధానము' అను వ్యాసము నొకదానిని ప్రచురించెను. రాసాయనికశాస్త్రజ్ఞులు ఈ పత్రికను తొలుదొల్ల అర్థముచేసికొనలేక అవజ్ఞత చూపినందులకై రాసాయనిక శాస్త్ర మొకఅర్థ శతాబ్దము తికమకలు పడవలసివచ్చినది. ఇరువది పేజీలు పరిమితిగల ఈ వ్యాసము డాల్టన్ పరమాణు వాదమును దోషరహితముగ దిద్ది, విపులీకరించినది. అందుచేతనే 'ఆవాగాడ్రో కల్పన' రాసాయనిక శాస్త్రమంతకును ఆధార స్తంభముగా విలసిల్లినది.

'సమానపరిస్థితులయందున్న వాయువుల సమాయతనములలో కణసంఖ్య సమాన' మని ఈ కల్పనకు మూలభూత ప్రమేయము. ఈ కణములకు 'అణువులు' (మోలిక్యూల్స్) అని ఆవాగాడ్రో పేరిడెను. ఈ కల్పనతో వాయువుల మూల అణువుల సాపేక్షభారములు సమానపరిస్థితులందు వాటి సాంద్రతలనిష్పత్తిలో నుండునను విషయము సులభముగా తెలియనగును. యాగికముల కీ యూహ పట్టించినప్పుడు ఆక్షేపణ వచ్చుచున్నదని ఆవాగాడ్రో గ్రహించగలిగెను. ఉదాహరణమునకు జలముయొక్క ఆయతన సంఘట్టనమును పరిశీలించుము. వాయురూపమున ఉన్న



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

జలము యొక్క ఆయతనము సంయోగమునందు పాల్గొను ఆక్సిజన్ ఆయతనమునకు రెండింతలున్నది. అనగా, అణు పరిభాషలో ఒక ఆక్సిజన్ అణువునుండి రెండు సంయుక్త జలాణువు లుద్భవించినవి. ఒక ఆక్సిజన్ అణువు రెండు హైడ్రోజన్ అణువులమధ్య సమవిభక్తమైనగాని ఇది సంభవించదు. కుశాగ్రబుద్ధియగు డాల్టన్ ఈ చిక్కును, ఆవాగాడ్రోకు పూర్వమే గ్రహించెను. కాని, పరమాణువులు అవిభాజ్యములన్న తన సిద్ధాంతమునకు అడ్డు తగులుటచే దానిని సరకుగొనలేదు. ఈ చిక్కును విడదీయుటకు మూలద్రవ్యములగు వాయువుల అంతిమ కణములలో ఒక్కొక్కచే పరమాణువుండదనియు, అవి నిర్దిష్టసంఖ్యగల పరమాణుకూటములనియు ఆవాగాడ్రో సూచించెను; అనేకదృష్టాంతములచే ఈ సూచనను బలపరచెను. అందున ఒకదృష్టాంతము: సంయుక్తజలకణము, ఆక్సిజన్ యొక్క అర్ధకణము, హైడ్రోజన్ యొక్క ఒకకణముతో లేదా రెండు అర్ధకణములతో సంయోగించుటచే ఏర్పడును. డాల్టన్ మతప్రకారము కణము పరమాణువే అయినచో అర్ధకణాంగీకారము పరమాణువుల అవిభాజ్యతకు బాధకమనుట సుస్పష్టము. తనవివరణలో ఆవాగాడ్రో కణములకును, డాల్టన్ పరమాణువులకును భేదమును చెప్పకపోవుటచేత ఆవాగాడ్రో చిక్కులకు లోనైనాడు. పరమాణువులని మనము ప్రస్తుతము వ్యవహరించుచున్న తన 'ప్రత్యేకకణము' లకు ప్రత్యేకనామము కల్పించని పొరపాటు ఆవాగాడ్రో ఒనర్చెను. డాల్టన్ మూలకణములకు, సంయుక్త కణములకు కూడ పరమాణువు లను నామమునే వాడెను. ఆవాగాడ్రో కణము లన నెవ్వయో, పరమాణువు లన నెవ్వయో స్పష్టికరించి యుండినచో ఈ ప్రమాదకరమగు అభిప్రాయ సాంకర్యము సంభవించియే యుండదు. సమకాలీనులగు విజ్ఞులలో ఎవరికిని ఈ చిన్నసవరణ స్ఫురించకపోవుట అత్యాశ్చర్యము. బహుశః డాల్టన్ సిద్ధాంతమందలి ప్రామాణ్యదృష్టి వీరిని ఆ సిద్ధాంతమందలి దోషగ్రహణమున కసమర్థులుగా నొనర్చినది. కాని, ఆవాగాడ్రోకు అట్టి మొగమాటమేమియు లేదు. రెండు మూలద్రవ్యములు కలసి యాగికము ఏర్పడినపుడు ఆ యాగికము ద్విపరమాణుకమని డాల్టన్ స్వీకరించిన 'సారశ్య సూత్రము'ను ఆవాగాడ్రో సహేతుకముగ విమర్శించి ఈ సూత్రమును ఆధారముగాగొని డాల్టన్ గణించిన మూలద్రవ్యభారనిష్పత్తులు సరికావని నిరూపించెను. జాగ్రత్తగా గణించబడిన దృష్టాంతముల సహాయమున వాయురూపము ఉన్న మూలద్రవ్యాణువుల యొక్కగాని, యాగికాణువుల యొక్కగాని అణుభార

ములు వాటి సాంద్రతల నిష్పత్తిలో నుండునని తెలిసినది. కనుక మూలద్రవ్యపరమాణువుల సాపేక్షభారములను యాగికముల ఆయతన సంయోగనిష్పత్తిని కనుగొనుట వలన లెక్కించవచ్చునని ఆవాగాడ్రో అతివిశదముగా నిరూపించెను. ఉదాహరణమునకు : రెండు ఆయతనముల హైడ్రోజన్ ఒక ఆక్సిజన్ ఆయతనముతో సంయోగించి, రెండు ఆయతనముల బాష్పముగా మారును. ఆవాగాడ్రో కల్పనను ఈ సంయోగమునకు పట్టించిన, రెండు హైడ్రోజన్ అర్థాణువులు ఒక ఆక్సిజన్ అర్థాణువుతో సంయోగించి ఒక సమగ్రజలాణువు ఏర్పడును.

1 అణువు ఆక్సిజన్ + 2 అణువులు హైడ్రోజన్ = 2 జలాణువులు

దీనినిబట్టి ఒక జలాణువులో ఒక అర్థాణువు ఆక్సిజన్ ఉండవలెను. ఆవాగాడ్రో అణువని పేరిడిన కణము డాల్టన్ నిర్వచించిన పరమాణువే అయినపక్షమున, పరమాణువులు అవిభాజ్యములు అను డాల్టన్ అభిప్రాయమునకు ఈ ప్రయోగము వ్యతిరేకముగా నున్నది.

భారనిష్పత్తులు పరిక్షించిన ఒక భాగము హైడ్రోజన్ 8 భాగములు ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి జలమేర్పడును. అందుచే ఆక్సిజన్ యొక్క 'మూలద్రవ్యకణము' హైడ్రోజన్ 'మూలద్రవ్యకణము' కన్న పదహారురెట్లు బరువని తేలుచున్నది. అనగా, హైడ్రోజన్ పరమాణు భారము ఒకటి అని తీసికొన్నచో ఆక్సిజన్ పరమాణు భారము 16 అని సిద్ధించును.

కనుక మూలద్రవ్యపరమాణువుల సాపేక్షభారములను, డాల్టన్ యొక్క స్వచ్ఛందకల్పనల ఆవశ్యకత లేకుండ గనే నిర్ణయించుసాధనము శాస్త్రలోకమునకు లభించినది. ఇది నిజముగా ఆవాగాడ్రోయొక్క మహానిర్వాహము. ఆవాగాడ్రోకల్పన డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతమును ఉద్ధరించినది. ఈ కల్పనయందున్న ముఖ్యప్రమేయములను క్రిందివిధముగా సంక్షేపించవచ్చును :

1. డాల్టన్ మతానుసారము రాసాయనిక సంయోగము పరమాణువులమధ్య జరిగినను పరమాణువులకు ముఖ్యముగా సాధారణ వాయువులలో స్వేచ్ఛాస్థితి లేదు ;
2. స్వేచ్ఛాస్థితిలోనుండు కణములు, పరమాణు సముదాయములగు అణువులు ;
3. ఒక అణువు కనీసము రెండు పరమాణువుల కూటము అయి ఉండవలయునను ఊహ, వాయువులు రాసాయనికముగా సంయోగించినప్పు డెప్పుడును ఫలద్రవ్యము రెండు ఆయతనముల అక్రమించియుండునను ప్రయోగానుభవము నుండి సూచితమైనది ;
4. సమానతాపక్రమ, ప్రేషపరిస్థితులలో సమానాయతనములగు వాయువులలో అణుసంఖ్య సమానము ;



6. ఈ పై కల్పననుండి సమాన పరిస్థితులలో వాయువుల సాంద్రతలు వాటి అణుభారముల నిష్పత్తిలో నుండునని చూపవచ్చును. ఈ కల్పన మవయోగించి వాయుస్థితిలో అణువుల సాపేక్షభారములను నిర్ణయించవచ్చును. ఈ అణు భార నిర్ణయము పరమాణుభార నిర్ణయమునకు మొదటి మెట్టు.

అందుచే ఆవాగాడ్రో కల్పన రాసాయనిక శాస్త్ర మునకు ఆధారస్థంభము. ఇట్టి మహత్తరమైన సిద్ధాంత మైనను ఆవాగాడ్రో సమకాలీనులైన రాసాయనికులు దాని నంగీకరించలేదు. ఈ అనంగీకారమునకు అనేక కారణములున్నవి. అందు మొదటిది : తన కల్పనయందు తనకున్న విశ్వాసాతిశయముచే ద్రవస్థితికిని, ఘనస్థితికిని ఈ కల్పనను పట్టించి ఆవాగాడ్రో శాస్త్రవేత్తల అపహాస ములకు లోనై నాడు. రెండవ కారణము : డాల్టన్ పెట్టిన పరపడి ననుసరించి రాసాయనిక లోకము పరమాణు భారనిర్ణయమునకై చూపిన ఆదరము, ఆవాగాడ్రో అణుభారనిర్ణయమునకు చూపలేదు. మూడవ కారణము : 1828-30 సంవత్సరముల మధ్య జీన్ బాప్టిస్ట్ ఆండ్రీ డ్యూమా అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు ఆవాగాడ్రో కల్పన పరమాణుభారనిర్ణయమునకు ప్రధానమని గుర్తెరింగి, అణుభారమును ప్రాయోగికముగా నిర్ణయించుటకు ఉప కరణము నొకదానిని సృజించెను. ఈ ఉపకరణముతో అతడు గంధకము, భాస్వరము, పాషాణము, అయిడీన్, పాదరసము అణుభారములను మొదట కనుగొనెను. పిమ్మట ఈ అణుభారములనుండి పరమాణుభారములను లెక్కించుటలో ఈ మూలద్రవ్యముల అణువులన్నియు ద్విపరమాణుకములన్న అభిప్రాయమునకు వచ్చెను. ఆ అభిప్రాయానుసారముగా, ఈ మూలద్రవ్యముల పర మాణుభారములు వాటి అణుభారనిష్పత్తిలో ఉండునని ఊహించెను. ఈ ఊహను ఆధారముగా చేసికొని డ్యూమా నిర్ణయించిన పరమాణుభారములలో ఒక్క అయిడీన్ ని గురించినది తప్ప తక్కిన నాల్గింటి అనగా, గంధకము, భాస్వరము, పాషాణము, రసముల పరమాణుభారములు, వీటికి నాటి రాసాయనిక లోకనియంత అనదగు జ్ఞాననిధి యైన బర్జీలియస్ చే లభ్యమైన పరమాణుభారములకన్న వేరుగానున్నవి. అందుచే డ్యూమా పరిశోధనల ఫలమును బర్జీలియస్ తీవ్రముగా విమర్శించి ఖండించెను. ఆవాగాడ్రో కల్పన 35 సంవత్సరములు అజ్ఞాతవాస మొనర్చినతరు వాత దానిని పునరుద్ధరించుటకు డ్యూమా చేసినప్రయ త్నము విఫలమైనది. నాల్గవది అతిముఖ్యమైన కారణము. వాయువుల అణువులు ద్విపరమాణుకములను ఊహకు ఆవాగాడ్రోకల్పన ఎట్లు తావిచ్చినదో చూపియుంటిమి.

వాయువుల అణువులు సంయుక్తములను ఉపపాదనను బర్జీ లియస్ ఒప్పుకొనలేదు. బర్జీలియస్ ప్రసిద్ధ రాసాయ నికుడు. ఆయనమాటలయందు ఆనాటి రాసాయనికులకు అమితమైన ప్రామాణ్యబుద్ధి యుండెడిది. ఈతని విద్యుత్ ద్వైతవాదము ప్రకారము రెండు పరమాణువులు విరుద్ధ విద్యుత్స్వభావములు కలిగియుండిన కాని రాసాయని కముగా సంయోగించవు. ఒకే జాతిపరమాణువులలో అట్టి విరుద్ధస్వభావము లుండవు అందుచే అణువు ద్విపరమాణు కము కానేరదు. బర్జీలియస్ అంతటివాని నిరసనకుగురియైన ఆవాగాడ్రో సిద్ధాంతము మరి శాస్త్రలోకముననిలువలేదు.

ఆవాగాడ్రో సిద్ధాంతము మరల శాస్త్రలోకమును ప్రవేశించుటకు కారణభూతులు ప్రత్యక్షముగా కాకపోయి నను, మొదట అడ్డుతగిలిన బర్జీలియస్; దానిని వ్యక్తముగా పునరుద్ధరించినది కానిజారో. బర్జీలియస్ స్వీడన్ దేశ స్థుడును; స్వతంత్రకృషివలన రాసాయనిక శాస్త్రమందు ప్రయోగమందు అపారమైన పాండిత్యమును సంపాదించి, రాసాయనికలోకమందు ప్రామాణికపదవిని స్వీకరించిన మహామేధావి. డాల్టన్ సిద్ధాంతమునకు నిర్దుష్ట ప్రయోగా ధారమును చేకూర్చుట ఈయన జీవితకార్యముగా చేకొని ముందు పరిమాణాత్మక రాసాయనిక నియమములను సమగ్రముగా ప్రయోగములచే సమర్థించెను. ఈ సందర్భ ములో ఈయన 4000 యాగికముల సాధన, శోధనల యందు 20 సంవత్సరముల కాలము నిమగ్నుడయ్యెను. ఈ పరిశోధనలఫలితముగా 40 మూలద్రవ్యముల పరమాణు భారములను సర్వతోముఖమగు విమర్శకు గురిచేసి నిరా షేపముగా నిర్ణయించకలిగెను. పరమాణు భారనిర్ణయ మందు ఈయన నెలకొల్పిన పద్ధతులు, తక్కినవారలకు ఆదర్శములు. ఈయన పరిశోధనఫలితములు ఈ షేత్ర మందలి తక్కినవారి పరిశ్రమకు గీటురాయి. ఇట్టి ప్రతిభా వంతుని ప్రతిఘటనమునకు మొదట గురియైనను, ఈయన పరమాణుభార నిర్ణయఫలితములు పరంపరగా ఆవాగాడ్రో సిద్ధాంత పునస్సీక్ష్మకారమునకు తోడుపడినవి.

బర్జీలియస్ పరమాణుభారనిర్ణయములు : పరమాణు భారనిర్ణయమునందు బర్జీలియస్ ఉపయోగించిన పద్ధ తులు నాలుగు :

1. గేలుసాక్ నియమము నుపయోగించిన పద్ధతి;
2. రాసాయనిక సాదృశ్య పద్ధతి;
3. డ్యూలాంగ్ - పెటీ విశిష్టోష్ణతా పద్ధతి;
4. స్ఫటిక సమరచనా పద్ధతి.

ఆవాగాడ్రో కల్పనయందలి ప్రస్తుతరాసాయనికుల విశ్వాసమునకు ముఖ్యకారణము వైనిచెప్పిన కల్పన



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

నుండి లెక్కించబడిన పరమాణుభారములకును ఇతర పద్ధతులనుండి లెక్కించబడిన పరమాణుభారములకును గల సంవాదము.

ఆవాగాడ్రో సిద్ధాంతమును ప్రత్యక్షముగా పునరుద్ధరించినవాడు స్టానిస్లావ్ కానిజారో (1826-1910) అను ఇటలీదేశపు విజ్ఞాని. ఈయన ఇటలీయందలి పాలెర్మో విశ్వవిద్యాలయమందు రాసాయనిక ఆచార్యుడుగా తన శిష్యులకు రాసాయనిక శాస్త్ర మూలసంప్రదాయములను కరపూసందర్భమున 'రాసాయనిక శాస్త్ర తత్వోపన్యాసక్రమము' అను పేరిట ఒక చిన్న గ్రంథమును ప్రకటించినాడు. ఆవాగాడ్రో కల్పన మూలద్రవ్యముల పరమాణుభార నిర్ణయమునకు ఎట్లు సహాయపడునో దానిని సూచించుట ఈ గ్రంథపు ముఖ్యప్రతిపాద్యాంశము.

కానిజారో శాస్త్రరంగమును ప్రవేశించు (1858) నాటికి అసంఖ్యాకములైన కార్బన్ యోగికములు వెలువడినవి. శాష్పశీలములైన ఈ యోగికములు ఆవాగాడ్రో సిద్ధాంతమును పోషించుటకు తగిన అవకాశమిచ్చినవి, ఈ అవకాశమును వినియోగించియు బర్జీలియస్ పరిశోధనలతో పరిచయమును సంపాదించియు కానిజారో ఆవాగాడ్రో సిద్ధాంత మెట్లు పరమాణుభారముల నిర్ణయమునకు ఆధారమగుచున్నదో నిరూపించి, అంతవరకు అణువులు, పరమాణువులు, తుల్యభారములను పదములగురించి వ్యవహారములోనున్న భావసంక్షోభమును తొలగించెను.

రాసాయనిక శాస్త్రమునకెల్ల రెండు ముఖ్యమైన భావములు కలవు: పరమాణుభావము, అణుభావము. పరమాణువన ఏదియో డాల్టన్ పరిశ్రమవలన విదితమైనది. అణుభావమును రాసాయనిక శాస్త్రములో ప్రవేశపెట్టినవాడు ఆవాగాడ్రో. కాని, ఇదివరకు చెప్పినట్లు పరమాణువునకు, అణువునకు మధ్యనున్న సంబంధమును స్పష్టముగా ఆవాగాడ్రో వివరించలేకపోయెను. అందుచేతనే ఆవాగాడ్రో సిద్ధాంతము వెంటనే రాసాయనికుల ఆమోదమును పడయలేదు. ఒక అర్థశతాబ్దము మరుగువడియుండి కొనకు కానిజారో కృషిఫలితముగా ఆవాగాడ్రో సిద్ధాంతము రాసాయనిక శాస్త్రమునకు మౌలిక సిద్ధాంతమైనది. ఆవాగాడ్రో సిద్ధాంతము విషయమై కానిజారో చేసిన నిర్వాహము లోదర్ మేయర్ అను జర్మనీదేశపు విశ్రుత రాసాయనికుని మెప్పు పడసినది. 1858 లో రాసాయనిక పరిభాషా పదములలో చేరిన సంక్షోభమును తొలగించుటకు రాసాయనికులందరు వియన్నానగర సమీపమున కార్ల్స్ బాహ అను పట్టణములో ఒకసభ జరిపిరి. ఆ సభకు యూరప్ ఖండములో నున్న ప్రముఖరాసాయ

నికులందరు విచ్చేసిరి. ఆ సభకు డ్యూమా అధ్యక్ష పదవీసీ స్వీకరించెను. సభోద్దేశము కొనకు కొనసాగలేదు; కాని, సభలో కానిజారో పత్రిక నొకదానిని అక్కడ సమావేశమైన రాసాయనికులకు పంచిపెట్టెను. ఆ పత్రిక మన కిదివరకు తెలిసిన 'ఉపన్యాసక్రమమే.'

లోదర్ మేయర్ తక్క తక్కిన రాసాయనికులు ఆ పత్రికను విప్పి చదువ నైనలేదు. దానిని ఆమూలాగ్రముగ చదివి తన దృష్టిని ఇదివరకు ఆవరించియున్న పొరలు పోయి సత్యప్రకాశ మబ్బిన దని చెప్పినాడు. లోదర్ మేయర్ ఉక్తి అతిశయోక్తి కాదు. పరమాణువు, అణువు అను రాసాయనిక భావముల, సూక్ష్మార్థమును కానిజారో ముందు రాసాయనికలోకము గుర్తించలేదు.

కానిజారో పత్రమందలి ముఖ్యాంశము ఆవాగాడ్రో కల్పనను వాడుకచేసి, మూలద్రవ్యములయొక్క అసందిగ్ధ పరమాణుభారములను లెక్కించుట. కానిజారో పద్ధతిని శాస్త్రలోక మవలంబించిన తరువాత, పరమాణుభారములకు యథార్థ మూల్యములు లభించినవి. ఈ మూలభావము రాసాయనిక శాస్త్రమునకు అతి ముఖ్యమగు ఆవృత్తక్రమ నిర్మాణమునకు దారితీసినది.

యథార్థమగు పరమాణు భారములు లభించిన తోడనే రాసాయనిక లోకములో అతి ప్రాచీనకాలమునుండి ప్రచారములో నున్న సామాన్యాభిప్రాయ మొకటి మరల క్రొత్తగా రేకెత్త ప్రారంభించినది. మన కగవడు ద్రవ్యజాలమంతయు ఏదో ఒక ఆది ద్రవ్యము నుండియే ఉద్భవించిన దను ఊహ. ఈ ఊహ నానాత్వమందు ఐక్యాన్వేషణ అనదగు ప్రాచీనతత్త్వ వేత్తల సిద్ధాంత దృష్టికి చెందినది. రాసాయనికయుగములో ద్రవ్యసామాన్యజ్ఞానము మూలద్రవ్యజ్ఞానముగా పరిష్కృతమైన తరువాత అది మూలద్రవ్యము లన్నిటికిని జనకమగు ఒక ద్రవ్యముండవలయు నన్న అభిప్రాయముగా మారినది. ఆ జనక ద్రవ్యము హైడ్రోజన్ అయి ఉండవచ్చుననికూడ ఒక విజ్ఞుడు 1815 లో తన నామమును వెల్లడి చేయకుండ సూచించినాడు. ఈ సూచన 19 వ శతాబ్దపు రాసాయనికుల మనములను అత్యంతముగా ఆకర్షించినది. రాసాయనికుల సంకేతము ననుసరించి హైడ్రోజన్ పరమాణు భారము ఏకాంకము (ఒక యూనిట్). తక్కిన మూలద్రవ్య పరమాణుభారములలో అధికసంఖ్య పూర్ణాంకములు అందుచే హైడ్రోజన్ మూలద్రవ్యములన్నిటికిని జనక ద్రవ్యమను ఊహ అసంగతము కాదు. కొన్ని సూక్ష్మముగా నిర్ణీతమైన పరమాణుభారములు భిన్నాంకములే అని నిర్ధారితమైన తరువాత ఈ ఊహ తన ప్రాముఖ్యమును కోలుపోయినది. కాని, మూల



ద్రవ్యములమధ్య నేదో యొక జననసంబంధ ముండవలయు నను భావము రాసాయనికులలో బొత్తిగా నశించలేదు. మొట్టమొదట మూలద్రవ్యములు కొన్ని కుటుంబముల క్రింద విభజించ వచ్చునని తెలిసినది. ఉదాహరణమునకు - హేలోజన్ కుటుంబము, గంధక కుటుంబము మొదలై నవి. ఈ జననసంబంధాన్వేషణకై జరిగిన ప్రయత్నములు కాల క్రమముగా విస్తృతములై కొనకు లోడర్ మేయర్, మెండెలేయిఫ్ చేతులలో మూలద్రవ్యము లన్నిటికిని సంబంధించిన ఒక విచిత్ర క్రమముగా పరిణమించినది. దీనికే 'మూలద్రవ్యముల ఆవర్తక్రమ'మని పేరు.

ములో కొన్నికొన్ని మూలద్రవ్యములు ఆవర్తములుగా అమర్చి యున్నట్లుగుపడును. ఆవర్తక్రమములో సంపూర్ణావర్తములు ఆరున్నవి. ఏడవ ఆవర్తము సంపూర్ణిని పొందలేదు.

ఈ క్రింద చూపిన పట్టికలో, మొదటిరెండు శ్రేణులు హ్రస్వావర్తములు అనగా 8 మూలద్రవ్యములు కలవి. తరువాతవి రెండును మధ్యమావర్తములు, అనగా 18 గలవి. తక్కినది ఒక దీర్ఘావర్తము, ఇందు 32 ఉన్నవి. చివరిది అసంపూర్ణావర్తము అని స్పష్టము.

ఈ ఆవర్తక్రమము మూలద్రవ్యముల పరమాణు భార

| Series | Group I     | Group II    | Group III   | Group IV    | Group V     | Group VI    | Group VII   | Group VIII                    |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| 1      | H<br>1.0    |             |             |             |             |             |             |                               |
| 2      | Li<br>6.9   | Be<br>9.0   | B<br>10.8   | C<br>12.0   | N<br>14.0   | O<br>16.0   | F<br>19.0   |                               |
| 3      | Na<br>23.0  | Mg<br>24.3  | Al<br>27.0  | Si<br>28.1  | P<br>31.0   | S<br>32.1   | Cl<br>35.5  |                               |
| 4      | K<br>39.1   | Ca<br>40.1  | Sc<br>45.1  | Ti<br>47.9  | V<br>51.0   | Cr<br>52.0  | Mn<br>54.9  | Fe Co Ni<br>55.8 55.9 58.7    |
| 5      |             | Cu<br>63.6  | Zn<br>65.4  | Ga<br>69.7  | Ge<br>72.6  | As<br>74.9  | Se<br>79.0  | Br<br>79.9                    |
| 6      | Rb<br>85.5  | Sr<br>87.6  | Yt<br>88.9  | Zr<br>91.2  | Nb<br>92.9  | Mo<br>96.0  |             | Ru Rh Pd<br>101.7 102.9 106.7 |
| 7      |             | Ag<br>107.9 | Cd<br>112.4 | In<br>114.8 | Sn<br>118.7 | Sb<br>121.8 | Te<br>127.6 | I<br>126.9                    |
| 8      | Cs<br>132.9 | Ba<br>137.4 | La<br>138.9 | Ce<br>140.1 |             |             |             |                               |

#### మెండెలేయిఫ్ ఆవర్తక్రమ పట్టిక

మూల ద్రవ్యములను పరమాణుభారవృద్ధి క్రమములో అమర్చిన ఒక అద్భుతవిషయము జైటపడినది. ఆక్రమములో అచ్చటచ్చట సదృశగుణములు గల మూలద్రవ్యములు పర్యాయముగా కనపడును. ఉదా: లిథియమ్ నకు ఎనిమిదవ మూలద్రవ్యము సోడియమ్; సోడియమ్ నకు ఎనిమిదవది పొటాసియమ్ కూడ లిథియమ్ వంటిదే. కాని, ఇంకొక సదృశమగు మూలద్రవ్యము రూబిడియమ్ వచ్చునరికి పొటాసియమ్ నుండి 18 స్థానములు దాటవలసివచ్చినది. తరువాత సదృశమగునది మరల 18 స్థానములు దాటిన తరువాత కననగు సీజియమ్. తరువాత 32 స్థానములు దాటిన తరువాతగాని ఇంకొక సదృశమగు మూలద్రవ్యము తటస్థించదు. ఇట్లు లభ్యమగు క్రమ

ములను నిర్ణయించుటకు ఉపకరించినది. మెండెలేయిఫ్ ఈ పట్టిక నిర్మించునాటికి ఇప్పటికి తెలిసినన్ని మూలద్రవ్యములు కనుగొనబడలేదు. అయినను పట్టికలోని కాళీస్థలములనుబట్టి మూడు మూలద్రవ్యములు నిర్దిష్టస్థలములలో నుండవలెనని మెండెలేయిఫ్ సూచించెను. ఆ సూచన ప్రకారము తరువాత శాస్త్రజ్ఞులు ఈ మూడింటిని కనుగొని వాటికి గాలియమ్, స్కాండియమ్, జర్మేనియమ్ అను పేర్లను పెట్టిరి.

డాల్టన్ పరమాణువాదమును వెల్లడిచేసిన మరి డెబ్బది సంవత్సరములకు ఆవర్తక్రమము బయలుదేరినది. డాల్టన్ నెలకొల్పిన పరమాణుభారము ఆవాగాడ్రో సూచించిన అణుభావములో ప్రయోగ సంపూర్ణిని పడసినది. రాసా



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

యనికుని ద్రవ్యసిద్ధాంత నిర్మాణపథములో పరమాణు భావము మొదటిమజిలీ. అణువులు పరమాణువుల కూటములను అణుభావము రెండవమజిలీ. కాని, ప్రయోగ శాలయందు అణుభారనిర్ణయము పరమాణుభారనిర్ణయమునకు మొదటిమెట్టు. మౌలికములగు పరమాణుభారములను క్రమబద్ధముగా నొనర్చి వాటిజన్యసంబంధములను వెల్లడిచేయు ఆవర్తక్రమము రాసాయనికశాస్త్ర వికాసములో మూడవ మెట్టు. ఈ ఆవర్తక్రమమున రాసాయనికుని ప్రతిమూలద్రవ్యమునకును దాని స్వభావానుగుణమగు స్థానము కలదు. ఇంకొక విధమున చెప్పవలెననిన ఆవర్తక్రమమున దాని స్థానమునుబట్టి ప్రతిమూలద్రవ్యపు రాసాయనిక ధర్మములను సమగ్రముగా తెలిసికొనవచ్చును. అట్టి మహత్తరమైన మూలద్రవ్య క్రమమును సృష్టించగలుగుట రాసాయనికునికి ఆత్మాభినందన విషయము.

### భౌతిక రాసాయనిక విజ్ఞానము

రాసాయనిక ప్రతిక్రియ స్వభావమును, రాసాయనిక సంఘటనలపై భౌతిక పరిస్థితులకు గల ప్రభావమును పరీక్షించు శాస్త్ర శాఖను భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రమనవచ్చును. ఇది చాల విస్తృతమైన విజ్ఞానశాఖ. ఇది తక్కిన రాసాయనికశాస్త్ర విభాగములతో సంబంధము కలది. వాస్తవికముగ నిది తక్కిన రాసాయనిక శాస్త్ర ప్రకరణముల వ్యాపించియుండును. ఈ శాఖయం దిమిడియున్న భాగములు, పూర్వము సాధారణ రాసాయనిక శాస్త్రమందంతర్భూతములుగా పరిగణించబడుచుండెడివి. 19 వ శతాబ్దపు చివర పదిహేనేండ్రలో భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞాన మపరిమితమైన వృద్ధినందుకొని యుండుటచే దీనికి ప్రత్యేక విచార మవసరమైనది.

వాయువుల, ద్రవముల, ఘనముల ప్రవర్తనను నియంత్రించు నియమములే గాక ఇందు చాల విశిష్ట విషయములు పరీక్షించబడును. ద్రావణ స్వభావము, ప్రక్రియా వేగము, రాసాయనిక సమతౌలన స్థితులు, విద్యుద్రాసాయన శాస్త్రము, రాసాయనిక ప్రేరణ, కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము, రాసాయనిక స్ఫటిక శాస్త్రము, తాపరాసాయనిక శాస్త్రము, కొల్లాయిడ్ రాసాయనిక శాస్త్రము, రాసాయనిక ద్రవ్యముల కాంతి ప్రవర్తన - అనగా వర్ణమాలోత్పాదన, కాంతి ధ్రువీకరణ సామర్థ్యము, రేడియోధార్మికత, అణు రచన, నవీనపరమాణు సిద్ధాంతము - ఈ విషయములన్నియు భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్ర విచారస్థానములే.

భౌతిక నియమములు అనేక రాసాయనిక సంఘటనల వివరణకు, రాసాయనిక నియమములు భౌతిక సంఘటనల వివరణకు మిక్కిలి ఉపకారములను విషయము 19 వ శతాబ్దపు ప్రథమభాగమునందే తెసినది. కాని భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రముల మధ్య సన్నిహిత సంబంధము యొక్క మహత్త్వము స్పష్టముగా గుర్తించబడలేదు. 1808 లో గేలుసాక్ ప్రకటించిన వాయువుల రాసాయనిక సంయోగ నియమము, దాని వెంటనే ఆవాగాడ్రో ఆవిష్కరించిన వాయురచనను గురించిన కల్పన - ఈ రెండును భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్ర పురోగతికి చాల దోహద మొసంగినవి. వాల్టర్ నెల్సన్స్ అనుజర్మను భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు తన భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్ర ప్రకరణ గ్రంథమునకు ఆవాగాడ్రో కల్పనను ఆధార సూత్రముగా నొనరించెనను. భూతార్థము ఈ కల్పనా మహత్త్వమును మనకు ప్రకటించుచున్నది. డ్యూలాంగ్, పెటీ 1819 లో ప్రకటించిన మూలద్రవ్యముల విశిష్టోష్ణతా నియమము, మిచర్లిక్ చే ఆవిష్కరింపబడిన స్ఫటిక సమరూపతానియమము, టామన్ గ్రేయమ్ (1805-69) చే ప్రతిస్థితమైన వాయుప్రసార నియమము, భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములమధ్యగల సన్నిహిత సంబంధమును మరింత బలపరచినవి. ద్రవముల, ద్రావణముల ప్రవర్తనకు గ్రేయమ్ తన వాయుప్రసార నియమమును విస్తరింపజేసిన సందర్భము, తరువాత కొల్లాయిడ్ రాసాయనిక శాస్త్రశాఖను నెలకొల్పుటకు మూలమైన స్ఫటిక, కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యముల పరస్పర విలక్షణత్వమును గుర్తించుటకు దారితీసినది.

ఈ కాలఖండమందే అభిసరణమని పేరుంచబడిన, అర్థ ప్రవేశకత్వచముల గుండ ద్రవముల ప్రసారము విచారవిషయము గావించబడినది. ద్రవప్రసరణ ధర్మములను గురించి పెఫ్ఫర్ అను డచ్ పరిశోధకుడు ఆవిష్కరించిన భూతార్థములు, ఫాస్ట్ హాఫ్ అను బెర్లియమ్ శాస్త్రజ్ఞుని విలీన ద్రావణ సిద్ధాంతమునకు మూలముగా ఆచరించినవి. ఫాస్ట్ హాఫ్ సిద్ధాంతప్రకారము ఒక ద్రావణములో విలీనమైన ద్రావ్యము, అది దాని బాష్పరూపములో ద్రావణము యొక్క ఆయతన, తాపక్రమ పరిస్థితులలో ఎంతవాయు ప్రేషమును ప్రదర్శించునో, అంతే అభిసరణప్రేషము (చూ. ద్రవాభిసరణ ప్రేషము ; ద్రావణములు II) ను ద్రావణమందిది చూపును. అనగా ఫాస్ట్ హాఫ్ దృష్టిలో ద్రావ్యము ద్రావణమందు వాయుస్థితిని స్వీకరించినది. తన ద్రావణ సిద్ధాంతమును ఉపయోగించి ఫాస్ట్ హాఫ్ విలీనద్రావణముల భౌతికధర్మములగు అభిసరణ ప్రేషము,



కృతాంతాన్ని, హిమాంక నిమ్నము, బాష్పప్రేష న్యూనత పీటి అన్నిటికిని సామాన్యమగు వివరణను సాధించ గలిగెను. ఆ సామాన్య ధర్మము ద్రావణమందుండు అణు సంఖ్య. ఒక ద్రావణముయొక్క భౌతికధర్మము లన్నియు అనుస్యూత (పరస్పరసంబద్ధ) ధర్మములు. అనగా అవన్నియు ద్రావణమందున్న అణు సంఖ్యపై ఆధారపడి ఉండును (చూ. ద్రావణములు II).

ఫాస్ట్ హాఫ్ ద్రావణ సిద్ధాంత ప్రకటన కాలమునుండి భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము అమిత వేగముతో అభివృద్ధి నొంద ప్రారంభించినది. దానితో దాని విస్తృతి, దాని విషయ క్లిష్టతకూడ అతిశయింప జొచ్చినవి. జలద్రావణ ధర్మానుశీలనయందు విలీనద్రావణములకు అన్వయించు ఫాస్ట్ హాఫ్ సిద్ధాంతము కొన్ని ద్రావణములకు అన్వయించ లేదన్న భూతార్థము వెలువడినది. సాంద్రద్రావణములు ఒకవైపు - ఆప్లుముల, ఊరముల లవణముల ద్రావణము లింకొకవైపు ఫాస్ట్ హాఫ్ సిద్ధాంతముతో విసంవదించు ప్రవర్తనను చూపుచున్నవని తెలిసినది. ఇందు సాంద్ర ద్రావణముల విసంవాదము నేటికిని సంశయరహితముగ వివరించబడలేదు. ఆప్లుములు మొదలగు ద్రావణముల ప్రవర్తన సిద్ధాంతముతో సంవదించక పోవుటకు హేతు వును ఆరేనియుస్ (స్వీడన్ దేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు) ఫాస్ట్ హాఫ్ సమకాలికుడు వాటి సిద్ధాంతచ్యుతిని, వాటి విద్యుద్వాహక ధర్మముతో ముడిపెట్టి, అట్టి ద్రావణములయందు ద్రావ్యాణువులు కొద్దిగనో, గొప్పగనో అయన్ల (విద్యుదావిష్ట అణుఘటకముల) క్రింద విడిపోవునని సప్రయోగ ముగ నిరూపించి తన ప్రసిద్ధ అయిన్ విశ్లేషణ సిద్ధాంత మును స్థాపించి వివరించెను.

రాసాయనిక శాస్త్రమందు చాలప్రాచీనకాలమందే విచారపదము గావించబడిన విషయము, రాసాయనిక ముగా సంయోగించు రెండుగాని, మూడుగాని ద్రవ్య ములమధ్యనుండు సంయోగోన్ముఖత. దీనికి చాలకాలము క్రిందనే 'మైత్రి' అనుపేరు వచ్చినది. ద్రవ్యములను రాసాయనిక సంయోగమునకు ప్రేరించు ఈ శక్తియొక్క స్వభావ మును ఆవిష్కరించుటకు చేయబడిన తొలిప్రయత్నము లన్నియు నియత రాసాయనిక ప్రక్రియలయందు ఆవిర్భవించు మైత్రియొక్క స్వభావమును నిర్దేశించుటయందు కడచినవి. ఆ మైత్రి ద్రవ్యరాశుల మధ్య కన్నట్టు గురుత్వాకర్షణమువంటి అనిర్దేశ్యశక్తి యని న్యూటన్ అభిప్రాయము.

18 వ శతాబ్దములో మైత్రిని గురించి చేయబడిన పరిశోధనలలో టార్ బర్న్ బెర్క్ మాన్ (1735-84), ప్రక్రి

యను నియంత్రించు భౌతిక పరిస్థితులు (తాపక్రమము వంటివి) మారని పక్షమున ఒక ప్రక్రియయందు గోచరించు రాసాయనిక మైత్రియొక్క మహత్త్వము మారదను నిష్కర్షను వెలిబుచ్చెను. అనగా కారణ, ఫలద్రవముల సాపేక్షరాశులకు ప్రక్రియయొక్క గతిపై అనగా నియత కాలావధిలో ఉత్పాద్యమగు ఫలద్రవ్యరాశిపై లేక మాత్రమును ప్రభావము లేదని ఈ శతాబ్దాంతమందు మనిన బెర్క్ లే అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు బెర్క్ మాన్ అభిప్రాయమును ఖండించుచు, ఏ రాసాయనిక ప్రక్రియయందైనను ఉత్పాద్యమగు ఫలద్రవ్యము రెండు అంశముల గుణిజ ఫలమని సప్రయోగముగ నిరూపించెను. మైత్రి, కారణ ద్రవ్యసాంద్రత యనునవియే ఈ అంశములు తన ఈ సిద్ధాంత దృష్టితో బెర్క్ లే రాసాయనిక స్థిరనిష్పత్తి నియమమును త్రోసి పుచ్చుటచే, ఈతని సిద్ధాంతము విజ్ఞామోదమును పడయలేదు. తరువాత ఎస్టర్ల ధర్మముపై విలియమ్సన్ గావించిన పరిశోధనను విల్ హెల్మ్ ప్రభృతులు రాసాయనిక ప్రక్రియల గతి వేగమును గురించిన పరిశోధనను ఆధారముగాగొని గుల్డ్ బర్గ్, వాగే అను ఇద్దరు నార్వే శాస్త్రజ్ఞులు రాసాయనిక ప్రక్రియాగతిపై అందుపాల్గొను ద్రవ్యముల సాంద్రతకున్న ప్రభావమును గుర్తించి, దాని పరిమాణాత్మముగ నిరూపించిరి.

కాని పై చెప్పిన పరిశోధనలు మైత్రియొక్కగతి ధర్మమునే వివరించినవి గాని, మైత్రికి మానమేదియైన కలదా యను ప్రశ్నకు సమాధానమీయలేకపోయినవి. ఇంతలో రాసాయనిక మైత్రి విమర్శకు ఇంకొక సాధనము వెలువడినది. ఆ సాధనము తాపరాసాయనిక శాస్త్రము. అనగా రాసాయనికపు మార్పు జరుగునపుడు జనించు తాపముయొక్క విమర్శ. రాసాయనికపు మార్పులందు వేడిమిబహిర్గత మగుటయో లేదా గ్రహించ బడుటయో సంభవించునను విషయమును ఆధారముగాగొని 1840 లో హెస్ కనుగొనిన నియమము ఈ శాస్త్ర భాగమునకు మౌలికము. ఒక రాసాయనికపు మార్పు ఎన్నివిధముల సంభవించినను తత్ఫలితమగు తాపపరిమాణ మొక్కటిగానే ఉండును. తాపరాసాయనిక శాస్త్రము 1850-80 మధ్య జూలియస్ తామ్సన్, బెర్క్ లేల కృషి ఫలితముగ విస్తరించినది.

పరస్పరము రాసాయనిక మైత్రి మిక్కుటముగానున్న ద్రవ్యములు సంయోగించునపుడు ఎక్కువ వేడిమి బహిర్గత మగునని తామ్సన్, బెర్క్ లే శోధనలవలన తేలినది. స్వతః ప్రేరితముగా జరుగు రాసాయనిక ప్రక్రియలలో బహిర్గత మగు ఉష్ణతాగరిమ ఆ ద్రవ్యముల పరస్పర రాసాయనిక మైత్రికి సమానమగునను భ్రమకు వీరు లోనైరి. ఈ అను



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

మానము నిజముకాదని రుజువు చేయుటకు కొన్ని స్వతః ప్రేరేతములగు ప్రక్రియలయందు తాపము విచూషితమగు నను విషయమొక్కటి చాలును. వీరల మతప్రకారము బహిర్గతమగుతాపము మైత్రికి మానమగునేని విచూషితమగు తాపము విపరీత విధిని ఋణానురాగము లేదా ద్వేషమునకు మానము కావలయును. పరస్పర ద్వేషముగల ద్రవ్యములు రాసాయనికముగ సంయోగించుట అసంభవము. అందుచే ప్రక్రియాతాపగరిమ మైత్రికి సరియైన మానము కానేరదు. ఐనను వీరి మతము తాత్వికముగ సమంజసమైన దని అనక తప్పదు. ఏలన రాసాయనిక మైత్రి శక్తిగా పరిణమించినది. శక్తి పరివర్తనసూత్ర ప్రకారము బహిర్గతమగు శక్తిని అంతర్గతమైయున్న శక్తికి మానముగా స్వీకరించుటలో ఆక్షేపణలేదు. ఈ నియమము పరమశూన్యతాపక్రమము వద్ద నిరపవాద మని శక్తిశాస్త్ర సూత్రముల సహాయమున నిరూపించవచ్చును (చూ. తాపరాసాయనిక శాస్త్రము).

రాసాయనికమైత్రి సమస్యకు తాపరాసాయనిక శాస్త్రము సరియైన సమాధానము నీయలేక పోయినది. ఈ సమస్యకు సమాధానము కొనకు ఫాస్ట్ హోప్ చే నిర్వహింపబడినది. ఈ నిర్వాహము శక్తిశాస్త్ర పద్ధతులపై జరిగినది. శక్తిశాస్త్రమనగా, యాంత్రిక, తాపవిద్యుత్, రాసాయనిక శక్తిరూపములయు అన్యోన్య పరివర్తనను శాసించు నియమములయు విమర్శ. ఈ విమర్శకు తక్కిన శాస్త్రీయ విమర్శలకువలె మానవునిచే శతాబ్దముల తరబడి ఆర్జించబడిన అనుభవమే ఆధారము. ఒక శక్తిని వినియోగించిన, ఇంకొక శక్తిరూపముగ మారుననియు, శక్తివినియోగము లేకుండ ఇంకొక శక్తి లభ్యము కాదనియు ప్రాచీనులకు తెలిసినట్లు ఊహించ తగును. ఉదా: రెండు వస్తువుల ప్రబల సంఘర్షణవల్ల ఉష్ణత ఉద్భవించు ననునది ప్రతిమనుజునకు తెలిసినదే. ఇవట సంఘర్షణశక్తి, భ్రమణయంత్ర సహాయమున యాంత్రిక శక్తిగా మారును. నడచుట, బరువులెత్తుట, వస్తువులను నెరపుట, పగులగొట్టుట మొదలగు దైనందిన వ్యాపారములందు ముఖ్యముగా ప్రకటితమగునది యాంత్రికశక్తికి ఇంకొక రూపమగు కండరములశక్తి. అందువలననే, యాంత్రికశక్తి మున్ముందు విమర్శావిషయ మైనది. యాంత్రికశక్తి ఉష్ణతగా మారుట చిరకాలమునుండి మానవానుభవ గోచరమై ఉండినను, ఉష్ణము యాంత్రికశక్తిగా మారుననునది సామాన్య జనానుభవములోనిది కాదు. ఆ పరివర్తనమును ప్రథమమున శాస్త్రీయముగ విమర్శించిన వాడు ఫ్రెంచ్ మిలిటరీ ఇంజనీరగు సాదీ కార్నో. అంతకు

పూర్వమే జేమ్స్ వాట్ వేడిని యాంత్రిక శక్తిగా మార్చగల ఆవిరియంత్రమును సృజించినాడు. ఈ యంత్రము యొక్క వ్యాపారమును వివరించుట కార్నో (1827) ముఖ్యయత్నము. ఈ కృషిఫలితముగ ఆయన శక్తిశాస్త్ర ద్వితీయ నియమమును నిర్వచించెను.

వేడిమి ఎప్పుడును తాపక్రమము అధికముగా నుండు వస్తువునుండి తాపక్రమము తక్కువగానుండు వస్తువువైపు ప్రవహించును. అనగా రెండు వస్తువుల మధ్య తాపక్రమ వైషమ్య ముండినగాని ఉష్ణశక్తి ప్రవహించదు. అట్లు తాపక్రమము భేదపరిస్థితులలో చలించు ఉష్ణశక్తి యాంత్రికశక్తిగా గాని, మరియొక శక్తిగా గాని సంపూర్ణముగ మారదు. ఆ మారిన భాగము తాపక్రమము వ్యత్యాసమును పట్టియుండును. ఈ దిగువ సమీకరణము ఈ శక్తిశాస్త్ర ద్వితీయ నియమమును సూత్రీకరించును :

$$W = Q \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$

ఇందు  $W$  = కార్యరూపముగ అవతరించిన శక్తి;  $Q$  = అధిక తాపక్రమమునుండి న్యూనతాపక్రమము చలించిన ఉష్ణరాశి;  $T_2$  = అధిక తాపక్రమము,  $T_1$  = అల్ప తాపక్రమము.

ఈ ద్వితీయ నియమ నిర్వచన సందర్భమున ఒక విచిత్ర సంఘటన ఏర్పడినది. అది ఏమన, శక్తిశాస్త్ర ప్రథమ నియమము నిర్వచింపబడుటకు చాలకాలము పూర్వమే ద్వితీయ నియమము నిర్వచింపబడినది. ఈ విచిత్ర సందర్భమెట్లు సంభవించినదను విషయము కొంచము విచారితము. తాపము సంఘర్షణవంటి యాంత్రిక శక్తినుండి జనించునను విషయము ప్రకృతిలో నిత్యాను భూతమేయైనను, తద్విపరీత పరివర్తన, తాపము కార్యశక్తిగా మారుట ప్రకృతియందు అరుదుగా కననగును. మానవకల్పితమగు యంత్ర సహాయముననే ఈవిపరీత పరివర్తన సులభముగా జరుగును. ఇది అనుభవ విషయమగుటకు పూర్వము యంత్రములు కల్పించబడి ఉండవలెను. అందువలన శాస్త్రయంత్ర నిర్మాణ సహాయమున విపరీత పరివర్తనము కూడ సాధ్యమని రుజువై, ఈ పరివర్తనము రెండువైపుల జరుగునను విషయము బుద్ధికెక్కిన పిమ్మటగాని తాపమునకు, కార్యశక్తికిని కల అన్యోన్య పరివర్తన పరిమాణ సంబంధము ప్రాయోగికముగ పరీక్షకు విషయము కాలేదు.

కార్నో ద్వితీయ నియమమును నిర్వచించిన మరి 18 ఏండ్లకు సంఘర్షణ శక్తివలన వేడిపుట్టునను రమ్ ఫర్డ్, డేవీ మొదలగు వారి ప్రయోగసూచనలను ఆధారము చేసి కొని, జేమ్స్ ప్రెస్కాట్ జౌల్ అను ఇంగ్లీషు అన్వేషకుడు



ప్రథమ నియమమును ప్రచురించెను. ఈయన తాపమునకును యాంత్రిక శక్తికిని గల పరిమాణాత్మక పరివర్తన సంబంధమును అనేకరీతుల నిర్ధరించెను. సంఘర్షణ కార్యమునకు ఖర్చుపడిన యాంత్రిక శక్తిని, దానినుండి ఉత్పన్నమగు తాపమునకు గల పరిమాణ నిష్పత్తి స్థిరమని ప్రయోగములచే జౌల్ (1847) రుజువు చేసెను. ఒక కేలోరీ తాపమును జనింపజేయుటకు వలయు కార్యశక్తి  $4.182 \times 10^7$  అర్గులు.  $10^7$  అర్గుల శక్తి రాశికి ఒక జౌల్ అని పేరు. దాని చిహ్నము : J.

జౌల్ కృషి తరువాత మిగిలిన శక్తిరూపముల అన్వేషణ పరివర్తన సంబంధములు పరీక్షావిషయములైనవి. వీటి ఫలితముగ ఇట్టి పరివర్తనలు సామాన్యముగ శాసించు నియమము శక్తి నిత్యతానియమము అను పేర వెలువడినది. ఒక శక్తియొక్క నిర్దిష్టరాశి అదృశ్యమగు నపుడు సమాన ప్రమాణముగల ఇతర శక్తిరూపములు పరిసరములందు ఉద్భవించును. లేదా, అదృశ్యమగుచున్న శక్తిరాశి ఆవిష్కృతమగు శక్తిరాశితో స్థిరనిష్పత్తిలో నుండును.

ఈ రెండు అనగా, కార్నో, జౌల్ నియమముల చుట్టును శక్తిశాస్త్రము ప్రథమమున విస్తరించినది. ఈ రెండిటికి మరియొక మూడవ నియమము చేర్చబడినది. దీనికి నెర్నెస్ట్ నియమ మని పేరు (చూ. శక్తిశాస్త్ర తృతీయ నియమము). ఈ నియమము శక్తిశాస్త్రమునకు శిరస్సువంటిది. ఇది రాసాయనిక శాస్త్రమునకు మిక్కిలి ఆవశ్యకమైనది; దీనికి నెర్నెస్ట్ తృతీయ శక్తిశాస్త్ర నియమము అని పేరు.

ఏలన, రాసాయనిక సంయోగమందు పాల్గొను వివిధ ద్రవ్యముల మధ్యగల పరస్పరాను రాగమును నిర్ణయించుటకు ఈ నెర్నెస్ట్ నియమము చేయూత నిచ్చుచున్నది. మొదటి రెండు నియమముల నుపయోగించి ఫాస్ట్ హాఫ్ స్వతః ప్రవృత్తమగు ప్రతిరాసాయనిక ప్రక్రియకును కార్యరూపముగ నుపయోగపడు నియత పరిమాణముగల శక్తి వెన్నంటి యుండునను నిష్కర్షకు రాగలిగెను. ఈ ఆవిష్కృత శక్తికి క్రియాశీలశక్తి, క్రియా రూపమును పొందగలశక్తి అనిపేరు ఇడవచ్చును. ఫాస్ట్ హాఫ్ మతములో ప్రతి ప్రక్రియకు విశిష్టమగు ఈ క్రియాశీల శక్తియే ప్రక్రియ యందు పాల్గొను కారణద్రవ్యముల అన్వేషణను రాగమునకు మానము. ఈ క్రియాశీలశక్తిని నిర్ణయించుటకు అనేక విధానములు గలవు. ఇందు ప్రక్రియయొక్క సమతలనస్థితో సంబంధించిన విధాన మొకటి కలదు.

రెండు ద్రవ్యముల మధ్యజరుగు రాసాయనిక ప్రక్రియ, పరిసర పరిస్థితులు స్థిరముగనుండు సందర్భమున సమతుల్య స్థితికి దారితీయును. అనగా రెండు వైపుల విరుద్ధ ప్రక్రియలు ఒకే గతితో జరుగుచుండును. ఈ సమతాస్థితి సజాతీయ వ్యవస్థలకే గాక విజాతీయ వ్యవస్థలకు కూడ అన్వయించు ధర్మము. సజాతీయ వ్యవస్థలయందు సమతలనస్థితిని నియంత్రించు నియమము లన్నియు గుడ్ ఫ్రేండ్, వాగే ల అణుసాంద్రతా నియమమునుండి నిష్కృష్టములు. ఈ నియమములు విజాతీయ సమతాస్థితికి అన్వయించవు. ఇట్టి స్థితి కన్వయించు నియమములను జోసెఫ్ విల్లర్డ్ గిబ్స్ అను అమెరికాదేశపు విజ్ఞుడు ప్రకటించెను. ఈ నియమములను క్రోడీకరించి అతడు స్థితి నియమమును స్థాపించెను.

ఎస్టర్ ప్రక్రియయందు పాల్గొను ప్రస్థాన ద్రవ్యములు సంపూర్ణముగ వ్యయించకుండగనే సమతుల్య స్థితి నందుకొను నను ప్రత్యవేక్షణనుండి విలియమ్సన్ సమతుల్య స్థితి అచల స్థితి కాదనియు, అది ఇరు ప్రక్కల జరుగుచుండు రాసాయనిక వినిమయ సమచాల్య స్థితియనియు, ఊహించుటలో రాసాయనిక ప్రక్రియావేగభావము ఇమిడి ఉన్నది. ఈ సమతుల్యస్థితి భావము తరువాత మాలగూటిచే (1857) పోషించబడినది. రాసాయనిక ప్రక్రియావేగాను శీలనయందు ప్రథమ ప్రయోగముల జరిపిన వాడు విల్ హెల్మ్ (1850). ఈ షేత్రమందు అనేక ప్రయోగములు జరిపించబడినప్పటికిని ప్రక్రియా గతిశాస్త్ర క్లిష్టత ఇటీవలనే కొంత విశదీకరింపబడినది. ఇందొక ప్రధాన ఘట్టము : పది డిగ్రీల తాపక్రమాతిశయమునకు ప్రక్రియావేగము రెండు రెట్లు లేదా మూడురెట్లు ఎక్కువగుట. ఈ అతిశయమును వివరించుటకు శాస్త్ర శరీరమందు ప్రవేశపెట్టబడిన ఉత్తేజితాణుభావము అధునాతన ప్రక్రియా గతి శాస్త్రమునకు మూలాధారమైనది.

తాపశక్తిగాక విద్యుచ్ఛక్తి, అయస్కాంతశక్తి, కాంతిశక్తి, తలశక్తి వీటన్నిటికిని రాసాయనిక ప్రక్రియలపై మిక్కిలి ప్రభావము కలదు.

విద్యుచ్ఛక్తికి, రాసాయనిక శక్తికిగల పరస్పరవినిమయ ప్రక్రియ పరీక్షించునది విద్యుద్రాసాయనిక శాస్త్రము. దీనియందు రెండు ముఖ్య ప్రకరణములు గలవు. అందు మొదటిది విద్యుత్ ప్రవాహమునకు రాసాయనిక వ్యవస్థలెట్లు ప్రతికరించునో అను విషయమును విచారించును. దీనియందు ఇటీవల డీబై, హికెల్ ప్రభృతులచే విస్తరింపబడిన ఆరేనియస్ ఆయన సిద్ధాంతము, నెర్నెస్ట్ చే తొలిని ప్రతిపాదించబడి, తరువాతి రాసాయనికులచే విస్తృత నొందింపబడిన విద్యుచ్ఛాలకబల సిద్ధాంతము మౌలికములు



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

ద్రవ్యకణముల విశిష్టతల సంపద ఎక్కువగు కొలది, అవి రాసాయనికముగ ఎక్కువ చురుకుదనము చూపును. కొల్లాయిడ్ స్థితిలో విశిష్టతల సంపద మిక్కిలి వృద్ధిచెందును. అందువలననే కొల్లాయిడ్లు అతిశయిత రాసాయనిక ప్రవృత్తిని చూపుటయేగాక, అవి ఇతర రాసాయనిక ప్రక్రియలకు ప్రేరకములుగా ఆచరించును. ఈ విషయ మంతయు కొల్లాయిడ్ రాసాయనికశాస్త్ర విభాగమందు కననగును.

కాంతి రాసాయనిక ద్రవ్యముల చురుకుదనమును ఎక్కువచేసి రాసాయనిక ప్రక్రియల సంభవింప చేయగల దని షేలే (1742-88) కాలమునుండి రాసాయనికులకు తెలియును. అయినను రాసాయనిక ప్రక్రియలపై కాంతి నెరపు ప్రభావము 19 వ శతాబ్దపు మధ్యనుండి వ్యవస్థితానుశీలనకు విషయమైనది. కాంతిచే నుత్తేజించబడు టయే గాక, ఉచిత పరిస్థితుల అట్టి ప్రక్రియలు కాంతిని వెలిబెట్టును కూడ. ఈ కాంతి ప్రకటనము దాహకప్రక్రియల యందు ఆవిర్భవించు జ్వాలాకాంతివలె అతిశయిత తాప క్రమ ప్రదర్శకముకాదు. ఈ కాంతి సామాన్య తాప క్రమములందే వెలువడును. దీనికి రాసాయనిక ప్రకాశము అనిపేరు. ఈ విషయము లన్నియు కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రమందు కాననగును.

## కార్బన్ రాసాయనిక విజ్ఞానము

మెండెలీయేఫ్ ఆవర్తక్రమమందు నార్గవ కుటుంబము నకు చెందిన మూలద్రవ్యముల నిడివివరుసలో కార్బన్, సిలికన్లు మొదటివి. వీటికి ఒక ప్రత్యేకలక్షణ మున్నది. అది ఏమన, వీటి యోగికములలో వీటి పరమాణువులు ఒకదానితోఒకటి నిరంతరముగా పరస్పర సంయోగమును చెంది గొలుసుకట్టుగా ఏర్పడును. ఈ సామర్థ్యము సిలికన్ విషయములో కొద్దిగానే కనిపించును; కార్బన్ విషయ మున ఈ సామర్థ్యము అపారముగా వృద్ధిచెందినది. ఈ సామర్థ్య కారణమున నేడు సుమారు 3,00,000 కార్బన్ యోగికములు గుర్తించబడినవి కలవు. కార్బన్ యోగికముల సంఖ్య తక్కిన మూలద్రవ్యము లన్నిటి యోగికముల సంఖ్యను మించియున్నది. అందుచే నేటి రాసాయనికులు కార్బన్ యోగికములకు ప్రత్యేకశాస్త్ర స్థానమును కల్పించిరి. ఇదికాక, అకర్బనయోగికములకు లేని మరికొన్ని విశిష్టలక్షణములు కార్బన్ యోగికముల కున్నవి. కార్బన్ యోగికములలో చాలసంఖ్య తాపము నకు నిలువవు. అనగా, వేడిచేసిన అవి సులభముగా విశ్లేష మును చెందును. కార్బన్ యోగికములు సాధారణముగా

అకర్బన యోగికముల కన్న పాచుబాష్ప శీలములు. కార్బన్ యోగికములు సామాన్యముగా విద్యుదవాహక ములు. అకర్బనయోగికములలో చాల పాచుసంఖ్య ద్రవావస్థలోకాని, ద్రావణావస్థలోకాని విద్యుద్వాహక ములు. ఇందు మూలముననుకూడ కార్బన్ శాస్త్ర ప్రత్యేకత సమర్థించనగును.

కార్బన్ ద్రవ్యజ్ఞానమును రాసాయనికశాస్త్ర ప్రత్యేక భాగముగా నిరూపించినవారలలో నికొలస్ లెమరీ (1645-1715) అను రాసాయనికుడు మొదటివాడు. 1678 లో ఆయన రచించిన రాసాయనికశాస్త్ర మను గ్రంథములో ద్రవ్యముల రాసాయనిక జ్ఞానమును, (1) సైంధవ లవణమువంటి ఖనిజములనుండి లభ్యమగు నిర్జీవ ద్రవ్యములు; 2 వృక్షములనుండి, మూలికలనుండి లభ్యమగు సారములు; 3. గోరోజనమువంటి జంతువులనుండి లభ్యములగు స్రావములు అనుమూడు శీర్షికలలో ఆయన అమర్చినాడు.

18 వ శతాబ్దము అంతమగుసరికి రాసాయనికపు మార్పుల ముఖ్యలక్షణములు, అవి అనుసరించెడి నియమ ములు నిర్ధారితములయ్యెను. అకర్బన ద్రవ్యములు ఏ రాసాయనిక నియమములను పాటించునో ఆ నియమము లనే కార్బన్ ద్రవ్యములుకూడ పాటించు నని కొంతవరకు విశదమైనప్పటికిని జీవలోకమునుండి ఉత్పన్నమగు ద్రవ్య ములు ఒక ప్రత్యేకజాతివని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండిరి. ఈ భావమునకు కారణము జీవద్రవ్యముల సాధనకు 'జీవ శక్తి' ఆవశ్యకము అను అభిప్రాయము.

1823 లో వలర్ (జర్మను) జంతువుల మూత్రములో నున్న యూరియా కేవల అకర్బన ద్రవ్యములనుండి సాధించగలిగితినిని ప్రచురించిన తరువాత జీవశక్తియందు విశ్వాసము కొంత సడలినది. పిమ్మట బెర్ట్లే అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు అనేక ప్రచురకార్బన్ యోగికములను అకర్బన ద్రవ్యములనుండి తయారు చేయగలిగిన తరువాత జీవ, నిర్జీవద్రవ్యముల రాసాయనిక భేదము అంతరించినది.

జీవశక్తి నిరపేక్షముగా కార్బన్ ద్రవ్యములను సాధించుటకు వీలుకాదన్న మతము స్థిరముగా నున్నంతకాలము కార్బన్ ద్రవ్యజ్ఞాన విజృంభణము విరివిగా జరుగలేదు. అప్పటి రాసాయనికులు జీవలోకమునుండి వేరువేరు విధానముల ద్రవ్యములను సంపాదించుటయందును, ద్రవ్యముల గుణపరిశీలనయందును పరిశ్రమ చేసెడివారు. డాల్బిన్ రాసాయనిక సంయోగనియమములను క్రోడీకరించి, పరమాణు సిద్ధాంతమును స్థాపించు సందర్భమున అకర్బన ద్రవ్యములకు అన్వయించు నియమములే కార్బన్ ద్రవ్య



ములకుకూడ వర్తించునని బర్టీలియస్ సూచించెను. తరువాత 1831లో లీబిక్ అను జర్మను విజ్ఞాని నిశితమైన విశ్లేషణపద్ధతులను ఉపయోగించి కార్బన్ డ్రవ్య విజ్ఞాన కృషికి గట్టిగా పునాది వేసెను. కార్బన్ డ్రవ్యములను ఆక్సికరణ డ్రవ్యసహాయమున ఉచ్చతాపక్రమముల ఆక్సికరించి వానియందున్న కార్బన్, హైడ్రోజన్ రాశులను నిర్ణయించుటకు అనుకూలమగు పద్ధతిని లీబిక్ వ్యవస్థాపించెను. అటులనే కార్బన్ యోగికములందున్న నైట్రోజన్ పరిమాణాత్మకముగా కనుగొనుటకు డ్యూమా తగు విధానమును నెలకొల్పెను.

అసంఖ్యాకములగు కార్బన్ యోగికము లుండుటకు కారణము గొలుసుకట్టుగా సంయోగించగల సామర్థ్యము కార్బన్ పరమాణువునకు ఉండుటచేనని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. లీబిక్, వలర్ పరిశోధనల మూలమున కార్బన్ యోగికముల సంఖ్యను ఎక్కువచేయు మరియొక ముఖ్య లక్షణము బయటపడినది. వాటిలో సంయోగించి ఉన్న పరమాణువుల స్వభావమందుగాని, సంఖ్యయందుకాని భేదమేమియును లేనప్పటికిని కొన్ని యోగికములు భిన్న రాసాయనిక ధర్మములను కనవర్చును.

ఉదా : సిల్వర్ సైయనేట్, సిల్వర్ ఫల్మినేట్ అను రెండు వేరువేరు ధర్మములుకల యోగికములు సిల్వర్, కార్బన్, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ పరమాణువుల సంయోగముచే ఏర్పడును. అందులో మొదటియోగికము నిరసాయము, రెండవది కొట్టిన ప్రేలును. ఒకేపరమాణుకూటము ఇచ్చు వివిధములగు రాసాయనిక డ్రవ్యములకు సమాంగరూపములు (ఐసోమర్స్ ; ఐసో = సమ, మర్స్ = అంగములు) అనియు, ఈ సంఘటనకు సమాంగరూపత అనియు పేర్లు. ఈ సంఘటన మొదట అకర్బన డ్రవ్యములందే వ్యక్తమైనను కార్బన్ డ్రవ్యముల యందంత తరచుగా అకర్బన డ్రవ్యముల యందు కనవడదు. ఈ సమాంగరూపతాసంఘటన అనేక విధములుగా నున్నది (చూ. సమాంగరూపత). ఈ సంఘటన మూలముగా కార్బన్ డ్రవ్యముల సంఖ్య చాల ఎక్కువైనది. ఉదాహరణకు శతాంశ సంఘట్టనమునందును, అణుసాంకేతికమునందును కర్పూరమును పోలు యోగికములు 119 కలవని అంచనా వేయబడినది. ఈ కారణముచే కార్బన్ డ్రవ్యశాస్త్రమునందు సమాంగరూపతా సంఘటన మిక్కిలి ముఖ్యమైనది.

ఒకే అణుసంకేతము, శతాంశసంఘట్టనము కలిగిన అనేక డ్రవ్యములుండుటపట్టి కార్బన్ డ్రవ్యాణురచన అకర్బన డ్రవ్యాణురచనకన్న విలక్షణముగా ఉన్నదను ఊహ సమంజసమని తోచుచున్నది.

ఈదృష్టిలో కార్బన్ డ్రవ్యాణురచనయందలి విలక్షణతను పరిశీలించిన వారిలో లీబిక్, వలర్ మార్గదర్శకులు. వీరికిముందు 1815 లో గేలుసాక్ ఒక నైట్రోజన్ పరమాణువు, ఒక కార్బన్ పరమాణువు సంయోగించుటవలన ఏర్పడిన సైయనోజన్ (CN) పరమాణు సముదాయములేదా గణము, (అనగా, కూటమిలోనున్న వేరువేరు పరమాణువులు విడిపోక, ఇతరమూలద్రవ్యములతోగాని, యోగికములతోగాని సంయోగించు స్వభావముగలది.) హైడ్రోసైయానిక్ ఆసిడ్ (HCN), సైయనోజన్ క్లోరైడ్ (CNCl) మొదలగు యోగికములలో అనువృత్త మగుచున్నట్లు నిరూపించినాడు. సైయనోజన్ వలె అనువర్తించు పరమాణు సముదాయమునకు 'రేడికల్' లేదా 'గణ'మని పేరు. ఇట్టి ఇతర గణములను డ్యూమా మొదలగు మరికొంతమంది రాసాయనికులు కూడ వెలిబుచ్చినారు. ఈ నిరూపణలను అనుసరించి అకర్బన రాసాయనిక శాస్త్రము పరమాణుసంయోగ శాస్త్రమైయుండగా కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రము గణముల సంయోగ శాస్త్రమై ఉండవచ్చునని 18 వ శతాబ్దమున లావ్వాజ్యే చేసిన సూచన నిజమైనట్లు కనిపించుచున్నది.

కార్బన్ శాస్త్రములో గణముల ప్రాముఖ్యమును బాగుగా పెంపొందించినవారలు వలర్, లీబిక్. చేదు బాదము పిక్కలనూనెలో ఉండు బెన్జాల్డిహైడ్ ( $C_6H_5 - CO.H$ ), సాంబ్రాణి నుండి లభ్యమగు బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ ( $C_6H_5 CO.OH$ ), బెన్జామైడ్ ( $C_6H_5 CONH_2$ ), బెన్జోయిల్ క్లోరైడ్ ( $C_6H_5 COCl$ ) అను కార్బన్ యోగికములలో బెన్జోయిల్ ( $C_6H_5 CO$ ) గణము అను వర్తించుచున్నట్లు వీరు నిరూపించిరి. అందుచే ఈ యోగికము లన్నియు బెన్జోయిల్ ( $C_6H_5 CO -$ ) గణోత్పన్నములని లీబిక్, వలర్ నిరూపించిరి. ఇట్లు నిరూపించుటయే కాక వీరు మొట్టమొదట 'గణ' పదనిర్వచనమును చేసి కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రము గణయోగిక శాస్త్రమును సిద్ధాంతమును స్థాపించిరి. వీరి వాదమందు గల మహత్త్వమును బర్టీలియస్ గుర్తెరింగి బెన్జోయిల్ గణావిష్కరణ కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్ర నవోదయమునకు ఉపస్సువంటిదని తన ఆమోదమును వెల్లడిచేయుచు ఈ బెన్జోయిల్ గణమునకు 'ఎరిత్రోయిన్' (సంధ్యా రాగము) అను నామకరణమును కావించెను. వీరి వెనుకనే 1843 లో బున్ సెన్ రాసాయనికుడు కొన్ని ఉల్లిపాషాణ యోగికములకు 'కాకొడిల్' ( $(CH_3AsCH_3)_2O$ ) అను గణము సామాన్యమని చూపించెను. ఇట్లే ఇతర రాసాయనికులు మరికొన్ని గణములను ఆవిష్కరించి గణసిద్ధాంతమును విరివిగా పోషించిరి.



## రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

కాని, ఈ గణసిద్ధాంతము పౌచ్చుకాలము నిలువలేదు. ఏ బర్జీలియస్, బెన్జోయిల్ గణమునకు, దానితో గణ సిద్ధాంతమునకును సుస్వాగతమును పలికినాడో ఆతడే ఈ గణసిద్ధాంతమునకు అచిరకాలములో ప్రతిస్పర్థిగా మారి నాడు. దీనికికారణము 1812 లో అకర్బన రాసాయనిక యోగికములు మూలద్రవ్యములనుండి ఉత్పన్నమగుటకు కారణముల వివరించు సిద్ధాంతము నొక దానిని బర్జీలియస్ 'ద్వైతసిద్ధాంత' మనుపేర లేవదీయుట. ఈ సిద్ధాంత ప్రకారము ప్రతియోగికమును విజాతీయ విద్యుదావేశములు కలిగిన దాని భాగముల కూడికవలన ఏర్పడును. అనగా, రాసాయనిక సంయోగము విజాతీయ విద్యుదావిష్టములగు రెండు ద్రవ్యశకలముల సంయోగము. ఈ సిద్ధాంతదృష్టిలో సజాతీయ విద్యుదావిష్టములగు ద్రవ్యములమధ్య రాసాయనిక సంయోగము సంభవించదు. అందుచే ప్రతి రాసాయనిక యోగికమును విజాతీయ విద్యుదావిష్టములగు ఖండ ద్రవ్యముల సంయోగముగా పరిగణించబడవలెను. ఇదిగాక బర్జీలియస్ బెన్జోయిల్ గణావిష్కరణకు తన మనఃపూర్వక ఆమోదమును ప్రచురించుటలో తన ద్వైతసిద్ధాంతమూలమతమును బెన్జోయిల్ గణము త్రోసిరాజునుచున్న దని గ్రహించలేదు. ప్రారంభోత్సాహ సంరంభము శాంతించిన పిమ్మట శాంతముగా, నూడ్మముగా పరిశీలించుటలో బెన్జోయిల్ గణమందు ఆక్సిజన్ ఉన్నట్లు గ్రహించి, దానికి గణపదవిని ఇచ్చుటకు బర్జీలియస్ ఒప్పుకొనలేదు. ఏలన, గణము లనగా ఈయన సిద్ధాంతదృష్టిలో ఆక్సిజన్ తో సంయోగించునవియేకాని, ఆక్సిజన్ ని తమశరీరములో ఇముడ్చుకొన్నవి కాకూడదు. అందుచే బెన్జోయిల్ పరమాణుకూటమునకు గణత్వమును నిరాకరించి గణసిద్ధాంతమునకు ప్రబలశత్రువైనాడు. ఆనాడు రాసాయనిక లోకమునకు ఏకనియంత అగు బర్జీలియస్ అధిక్షేపమునకు గురియైన గణసిద్ధాంతము ఆయువుచెల్లి అంతరించినది.

అదికాక, మరియొక వైపునుంచికూడ గణసిద్ధాంతమునకు హాని వాటిల్లినది. డ్యూమా అను ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు కార్బన్ యోగికములందు జరుగు మూలద్రవ్యస్థాన వినిమయము (అనగా, యోగికమునందున్న ఒక పరమాణువుస్థానమున మరియొక ఇతరపరమాణువు ఆక్రమించుట)ను పరిశీలించి బర్జీలియస్ ద్వైత సిద్ధాంతమునకు ప్రతిస్పర్థిగా యోగికాద్వైతవాదమును లేవదీసెను. ఈయన దృష్టితో యోగికములను, అందులో ముఖ్యముగా కార్బన్ యోగికములను ఏకములుగా, అనగా అవిభాజ్యములుగానే భావించవలెను; కాని, భాగరచితములుగా

భావించకూడదు. ఈ దృష్టిని సమర్థించు ఉదాహరణమును పరిశీలించము. ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) నందున్న మెతిల్ ( $\text{CH}_3$ ) గణములో ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానమును క్లోరీన్ పరమాణువులు స్వీకరించి ఒక వరుస క్లోర్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ లు ఏర్పడగలవు. బర్జీలియస్ మతప్రకారము హైడ్రోజన్ ధనవిద్యుదావిష్టము; క్లోరీన్ ఋణవిద్యుదావిష్టము. క్లోర్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడుటలో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నందలి హైడ్రోజన్ పరమాణువులు విజాతీయమగు క్లోరీన్ చే స్థానభ్రంశమును చెందినవి. బర్జీలియస్ ద్వైతసిద్ధాంతదృష్టిలో యోగికరాసాయనికధర్మములు సమగ్రముగా మారవలెను. కాని ప్రత్యక్షముగా ఆసిటిక్ ఆసిడ్ క్లోర్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ మారినపుడు రాసాయనిక ధర్మములందు మార్పేదియు కానరాదు. మీదు మిక్కిలి ఆప్లుధర్మము మిక్కిలి పాచ్చైనది. అందుచే రాసాయనిక యోగికములకు బర్జీలియస్ ద్వైతసిద్ధాంతము పట్టదు. డ్యూమా అద్వైతసిద్ధాంత మొకప్రక్క బర్జీలియస్ ద్వైతసిద్ధాంతమును నిరాకరించినది; మరియొక ప్రక్క లీబిక్, వలర్ విజ్ఞానుల గణసిద్ధాంతమును ఎదుర్కొనినది. ఏమనగా, రాసాయనిక యోగికము ఏకమనుదృష్టిలో అది గణముల సంయోగమని భావించుట అనుచితము. కొనకు బర్జీలియస్, డ్యూమా, లీబిక్, వలర్ మధ్యజరిగిన వాదోపవాదములు పరస్పర హేళనక్రింద పరిణమించినవి. పైని చెప్పినట్లు వలర్ యూరియా అను యోగికమును బెర్జోలే అనేక కార్బన్ యోగికములను అకర్బన ద్రవ్యముల నుండి జీవప్రక్రియ జోలిలేకుండ కృత్రిమముగ, రాసాయనిక యోగికములను శోధనాగారమందు తయారుచేసిన తరువాత రాసాయనికులు జడుపుతీరి, కార్బన్ యోగిక కృత్రిమ సాధనకు పూనుకొనిరి. ఈ కృషిఫలితముగా అసంఖ్యాకములగు కార్బన్ ద్రవ్యములు వెలువడినవి. వాటి స్వభావములు కూడ వర్ణింపబడినవి. కార్బన్ ద్రవ్యసంఖ్య ఎక్కువగు కొలది, వాటి అనుశీలనా సౌకర్యముకొరకు వాటివర్గీకరణము ఆవశ్యకమైనది. శాస్త్రశరీరమందు వర్గీకరణము అతిప్రధానమైన అంగము. 1842 లో షేలే విజ్ఞాని వర్గీకరణ ప్రాముఖ్యమును గుర్తించి అప్పటికి తనకు తెలిసిన ఆల్కహాల్ లను అణుభారవృద్ధి క్రమముగా నమర్చినపుడు వాటి క్వథనాంకము, ద్రవీభవనాంకము మొదలగు రాసాయనిక ధర్మములు కూడ ఒక క్రమమును అనుసరించి వృద్ధిచెందునని కూడ వివరించెను. మజ్జాన్లుములు (క్రోవుస్ సంబంధమైనవి) కూడ అట్టి శ్రేణిలో చేరునని డ్యూమా నిరూపించెను. 1848 లో ఫ్రాన్స్ లాన్డ్ హైడ్రో కార్బన్ ల శ్రేణిని, 1851 లో విలియమ్సన్ ఈతర్ ల శ్రేణిని



కార్బన్ ద్రవ్యముల వర్గములలో చేర్చెను. రాసాయనిక స్వభావసామ్యముకలిగి గుణములక్రమాభివృద్ధిని చూపెడి ఇట్టి ద్రవ్యశ్రేణికి 'హోమాలగీయశ్రేణి' అని పేరు.

హోమాలగీయశ్రేణులుగా విభజించిన వాటి గుణానుశీలన, సాధనవిధానవివరణ మిక్కిలి సుకరము. అందుచే కార్బన్ ద్రవ్యశాస్త్రమును కొన్ని హోమాలగీయశ్రేణులు విజ్ఞాన మనవచ్చును.

ఉదాహరణకు క్రిందనొక అట్టిశ్రేణి కననగును. హైడ్రోకార్బన్ ల హోమాలగీయశ్రేణి :

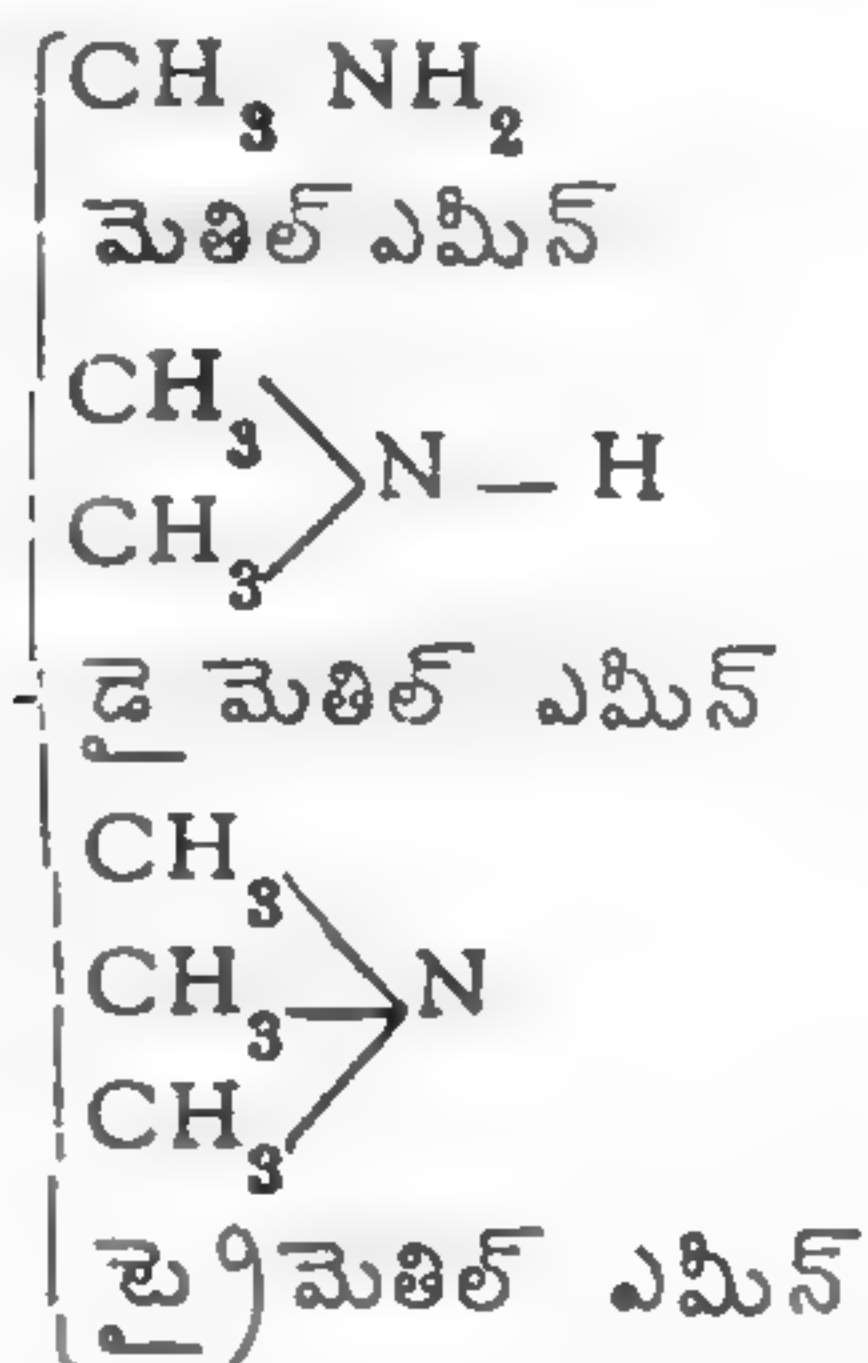
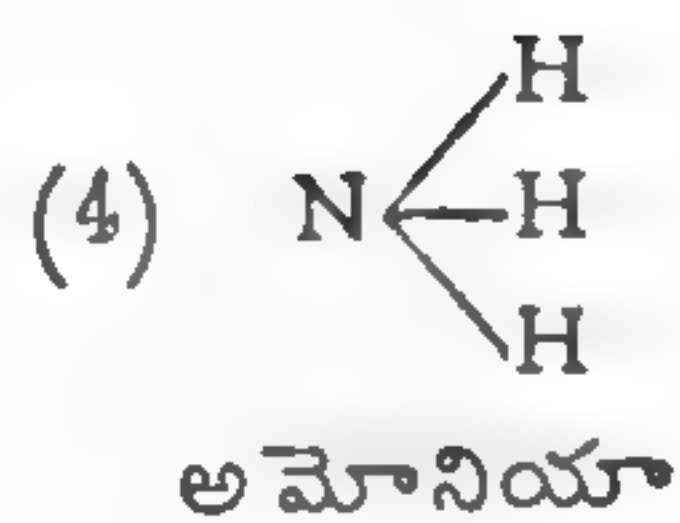
| యోగికము  | సాంకేతికము                   | కృతనాంకము. C. |
|----------|------------------------------|---------------|
| మిథేన్   | $\text{CH}_4$                | - 164°        |
| ఎతేన్    | $\text{C}_2\text{H}_6$       | - 93°         |
| ప్రోపేన్ | $\text{C}_3\text{H}_8$       | - 45°         |
| బూటేన్   | $\text{C}_4\text{H}_{10}$    | - 0.6°        |
| పెంటేన్  | $\text{C}_5\text{H}_{12}$    | + 36°         |
| హెక్సేన్ | $\text{C}_6\text{H}_{14}$    | + 68.7°       |
| హెప్టేన్ | $\text{C}_7\text{H}_{16}$    | + 98.4°       |
| ఆక్టేన్  | $\text{C}_8\text{H}_{18}$    | + 125.8°      |
| నానేన్   | $\text{C}_9\text{H}_{20}$    | + 150.7°      |
| డెకేన్   | $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ | + 178°        |

ఈ శ్రేణిలో కృతనాంకము ఎట్లు క్రమముగా పెరుగుచున్నదో చూడనగును.

పైని పేర్కొనిన కార్బన్ యోగికపువర్గములకు పూర్వీకములను ఫ్రెంచ్ రాసాయనికుడు అమోనియా నుండి ఉత్పన్నమైనటుల భావింపబడదగిన ఎమీన్లను మరియొకవర్గపు కార్బన్ ద్రవ్యములను చేర్చెను.

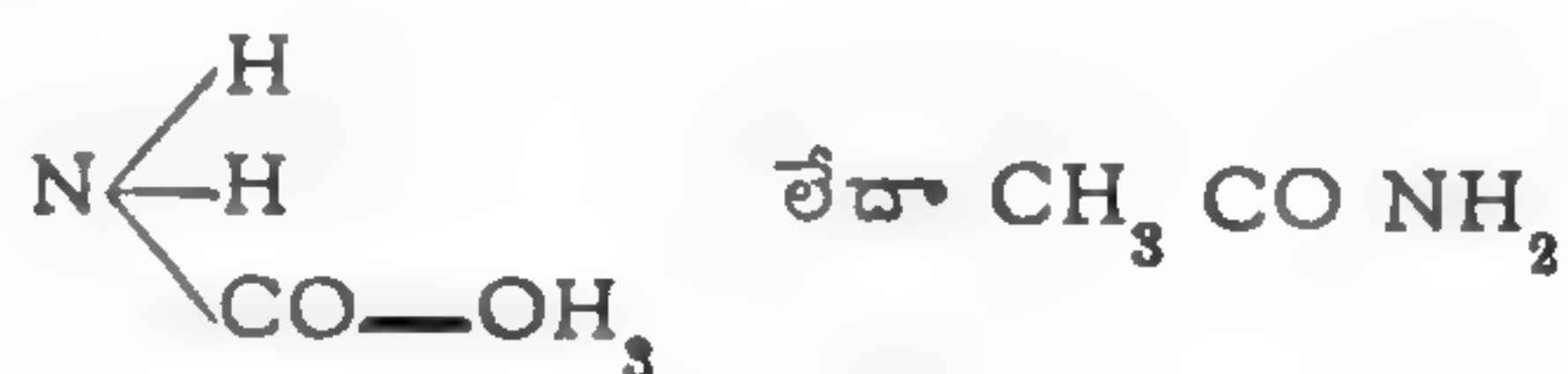
ఈ వర్గములన్నిటిని క్రోడీకరించి వర్గీకరణాత్మకమగు వర్గవాద మనుచానిని గెర్హార్ట్ అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు లేవదీసెను. ఈ వాదముప్రకారము అప్పటికి తెలిసిన కార్బన్ ద్రవ్యము లన్నియు నాలుగువర్గములుగా విభజింపబడినవి: అవి ఏమనగా: 1. హైడ్రోజన్ వర్గము; 2. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వర్గము; 3. నీరు వర్గము; 4. అమోనియా వర్గము.

| వర్గద్రవ్యము                                   | ఉదాహరణము   |
|--|--|
| (1) $\text{H}-\text{H}$<br>(హైడ్రోజన్ అణువు)   | $\text{CH}_3-\text{CH}_3$<br>(ఎతేన్)   |
| (2) $\text{H}-\text{Cl}$<br>హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ | $\text{CH}-\text{Cl}$<br>మెథిల్ క్లోరైడ్   |
| (3) $\text{H}-\text{O}-\text{H}$<br>నీరు       | $\begin{cases} \text{CH}_3-\text{O}-\text{H} \\ \text{మెథిల్ ఆల్కహాల్} \\ \text{లేదా} \\ \text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \text{మెథిల్ ఈథర్} \end{cases}$ |

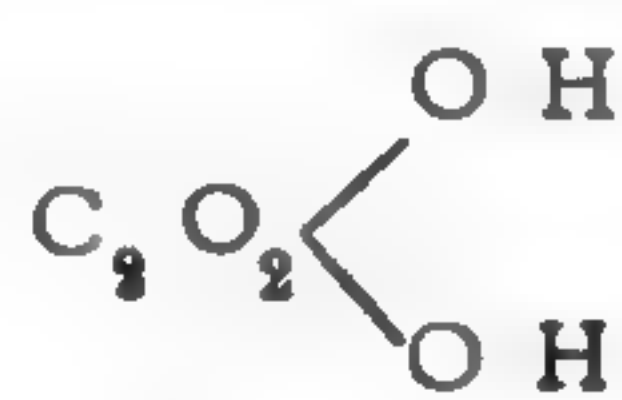


తరువాత విలియమ్సన్ మిశ్రవర్గములను, ఆడ్లింగ్ సంహతవర్గములను నిరూపించిరి.

మిశ్రవర్గమునకు ఉదాహరణములు: నీరు, అమోనియా వర్గముల సాంకర్యమున ఉద్భవించినవి ఆసిడ్ ఎమైడ్లు అను జాతి ద్రవ్యములు. ఇవి నీరుజాతికి చెందిన ఆప్లుము నుండికాని, అమోనియానుండికాని ఉత్పన్నమైనట్లు భావించవచ్చును.



రెండు నీటి అణువులనుండి రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ద్విసంయోజనీయమగు  $\text{C}_2\text{O}_2$  లేదా ఆక్సాలిక్ గణముచే స్థానభ్రష్టములయినచో ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ లభించును. రెండు నీటి అణువుల సంహతినుండి ఏర్పడిన యోగికము కనుక దీనికి సంహతవర్గము అని పేరు.



ఇట్లు ఆనాడు పరిచితమగు ప్రతికార్బన్ యోగికమును ఏదోఒక వర్గము

క్రింద తేబడినది. డ్యూమా, విలియమ్సన్, గెర్హార్ట్ ల వర్గీకరణసిద్ధాంతమువలన పరస్పర విరుద్ధముగా కన్పట్టు ప్రఖ్యాతపరిశోధన లెన్నియో సమన్వితములయ్యెను. అందువలన శాస్త్రజ్ఞులలో రేగిన వివాదములు అంతమయ్యెను. ఇంతటితో ఊహకాశలమును, వాదకుతూహలమును కట్టిపెట్టి శాస్త్రజ్ఞులు విషయసంగ్రహణమందు తమదృష్టిని, కృషిని కేంద్రీకరించిరి. లీబిక్, వలర్ తాము కావించినకృషి ఫలించి, కార్బన్ ద్రవ్యశాస్త్రము స్థిరరూపమును పొంది వ్యాప్తిచెంది ఇతరులకు శాస్త్రపరిశోధనలలో తోడ్పడుటను వృద్ధాప్యమున కండ్లారా కాంచి ఆనందించు భాగ్యము కలవారైరి.

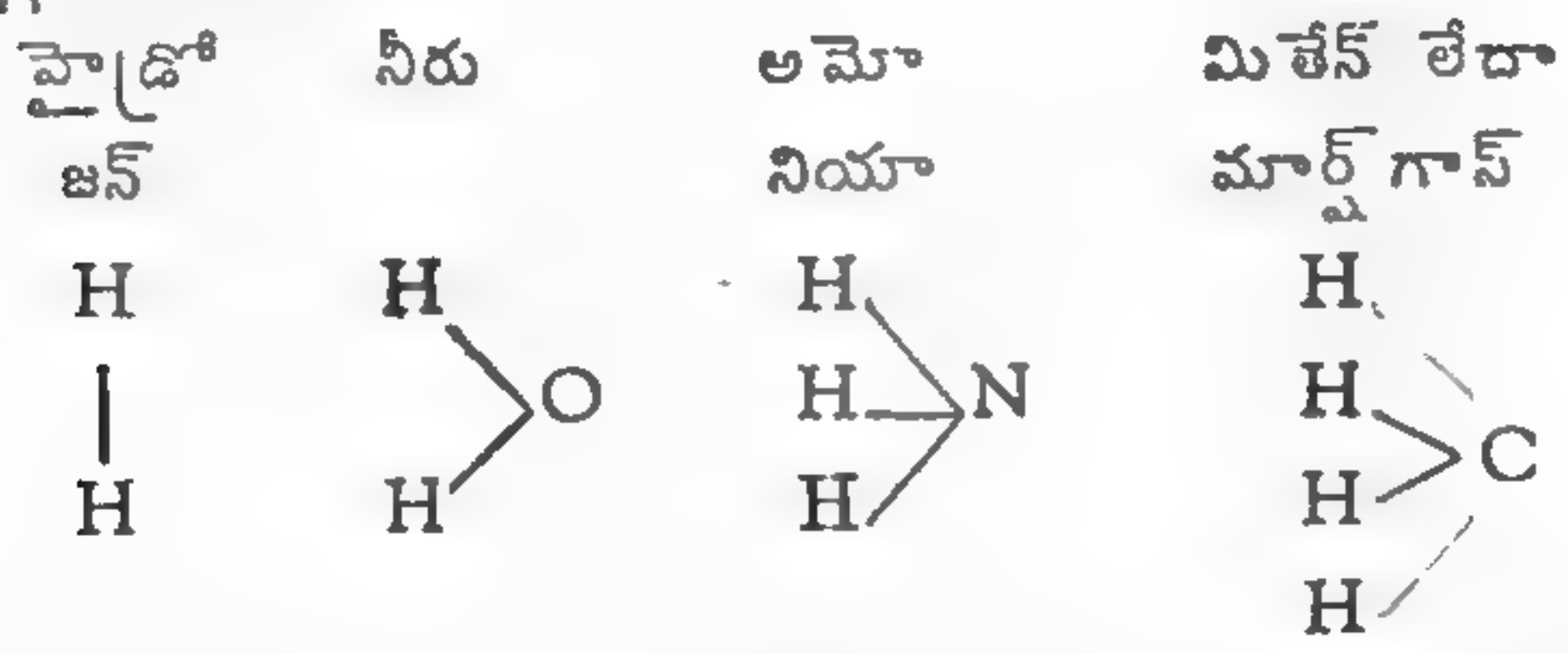
1840 లో కేకులే అను జర్మను రాసాయనికుడు పై నిరూపించిన నాలుగువర్గములలో హైడ్రోజన్ వర్గమునకు సదృశమగు హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వర్గమును తీసివేసి మిథేన్



## రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

వర్గము అను మరియొకదానినిచేర్చి మొత్తముమీద మరల నాలుగువర్గములను స్థాపించెను.

వర్గసంకేతము :



ఈపై సంకేతములను మనము శ్రద్ధతో పరిశీలించిన ఒక ముఖ్యమైన సంగతి వెల్లడి యగును. అది ఏమనగా, మొదటి వర్గములో ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువుతో మరియొక హైడ్రోజన్ పరమాణువు సంయోగించి హైడ్రోజన్ అణువు ఏర్పడుచున్నది. రెండవ వర్గములో రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు సంయోగించి ఒక నీటి అణువు ఏర్పడుచున్నది. మూడవ వర్గములో మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో ఒక నైట్రోజన్ పరమాణువు సంయోగించి ఒక అమోనియా అణువు ఏర్పడుచున్నది. నాలుగవ వర్గములో నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో ఒక కార్బన్ పరమాణువు సంయోగించి ఒక మిథేన్ అణువు ఏర్పడుచున్నది. ఈ పై సంగతులు ఇంకొక విధముగా కూడ నిరూపింపవచ్చును. ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు మరియొక హైడ్రోజన్ పరమాణువుతోను, ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను, ఒక నైట్రోజన్ పరమాణువు మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను, ఒక కార్బన్ పరమాణువు నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను సంయోగించు చున్నది. మూలద్రవ్యపరమాణువునకు గల సంయోగశక్తి, ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువుకు గల సంయోగశక్తిని మానముగా తీసికొన్నచో హైడ్రోజన్ సంయోగశక్తి ఒకటి, ఆక్సిజన్ సంయోగశక్తి రెండు, నైట్రోజన్ సంయోగశక్తి మూడు, కార్బన్ సంయోగశక్తి నాలుగు అని తెలియవచ్చుచున్నది. కేకులేకాని, అతని పూర్వులుకాని మూలద్రవ్యాణువుల సంయోగశక్తిని ఇట్లు పరిశీలించలేదు. వారి దృష్టి కార్బన్ శాస్త్రమందు ప్రధానపరిశీలనా విషయములగు పరమాణుగణముల సంయోగశక్తిని అరయుటలో లగ్నమైనది.

గణముల సంయోగశక్తిని అరయుటనుండి మూలద్రవ్య పరమాణువుల సంయోగశక్తిని అరయుటవైపు రాసాయనికుల దృష్టిని మరలించినవాడు సర్ ఎడ్వర్డ్ ఫ్రాన్క్లాండ్ అను స్కాట్లండ్ దేశీయ రాసాయనికుడు.

ఈయన 1853 లో ధాతుకార్బన్ యోగికములు (ధాతువులతో సంయోగించిన కార్బన్ గణములు) కల ఒకజాతి కార్బన్ ద్రవ్యముల కనుగొనెను. ఈ యోగికములు ముఖ్యముగా జింకు, ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని, టిన్ను (తగరము) మొదలగు ధాతువులతో చేయబడినవి. ఇందు గణించ తగిన విశేషమేమన ప్రతియోగికమందును ఒక ధాతు పరమాణువుతో రెండు, మూడు, నాలుగు, అయిదు కార్బన్ పరమాణుగణములు సంయోగించును.

ఉదా :  $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$  జింకు ఎతిల్ అని యోగికము పేరు. ఇందు ఒక జింకు పరమాణువుతో రెండు ఎతిల్ గణములు సంయోగించినవి. ఇటులనే :  $\text{As}(\text{CH}_3)_3$  (ఆర్సెనిక్ ట్రైమెథిల్),  $\text{Sb}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  (ఆంటిమోని ట్రైఎతిల్),  $\text{Sn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$  (టిన్ డైఎతిల్)  $\text{Sn}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  (టిన్ టెట్రాఎతిల్) అను యోగికములు సంకేతములచే చూపబడిన రచనలు గలవి ఏర్పడినవి.

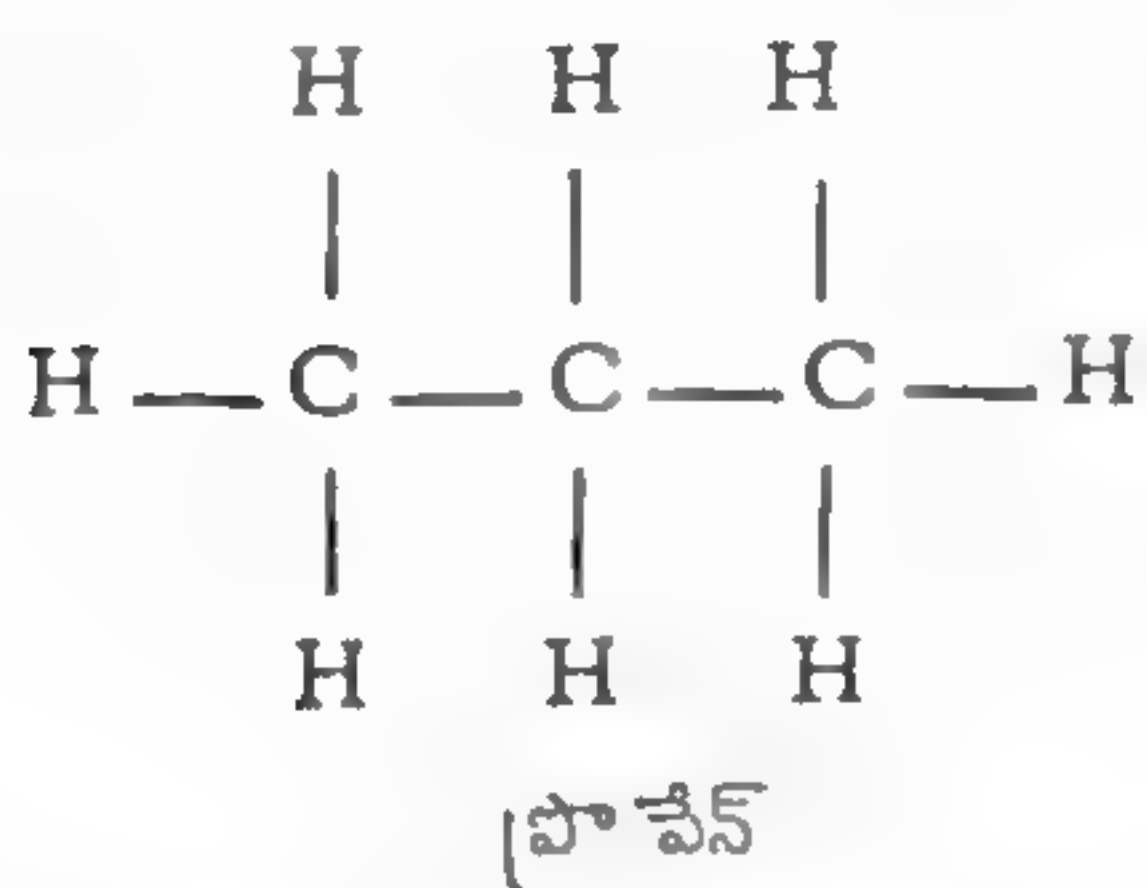
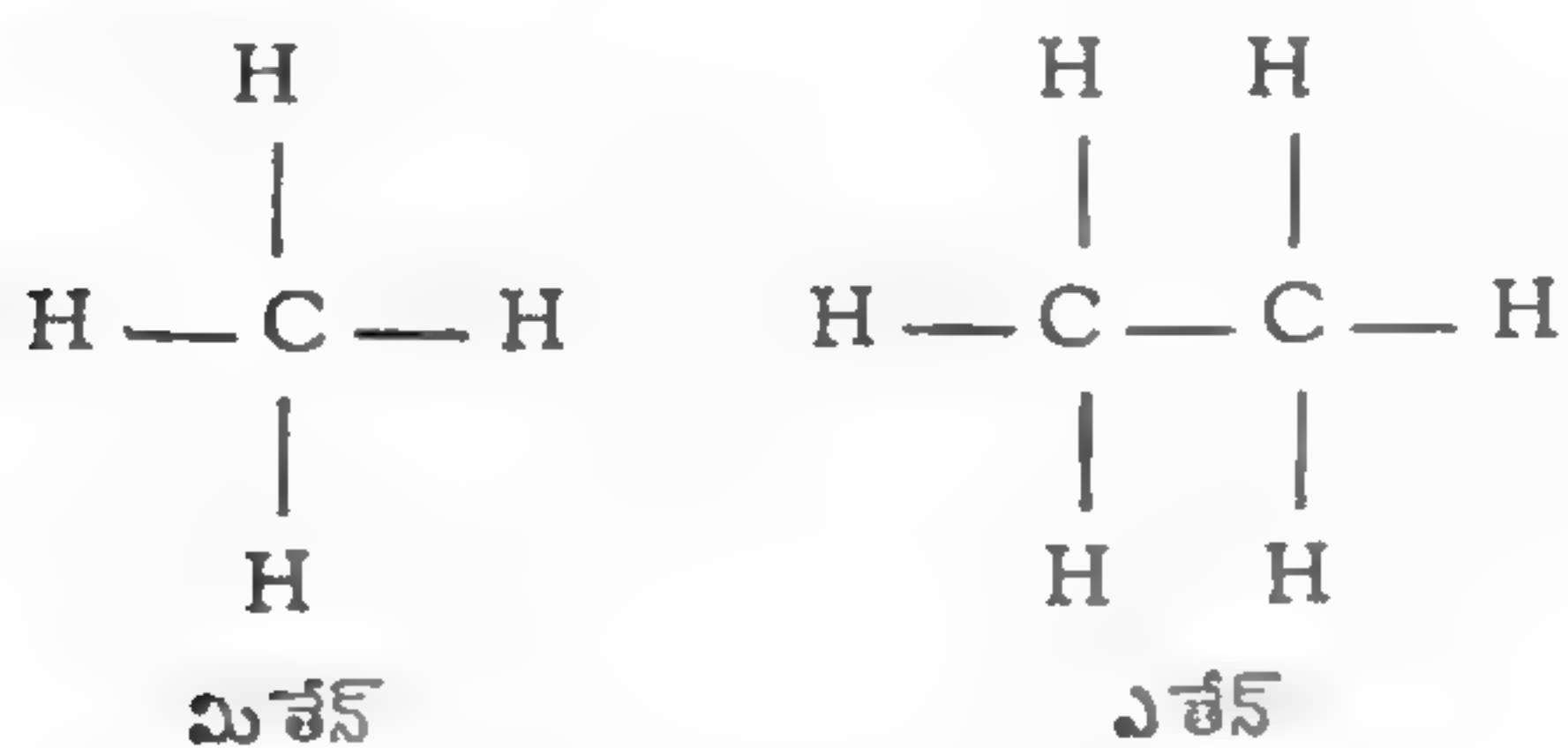
ఈ ఫ్రాన్క్లాండ్ యోగికములలో ధాతు పరమాణువుల సంయోగశక్తి వెల్లడి అగుచున్నది. ఒక ధాతు పరమాణువు రెండు లేదా నాలుగు గణములతోగాని, లేదా, మూడు లేదా అయిదు గణములతోగాని సంయోగించుట కనబడుచున్నది. అందుచే ఈ యోగికములందే మూలద్రవ్య పరమాణువుల సంయోగశక్తిని గురించిన ప్రథమవిచారణ మనకు తారసిల్లినది. ఈ విచారణ ప్రతిమూలద్రవ్య పరమాణువునకును స్వాభావికమై, నియతమగు సంయోగశక్తి కలదను కేకులే సిద్ధాంతమునకు ప్రాతిపదిక. ఈ సంయోగసామర్థ్యమునకు ఆడ్లింగ్ విజ్ఞాని సంయోజనీయత అని పేరిడుటయేకాక, ఈ సామర్థ్యమును మూలద్రవ్యపరమాణు సంకేతములకు తగిలించిన గీతలచే నిరూపించు సంప్రదాయమును స్థాపించెను. ఈ సంప్రదాయ ప్రకారము గీతల సంఖ్య పరమాణు సంయోజనీయతను తెల్పును. ఇట్లు H - ఏకసంయోజనీయ హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు గురుతు. O = ద్విసంయోజనీయ ఆక్సిజన్ పరమాణువునకు గురుతు ; N ≡ త్రిసంయోజనీయ నైట్రోజన్ పరమాణువునకు గురుతు.

కార్బన్ ద్రవ్యములు ఏర్పడుటకు అత్యవశ్యకమగు కార్బన్ పరమాణుయోజనీయతను గురించి హైడిల్ బర్గ్ యూనివర్సిటీ ఆచార్యుడగు కేకులే రెండు ముఖ్యమైన సూచనలు గావించెను :

1. కార్బన్ పరమాణుయోజనీయత నాలుగు. అది అన్నియోగికములందును స్థిరముగా నుండును ;
2. కార్బన్ పరమాణువులు ఒకదానితో నొకటి సంయోగము చెంది గొలుసుకట్టుగా ఏర్పడును.



కార్బన్ పరమాణు ప్రత్యేకతను వ్యక్తముచేయు ఈ రెండవ గుణమువలననే అనేక యోగికములు ఏర్పడుచున్నవి. కార్బన్, హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంయోగము వలన ఎన్నియో హైడ్రోకార్బన్లు ఏర్పడుచున్నవి. మిథేన్, ఎథేన్, ప్రొపేన్ అను వాయువుల రేఖాచిత్ర సాంకేతికముల పరిక్షించిన కేకులే రెండు ఊహల నిజమును తెలియును.

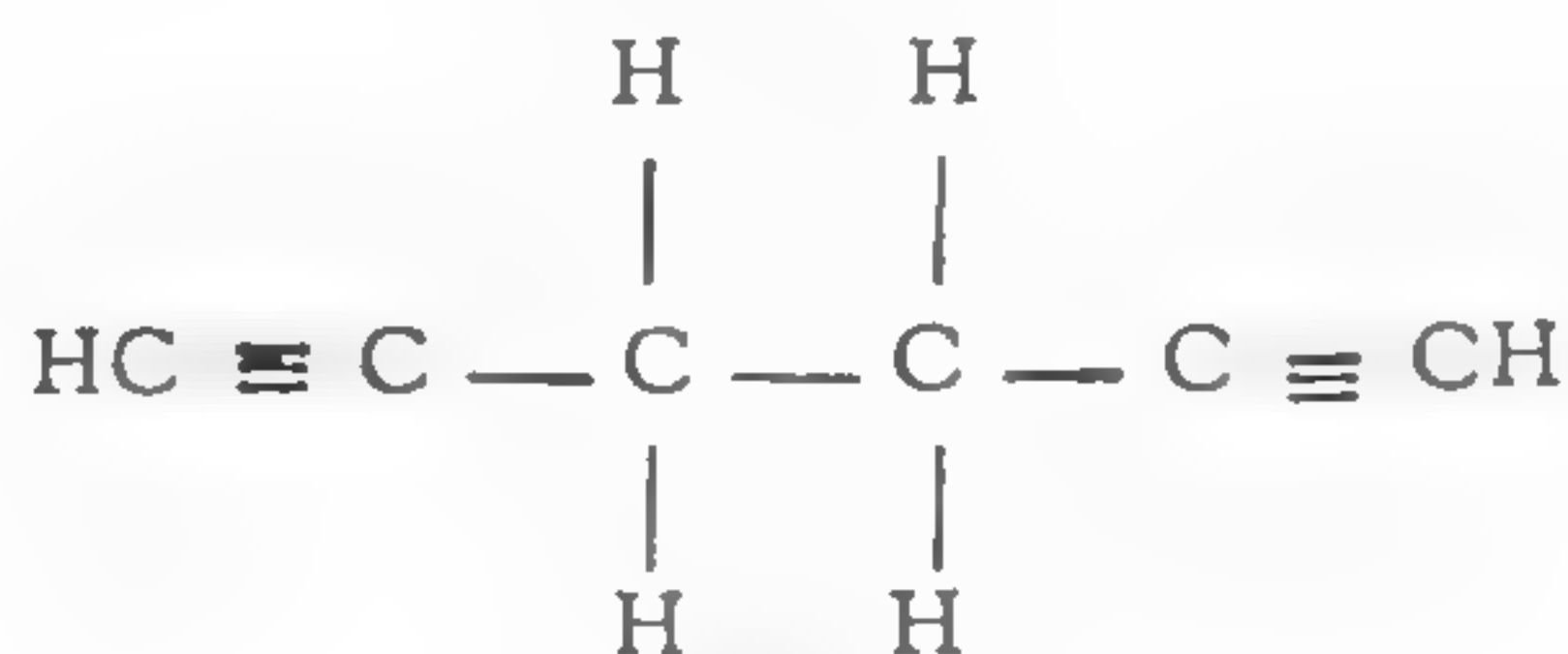


వీటియందు ఒకటి, రెండు, మూడు కార్బన్ పరమాణు లింకులు ఉన్నవి. ఇట్లే అవి అవధిలేకుండ లింకులుగా ఏర్పడుటకు అభ్యంతర మేమియులేదు. మాటకు బ్రయాకొంటేన్ అను హైడ్రోకార్బన్ లో 30 కార్బన్ పరమాణులింకులు ఉన్నట్లు తెలియవచ్చినది. ప్రయోగఫలితములచే సమర్థింపబడిన కేకులే అభిప్రాయముల వలన అసంఖ్యాకములగు కార్బన్ ద్రవ్యము లెందుకున్నవో తెలిసినది.

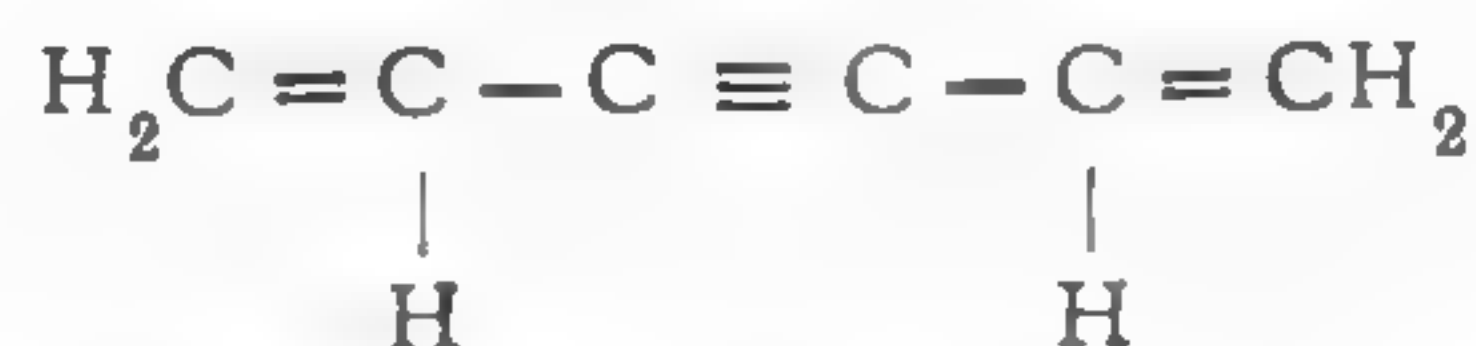
ఆకాలమునందే ఎడింబరో కళాశాలయందు సహాయోపాధ్యాయుడైన కూపర్ కూడ ఇట్టి అభిప్రాయములనే ఫ్రెంచ్ శాస్త్ర సమాచారపత్రికలో స్వతంత్రముగా వెల్లడించెను. కాని, తదుపరి రోగగ్రస్తుడగుటచే పరిశోధనల విరమించుకొనుట వలన కూపర్ తన అభిప్రాయములను ప్రచారములో పెట్టలేక పోయెను.

ఈ పైని నిరూపించిన కేకులే, కూపర్ అభిప్రాయములు ఆలిఫాటిక్ (తైలాత్మక) వర్గమునకు చెందిన కార్బన్ యోగికముల నిర్మాణమును మాత్రమే వివరించగలిగినవి. కార్బన్ యోగికములందు ఇంకొక జాతికిచెందిన యోగికములకు గంధాత్మక ద్రవ్యములని పేరు. ఇవి సాధారణముగా సుగంధయుతములగుటచే ఈపేరు వీటికి వచ్చినది. వీటి నిర్మాణము కేకులే ఇదివరకు చేసిన సూచనలచే అవగతముకాలేదు. ఈ వర్గమునకు చెందిన యోగికము లన్నిటి కిని ఫారడేవలన కనుగొనబడిన బెన్జీన్ ప్రాతిపదిక. అనగా

ఈ ద్రవ్యములు బెన్జీన్ నుండి వ్యుత్పన్నములు. బెన్జీన్ నిర్మాణము తెలిసిన వీటి నిర్మాణము తెలిసినట్లే అగును. బెన్జీన్ నిర్మాణమందు అతి క్లిష్ట సమస్య యొకటి ఇమిడియున్నది. బెన్జీన్ అణు సంకేతము  $\text{C}_6\text{H}_6$  అని నిర్ణీతమైనది. కేకులే మొదటి సూచన ప్రకారము కార్బన్ యోజనీయత అవిచలితముగా నాలుగు అయినయెడల బెన్జీన్ ను ఎథేన్, ప్రొపేన్ వంటి వివృత శృంఖలయోగికముగా నిరూపించవలె ననిన ఆరు కార్బన్ పరమాణువులకు మొత్తముమీద 14 యోజనీయ బంధములు తక్కిన పరమాణువులతో సంధించుటకు సిద్ధముగా నున్నట్లు చూపవలెను. అనగా, 14 హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంధించుటకు అవకాశము కలదు. కాని, ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంఖ్య ఆరు. అందుచే బెన్జీన్ వివృతశృంఖల రచనలలో మిగిలి పోయిన బంధములు ద్విబంధ, త్రిబంధ రూపములుగా నుండవలయును. అట్టి సవరణ క్రింది సాంకేతికములచే విశదమగును :



కేచా



ఇట్లు ద్విబంధములు, త్రిబంధములు గల యోగికములు అత్యంత అసంతృప్త స్వభావమును కనపరచునవిగను, అతిచురుకైనవిగను కన్పట్టును. కొంత అసంతృప్త స్వభావము బెన్జీన్ కు ఉన్నను ఎనిమిది హైడ్రోజన్ అణువులు కొరతగాఉన్న పై వివృతశృంఖలయోగికములు కనపరచుగాఢఅసంతృప్త ధర్మమును బెన్జీన్ కనపర్చదు. ఈ కారణములచే బెన్జీన్ నిర్మాణము క్లిష్టసమస్యగా పరిణమించినది.

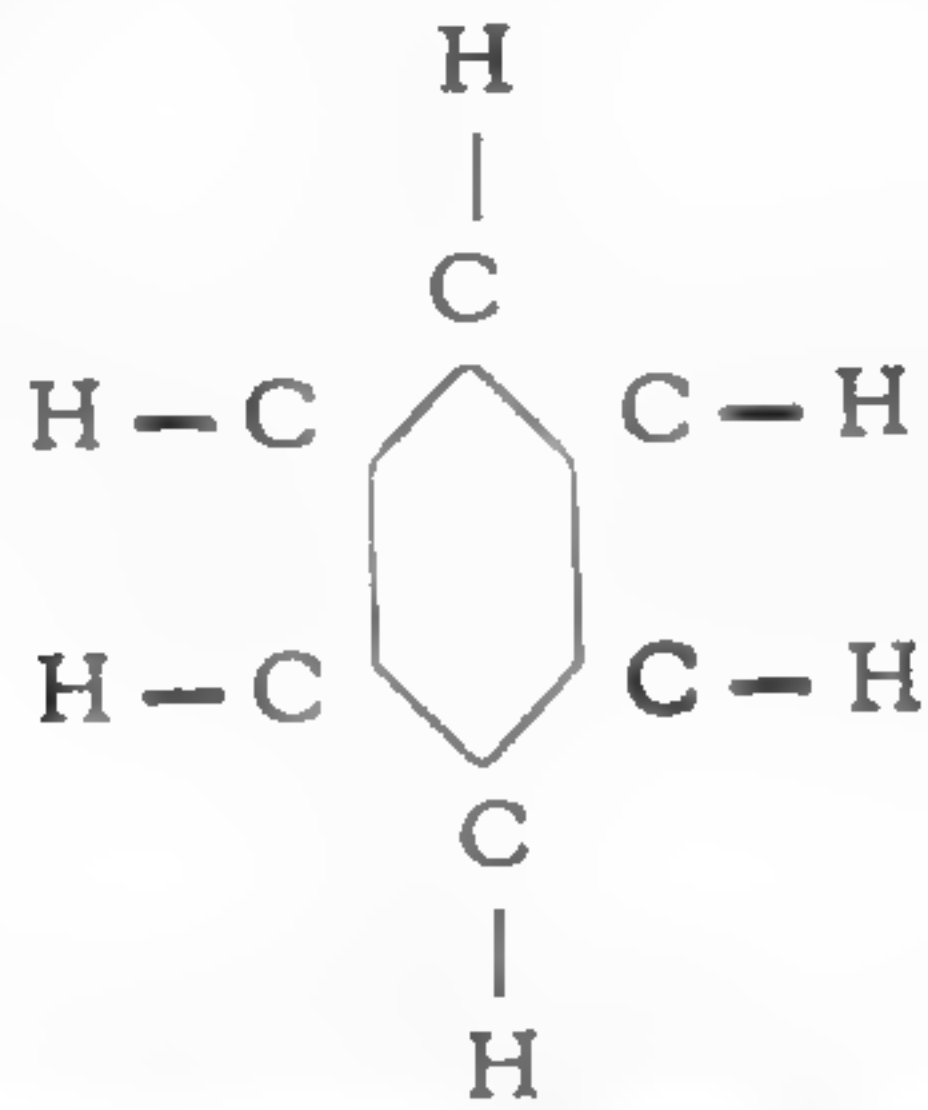
ఆలిఫాటిక్ ద్రవ్యనిర్మాణస్థితి వెల్లడించిన మరి ఏడు సంవత్సరములనాడు కేకులే ఘెంటు విశ్వ విద్యాలయాచార్యుడుగా నుండెను. ఒకపరి గ్రంథరచనానిమగ్నుడైన కేకులే విశ్రాంతికై కుర్చీలో చేరగిలబడి భావనాప్రవంచములో తిరుగులాడసాగెను. కుంపటివేడికి చలికాగుచు వెచ్చగా మగతగా పడుకొనియున్న కేకులేకు భావనాకాశములో బెన్జీన్ నిర్మాణదృశ్యము స్ఫురించినది. అతనికి తనకండ్లముందు మునుపటివలె పరమాణునాట్యము



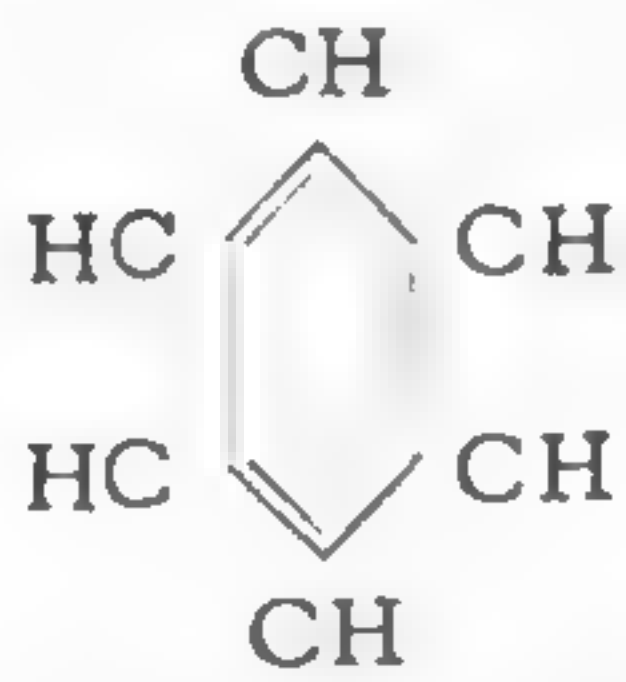
## రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీనయుగము

ప్రత్యక్షమయ్యెను. ఈ పర్యాయము కార్బన్ పరమాణువులు శ్రేణులుకట్టి నృత్యముచేయుటకాక శ్రేణి వలయమై పాము తనమేనువంచి తోకను మింగుచున్నట్లు అగుపడెను. అప్పుడు తను మెరుపుతో కొట్టిలేపినట్లుగా అయి మెలకువ తెచ్చుకొని బెన్జీన్ నిర్మాణమును వలయ రూపమున నిరూపించయత్నించెను.

వలయరూప నిర్మాణకల్పన బెన్జీన్ రాసాయనికధర్మముల అనేకమును వివరించగలదు. కాని, వలయ నిర్మాణములో క్రిందిచిత్రములో చూపించినట్లు ప్రతి కార్బన్ పరమాణువునకు మూడు యోజనీయతలే ఖర్చు పడినట్లు కనపడుచున్నవి:

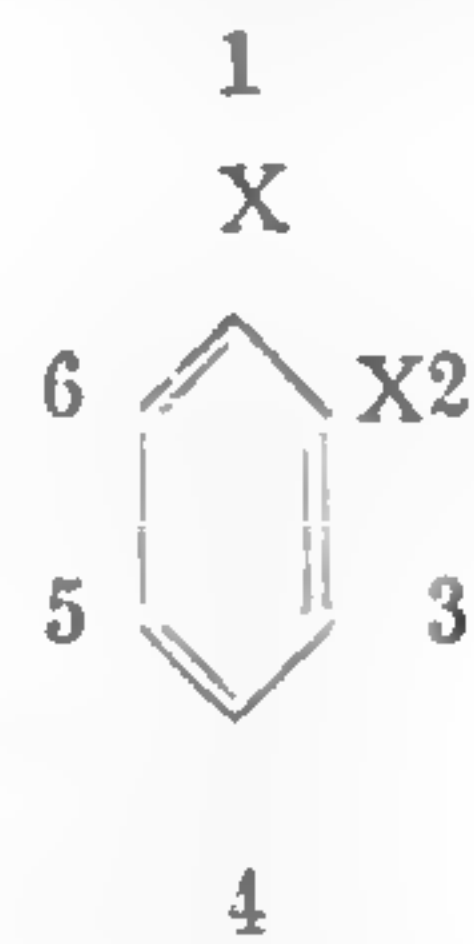


నాల్గవ యోజనీయతను పరిష్కరించు సందర్భమున కేకులే కాక అనేకు లితరులు అనేకత్రోవల త్రొక్కినారు. అట్టివారలలో లీడెన్ బర్గ్, బేయర్, ఆర్మ్స్ట్రాంగ్, క్లాస్, తీలె ముఖ్యులు. కొనకు కేకులే పరిష్కారమే ఇప్పటికిని నిలచి ఉన్నది. కేకులే పరిష్కారమే అతిచమత్కారమైనది. ఆయనదృష్టిలో మరి మూడు బంధములకు వలయములోఉన్న కార్బన్ పరమాణువులమధ్య ఏకాంతరముగా నుంచిన, ప్రతి కార్బన్ పరమాణువునకును నాల్గవ యోజనీయత సులభముగా సంపాదితమగును.

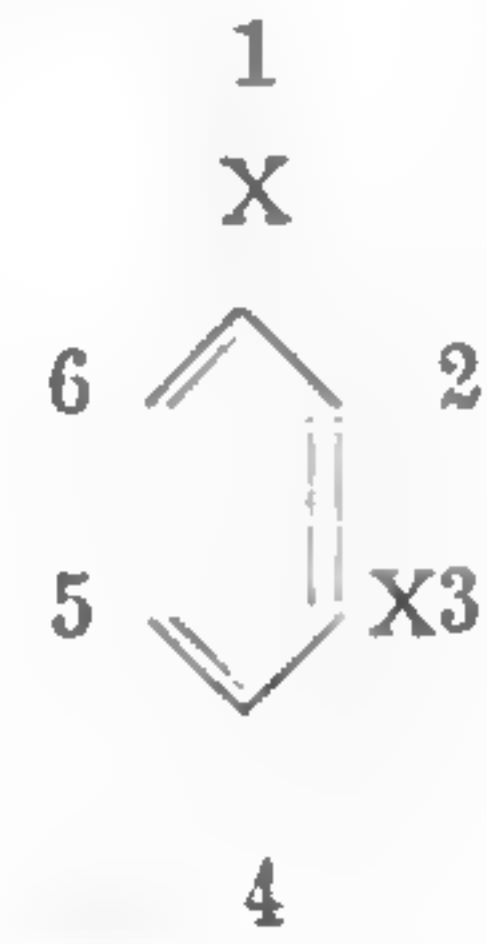


కాని, దీనితో శాస్త్రలోకము బెన్జీన్ రచనను గురించిన అంతిమ నిర్ణయమునకు రాలేదు. ఈ నిర్ణయము ఎట్లు జరిగినదియు తెలిసికొనుముందు కర్నర్ అను జర్మను రాసాయనికుని పరిశోధన లెట్లు కేకులే సిద్ధాంతమును బలపరచినవో అరయుట ఆవశ్యకము. బెన్జీన్ మండలమునందు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ప్రతిస్థాపించిన రెండు పరమాణువుల పరస్పరసన్నివేశమునుపట్టి, రెండునూ ఒక దానికొకటి పార్శ్వవర్తి అయినప్పుడు 'ఆర్తో' అవస్థానమనియు, ఏకాంతరముగానున్నప్పుడు 'మెటా' అవస్థాన

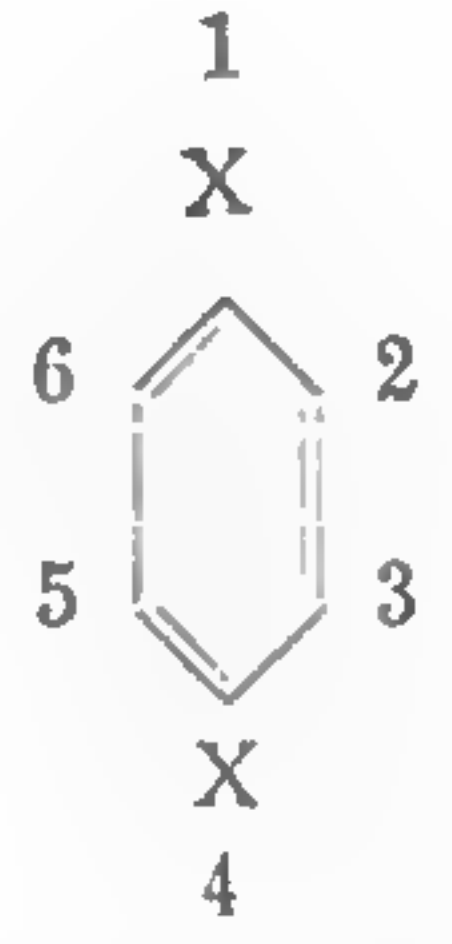
మనియు, అభిముఖముగా నున్నప్పుడు 'పారా' అవస్థానమనియు సాంకేతికములుగల మూడుసమాంగరూపములేర్పడును. ఈ వై పేర్కొనిన సన్నివేశములను క్రింది చిత్రములు విశదపరచును:



ఆర్తో (1,2)



మెటా (1,3)



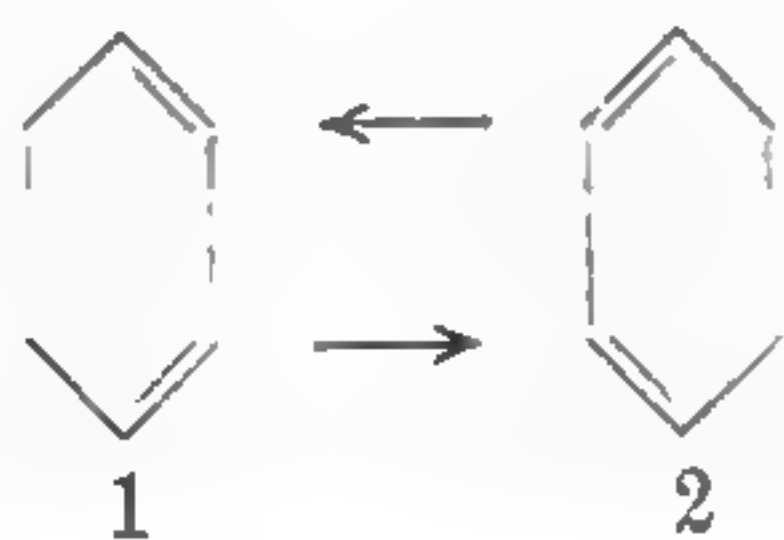
పారా (1,4)

సమీపస్థితి, ఏకాంతరస్థితి - అభిముఖస్థితి, ఇట్లు ద్విప్రతిస్థాపిత ఉత్పన్నములలో మూడు రకములుండుట బెన్జీన్ షట్కోణీయ రచననుండి ఆకృష్టమైన ఊహ; ప్రయోగము ఈ ఊహను పోషించుచున్నది. ఏలన ఈ రకపు వ్యుత్పన్నములు మూడింటికన్న ఎక్కువ లేవు. ఈ సమాంగరూపములు స్థానభేదముచే ఏర్పడినవి; కనుక వీటికి స్థానీయసమాంగ రూపములని వ్యవహారము.

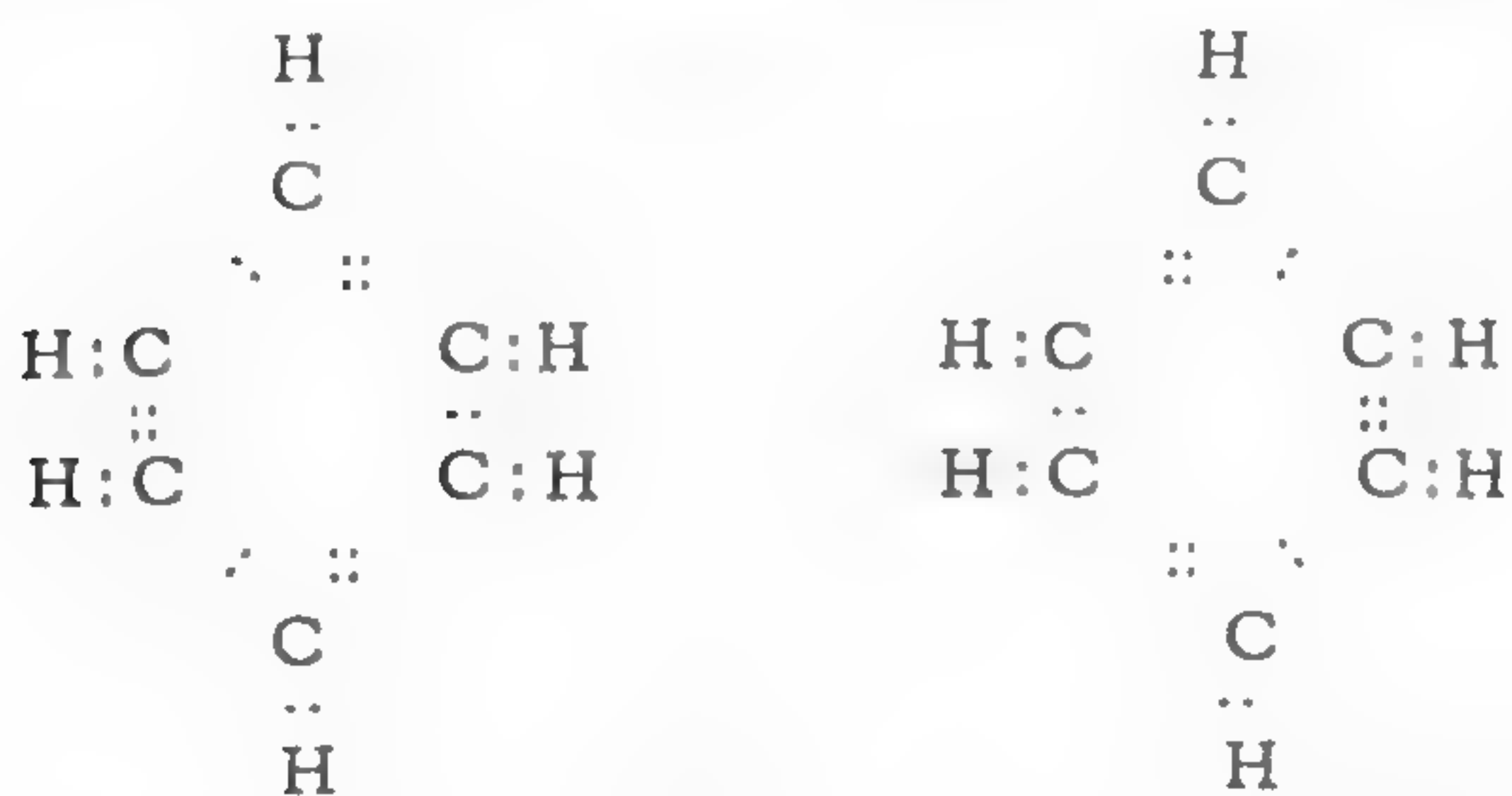
అందుచే కేకులే సూచించిన షట్కోణీయ రచన సమంజసముగా నున్నటుల ఊహించవచ్చును. బెన్జీన్ రచనలో మూడు ద్విబంధముల అంగీకారముతో కార్బన్ పరమాణువు నాల్గవ యోజనీయతను కేకులే సాధించినను ఈ ద్విబంధములను ఏకాంతరముగా స్థిరముగా నుంచిన మరి కొన్ని చిక్కులు తటస్థించుచున్నవి. ఈ రచనా ప్రకారము ద్విప్రతిస్థాపితోత్పన్నములు (1,2) (1,3) (1,4) (1,6) అని నాలుగుండవలెను. ఏలన (1,2) రూపము, (1,6) రూపము కన్న ద్విబంధన సన్నివేశముచే భిన్నముగా కనిపించుచున్నది. ప్రయోగ మీ ఊహను సమర్థించలేదు. అందుచే కేకులే సూచించిన రచన నిర్దుష్టముగాదు. ఈ ఆక్షేపణకు సమాధానముగా కేకులే బెన్జీన్ రచనయందు ద్విబంధముల స్థానములు ప్రతికార్బన్ పరమాణువునకు ఇటునటు అతివేగముతో స్పందించునని సూచించెను. ఈ స్పందన వేగము అధికమైనచో 1,2 - 1,6 సమాంగరూపములు భిన్నరచన గలిగినవే అయినను అవి స్థిరముగానున్న కాలము చాల తక్కువగుటచే వాటిని విడదీసి చూపుటకు అవకాశము చాలదని చెప్పవచ్చును. కేకులేయొక్క ఈ ఆఖరు సూచనను నవీనకార్బన్ రాసాయనికులు ఒక విధముగా ఆమోదించి నవీనబెన్జీన్ సిద్ధాంతమునకు ప్రాతిపదికగా అంగీకరించిరి. నవీన సిద్ధాంత ప్రకారము బెన్జీన్ రచన అంతిమ రూపములు రెండింటిమధ్య ఊగులాడు



చుండునని కాని, లేదా ఈరెండు అంతిమ రూపముల సమ తోలనస్థితియనికాని చెప్పట యుక్తముకాదు.



బెన్జీన్ వాస్తవరచన ఈ రెండింటికి మధ్యస్థముగా నుండు నని నవీనుల అభిప్రాయము. ఈ నిష్కర్షకు వారు పరమాణుయోజనీయతను ఎలక్ట్రాన్ల వ్యాపారముగా వివరించుసందర్భములో వచ్చిరి. ఎలక్ట్రాన్ల సిద్ధాంత దృష్టిలో యోజనీయత ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవృత్తి. పరమాణు పులమధ్య స్థాపితమగు ప్రతి బంధమునకును రెండేసి ఎలక్ట్రాన్ లుండవలయును. ఈ దృష్టిలో కేకులే స్పంద ద్విబంధన సిద్ధాంతమును బంధమునకు రెండేసి ఎలక్ట్రాన్ల చొప్పున వాడుకచేసి క్రింది విధముగా నిరూపించవచ్చును:



బెన్జీన్ రచన వాస్తవికముగా ఈ రెండురూపములలో నేదేని ఒకదానిని స్థిరముగా ఆశ్రయించి ఉండదు. ఈ రెండింటికిమధ్య నుండి చిత్రముచే నిరూపించుటకు వీలులేని ఒకానొక సంకరరూపమును ఆశ్రయించి ఉండునని నవీనుల సిద్ధాంతము. ఈ రెండు అంతిమరూపములకు కార్బన్ పంజరములో భేదము ఇసుమంతయులేదు. అటులే కార్బన్ పరమాణువులకు అంటుకొనిన హైడ్రోజన్ పరమాణు సన్నివేశములలోకూడ భేదములేదు. భేదమంతయును ఎలక్ట్రాన్ల సన్నివేశములోని మార్పువలన వచ్చినది. కార్బన్ పరమాణువుల మధ్యనున్న ఎలక్ట్రాన్ల సన్నివేశము అతిత్వరితముగా మారుచుండుటచే ఈ భేదమేర్పడినది. అస్థిరరచనగల యౌగికమును స్థిరసాంకేతికముచే నిరూపించవీలులేదు. బెన్జీన్ వాస్తవిక రచన ఈ రెండు రూపములమధ్య ప్రతిష్ఠితమై యుండునని చెప్పటకు బదులుగా అది రెండు రూపములమధ్య అనునదించుచుండు నని నవీనులందురు. దీనికే అనునదనము అని పేరు (చూ. అనునదనము).

## ఇటీవలి కార్బన్ రాసాయనిక విజ్ఞానము

1858లో రోయల్ కాలేజి ఆఫ్ కెమిస్ట్రీలో పనిచేయు చున్న సర్ విలియమ్ పెర్కిన్ అను 18 ఏండ్ల యువకుడు క్వినైన్ ను తయారుచేయ నుద్దేశించి, ఆనిలీన్ అను కార్బన్ యౌగికమును పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ తో ఆక్సికరించినపుడు ఒక నల్లని ముద్ద లభించినది. ఇందు 5% ఊదారంగు వర్ణద్రవ్యమొకటి గుర్తించబడినది. ఇది తరువాత కృత్రిమ వర్ణద్రవ్యములలో మొదటిదిగా ప్రసిద్ధి కెక్కినది. కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్ర నవీనయుగము ఈ పెర్కిన్ చేసిన ప్రయోగముతో ప్రారంభమైనదని చెప్ప వచ్చును.

తరువాతి వికాసమంతయు క్రింది విధమున సంగ్రహించనగును.

ఈ రాసాయనిక శాస్త్ర శాఖ అతిత్వరితముగా అభివృద్ధి చెందుటకు కారణమైన రాసాయనిక మూలసిద్ధాంతముల స్థాపన.

కార్బన్ ద్రవ్యయౌగిక సంపదను అతివేగముగా పెంపొందించగల కృత్రిమసాధనపద్ధతుల అభివృద్ధి.

ప్రకృతియందుండు యౌగికముల సంఘట్టనలను నిర్ణయించుట.

చెట్లలోను, జంతువులలోను జరుగు జీవరసాయన విధానములను శోధనాగారములో అనుకరించుట.

ప్రకృతినుండి సంపాద్యమగు వర్ణములకు అనుకార మగు వర్ణములు, సుగంధద్రవ్యములు, ఔషధములు, ప్లాస్టిక్ లు, కృత్రిమరబ్బరు మొదలగు నవీన నాగరికతా చిహ్నములగు వస్తువులను తయారుచేయుట ప్రయోజనముగాకల వినియుక్త కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రాభివృద్ధి.

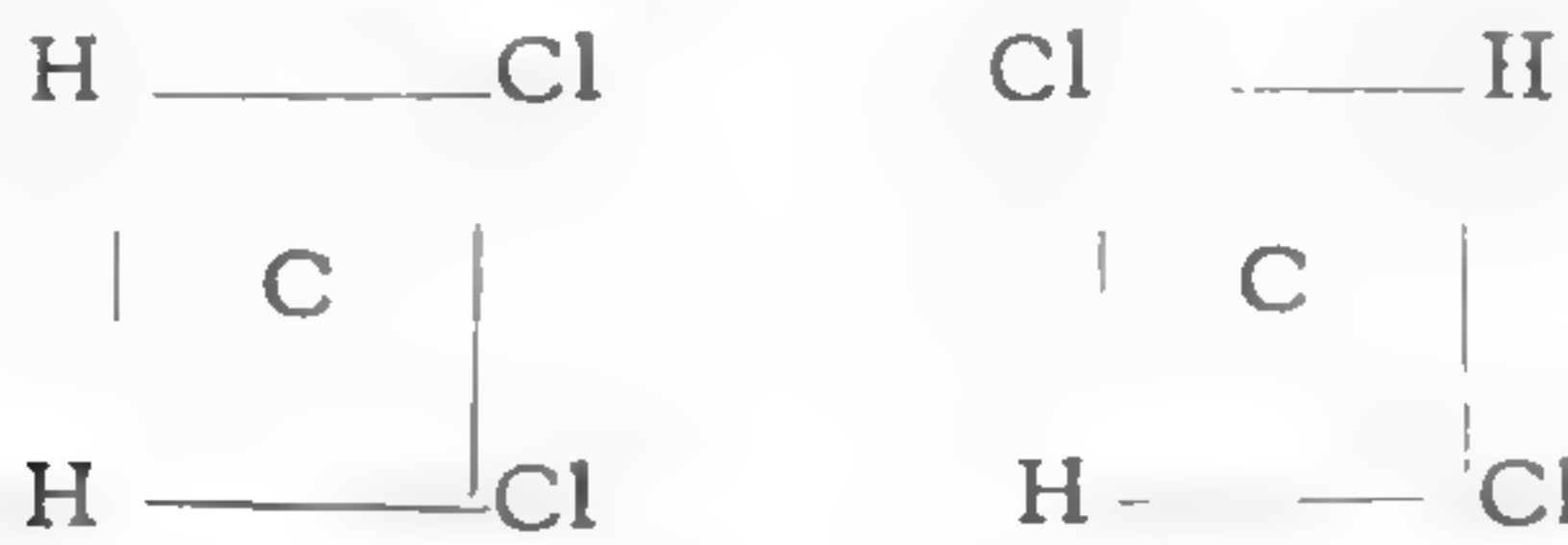
నవీన కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్ర పరిణామ చరిత్రలో 1880 వ సంవత్సరమును ఒక ఘట్టముక్రింద పరిగణింప వచ్చును. పలన రాసాయనిక శాస్త్రములశాఖలగు అకర్బన్, కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రములకు మూలాధార మగు పరమాణు, అణు, యోజనీయతా సిద్ధాంతములు ఈ సంవత్సర ప్రాంతముననే ప్రమాణబద్ధములై స్థిరరూపమును దాల్చినవి.

కార్బన్ రాసాయనికులే ఈ పరిణామమునకు ఒక విధముగా దోహదముచేసినవారై నారు. ఏమన, వీరలు కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్ర పద్ధతికై పాటుపడుటయేకాక వీరి ప్రయత్నములవలన ఆవర్తక్రమస్థాపనకు అత్యంతావశ్యకమగు మూలద్రవ్యముల యథార్థపరమాణుభారములను నిర్ణయించుట సాధ్యమైనది. ఈ పరమాణుభారనిర్ణయము



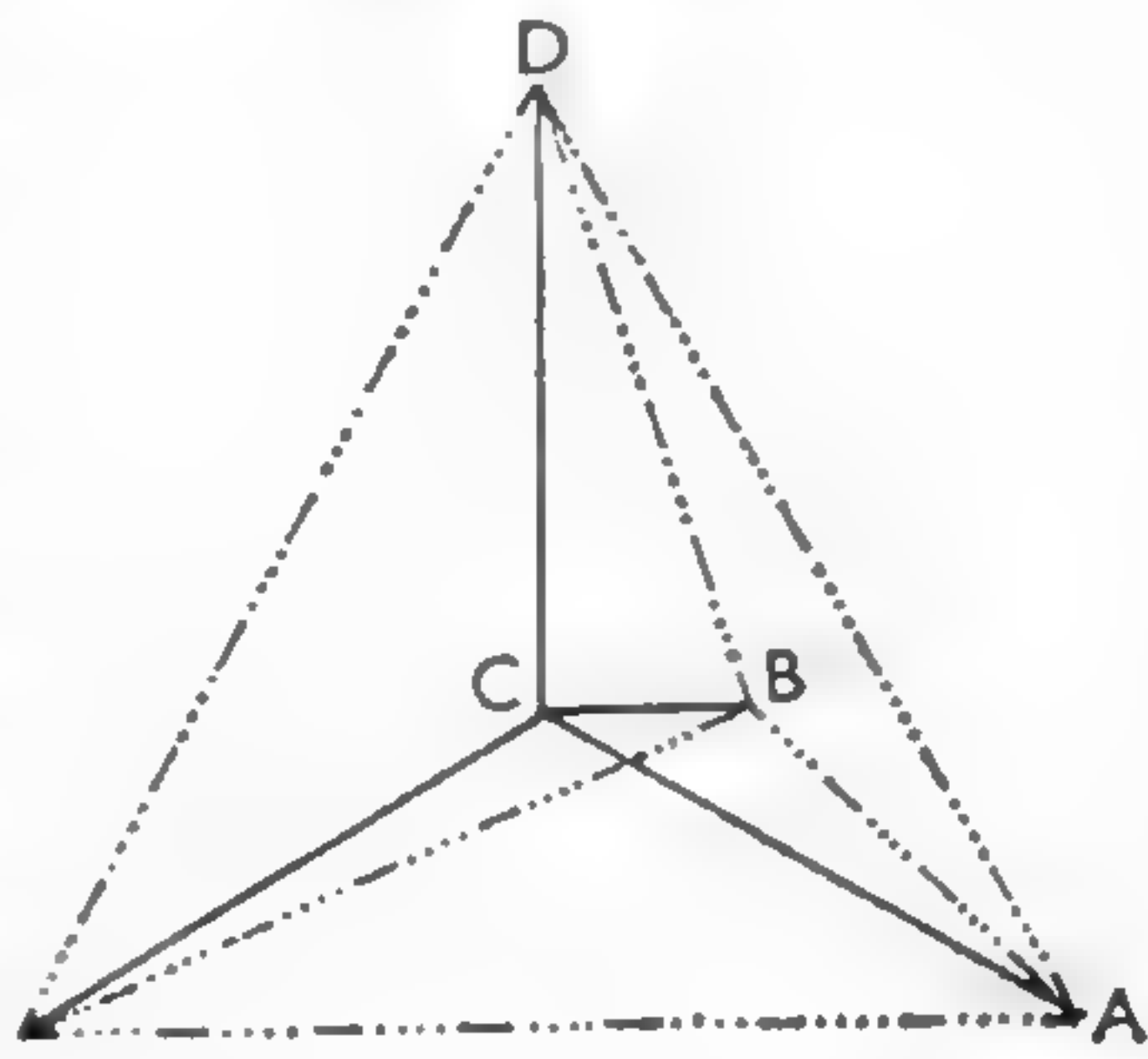
## రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీనయుగము

నకు ఆవశ్యకమగు అణుభారనిర్ణయము ఆవాగాడ్రో కల్పనపై ఆధారపడియున్నది. ఆవాగాడ్రోకల్పన బాష్ప శీలములగు ద్రవ్యముల విషయముననే సార్థకము. అట్టి బాష్పశీలములగు ద్రవ్యములు అకర్బనద్రవ్యక్షేత్రములో చాల అరుదు. కార్బన్ యోగికము లనేకములు బాష్ప శీలము లగుటచే అణుభార నిర్ణయమునకు, తద్వారా పరమాణు భార నిర్ణయమునకును చాల తగియున్నవి. కార్బన్ పరమాణువునకున్న నాలుగు యోజనీయతలును ఆ పరమాణువుచుట్టు సమతలములో వ్యాపించియున్నవని కేకులే ఊహించినాడు. ఈయన ఊహప్రకారము కార్బన్ పరమాణువు ఒక సమచతుర్భుజకేంద్రమున ఉన్నదను కొనిన ఎడల దాని నాలుగు యోజనీయతలు చతుర్భుజపు నాలుగు కోణముల వైపు వ్యాపించియుండును. ఈ కల్పన నిజమే ఐనచో ఈ క్రిందను సూచించిన ప్రకారము మెతిలీన్ డైక్లోరైడ్ (డైక్లోరో మిథేన్) రెండుసమాంగరూప



ములను కనపర్చవలయును. ఒక సమాంగరూపములో రెండు క్లోరిన్ పరమాణువులు చతుర్భుజపు అంచుమీద సన్నిహితముగాను, రెండవదానిలో అభిముఖ కోణముల మీదను ఉండవలెను. ప్రయోగము ఇట్టి సమాంగరూప ములను తయారుచేయలేకపోయినది కాబట్టి, కార్బన్ పరమాణు యోజనీయతల సన్నివేశము పైకల్పనను అనుసరించి సమతలముగా లేదన్నమాట స్పష్టము. 1874 వ సంవత్సర ప్రాంతమున కేకులే శిష్యుడగు ఫాస్ట్ హాఫ్ అను నొక డచ్ యువకుడు, రాసాయనికుడు కార్బన్ పరమాణువునాలుగు

యోజనీయతల సమానత్వమును నిర్మాణ సిద్ధాంత ప్రకారము వివరించవలెనని పరమాణువు చుట్టును ఆ నాలుగు యోజనీయతలు ఒక దానికొకటి సమాన



దూరములో ఉన్నట్లు ఊహించవలెనను నిర్ణయము నకు వచ్చెను. అనగా, పరమాణుగోళ కేంద్రమునుండి దానిపై లిఖించిన సమచతుస్తలకము (అనగా, కేంద్రము నుండి సమానదూరములోనున్న నాలుగుకోణములు కలది).

నాలుగు కోణముల వైపు నాలుగు యోజనీయతలు వ్యాపించియుండును.

A, B, D, E సమచతుస్తలకము. మధ్యనున్న C కార్బన్ పరమాణువునకు గురుతు. CA, CB, CD, CE లు దాని యోజనీయతలు. ఈ చిత్రమును పరిశీలించినచో యోజనీయతలన్నియు ఒకతలముపై లేనట్లు స్పష్టము. ఫాస్ట్ హాఫ్ తో పూర్వ్స్ శోధనాగారములో పనిచేయుచున్న లెబెల్ అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని కార్బన్ పరమాణువు యోజనీయతల సన్నివేశము విషయమై పైని పేర్కొనిన ఫాస్ట్ హాఫ్ నిష్కర్షకే వచ్చెను. కాని, లెబెల్ త్రొక్కిన మార్గము వేరు. టార్టారిక్ ఆసిడ్ పై పస్తూర్ కావించిన పరిశోధనలు, ఈ ఆమ్లముల రాసాయనిక ధర్మము లొకటైనను భౌతికధర్మములలో ముఖ్యముగా కాంతిచైతన్యములో భేదమును కనపరచు రెండు చాతుషసమాంగరూపములలో నుండునని రుజువుచేసినవి. ఈ సంఘటన వివరించుటను ముఖ్యోద్దేశముగా పెట్టుకొనిన లెబెల్, కేకులే నిర్మాణ సిద్ధాంతమునుండి బయలుదేరి ఫాస్ట్ హాఫ్ వచ్చిన నిర్ణయమునకే వచ్చెను. కాని, వీరిద్దరు ఒకనాడైనను ఈ విషయమునుగురించి ఒకరితోనొకరు సంప్రతించలేదు. వీరిద్దరిచే నిరూపితమైన కార్బన్ పరమాణు యోజనీయతల అంతరాళసన్నివేశమును గురించిన ఈ ఫాస్ట్ హాఫ్ లెబెల్ కల్పన అంతరాళరాసాయనిక శాస్త్రము (స్పేస్ కెమిస్ట్రీ) అను పేర బరగు రాసాయనిక శాస్త్ర శాఖ అభివృద్ధికి చాలసహాయ పడినది. కార్బన్ పరమాణువు నాలుగు యోజనీయతలును నాలుగు వేరువేరు పరమాణువులనుకాని, పరమాణు గణములను కాని ఆకర్షించినపుడు అణురచనయందేర్పడిన అసౌష్ఠ్యము ఆ కార్బన్ యోగికపు కాంతిచైతన్యమునకు కారణమని ఈ కల్పన వివరించుచున్నది. ఇట్టి కార్బన్ పరమాణువు అసౌష్ఠ్య కార్బన్ పరమాణువు అను పేర బరగుచున్నది. యోగికము యొక్క చాతుష ప్రతిలోమములు స్ఫటికస్థితిలోను, అణురచనలోను, వస్తువు, అద్దమునందలి దాని ప్రతిబింబముట్లు పరస్పరాభిముఖ సంబంధమును కలిగి యుండును. ఈ పరిస్థితి యోగికములో అసౌష్ఠ్య కార్బన్ పరమాణువున్న కానిసంభవించదు (చూ. సమాంగరూపత).

అణుఅసౌష్ఠ్యమునుండి కాంతి చైతన్యము జనించు సంఘటన కార్బన్ యోగికములందేకాక గంధకము, సిలీనియమ్, నైట్రోజన్ మొదలగు ఇతరపరమాణుయోగికములందుకూడ వ్యక్తమగునని తెలిసినది. ఎక్కడైనను కాంతి చైతన్యము అభివ్యక్తముకావలెననిన అచ్చోట యోగికమధ్యమున బహుయోజనీయతగల పరమాణు

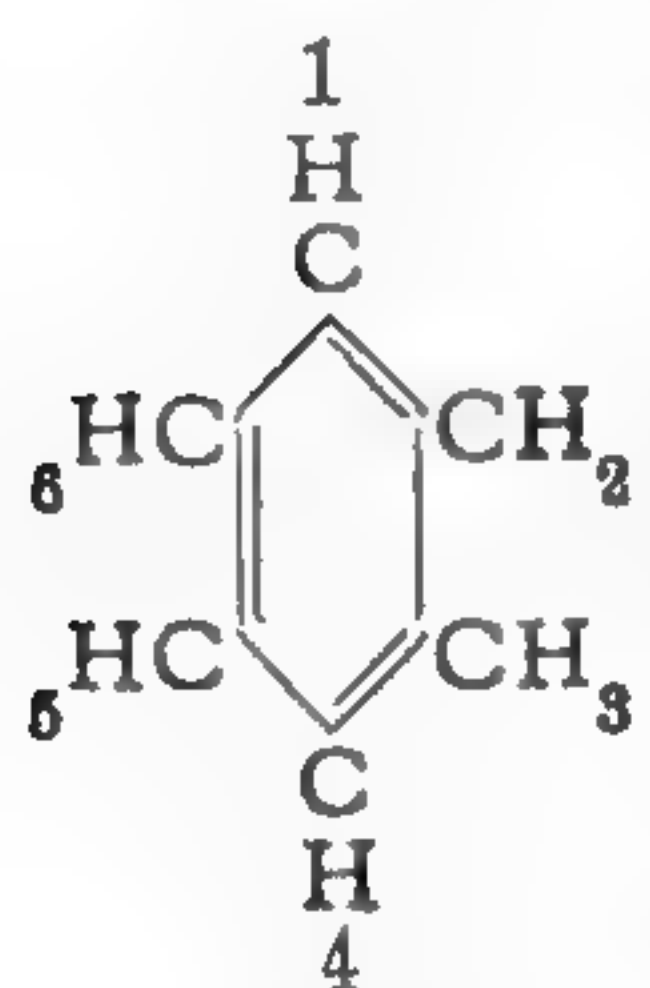


వుండి ఆ యోజనీయతలు వేరువేరు గణముల నాకర్షించు నవిగాకూడ నుండవలయును. ఇట్టి యౌగికములను పోప్, పీచీ మొదలగు వైజ్ఞానికులు కనుగొనినారు.

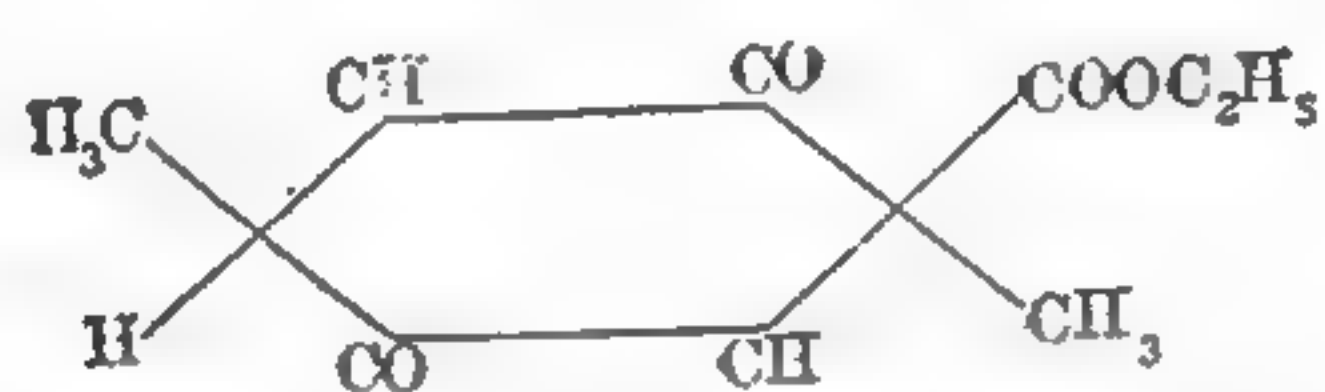
ఈ పై వివరణమంతయు కాంతి చైతన్యము అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు యౌగికమందున్నకాని, అభివ్యక్తముకాదన్న భావమును సమర్థించుచున్నది. కాని ఫాస్ట్ హాఫ్ అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు లేకపోయినను అణురచన మొత్తముమీద సౌష్ఠవరహితముగా నున్నచో కాంతి చైతన్యము పొడసూపకలదని, రచనా సౌష్ఠవసిద్ధాంతమునుండి ఒక నిర్ణయమునకు రాగలిగెను. అనగా, కాంతి చైతన్యాభివ్యక్తికి అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు ప్రధాన కారణము కాదనియు, ఏవిధముననైన అణురచనలో సంభవించు అసౌష్ఠవమే ముఖ్యకారణమనియు ఈ నిర్ణయమునకు అర్థము. ఈ నిర్ణయమును ఫాస్ట్ హాఫ్ తరువాతి కార్బన్ రాసాయనికులు ప్రాయోగికముగా అట్టి యౌగికము లనేకములను బయట పెట్టి సమర్థింపగలిగిరి. ఈ భావములను ఒక ఉదాహరణ సహాయమున తెలిసికొందము.

ఆరుకార్బన్ పరమాణువుల వలయాకారరచన బెన్జీన్ అణువులో కనపడుచున్నది.

ఈ చిత్రమందు చూడదగు విశేష మేమనిన వలయములోనున్న ప్రతికార్బన్ పరమాణువును రెండు సజాతీయ పరమాణువుల మధ్య నుండుటచేత దాని ఇరుపార్శ్వములనున్న యోజనీయతలు సమబద్ధమగుట స్పష్టము. అందుచే బెన్జీన్ నుండి హైడ్రోజన్ పరమాణువులను వేరువేరు విధములగు గణములచేత తొలగించగా ఉత్పన్నమగు యౌగికములందు వలయాకార్బన్



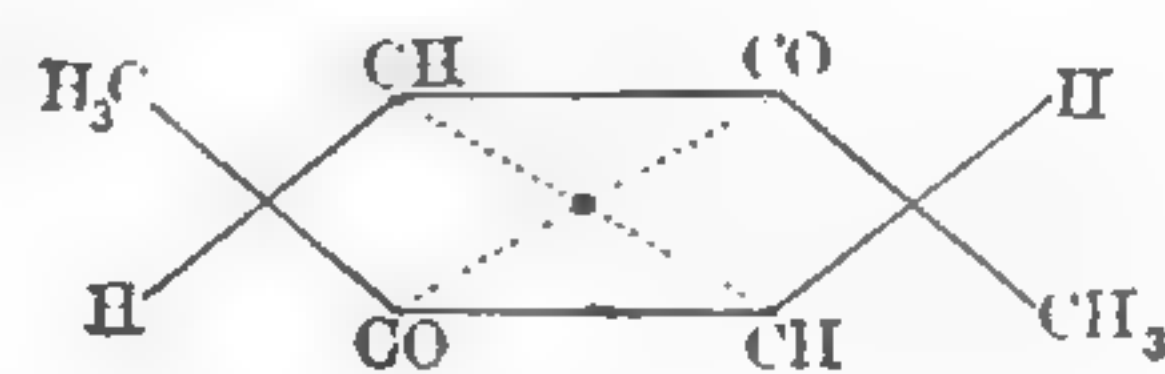
పరమాణువునకు సంబంధించిన రెండు యోజనీయతలు ఎప్పుడును సమానములే యగును. దీనిఫలము : బెన్జీన్ వలయములో అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు ఉండుటకు పీలులేదు. అయినను, క్రింది రచనగల యౌగికము కాంతిచైతన్యమును చూపును. దీనికాంతి చైతన్యము, అణురచనలో



డై కీటోడై మెథిల్ సక్సినిలో సక్సినిక్ ఎస్టర్

సౌష్ఠవము లేకపోవుటచే కలిగినది. ఈ రచనయందు  $\text{COOC}_2\text{H}_5$  గణమును  $\text{—H}$  గణముచే తొలగించినచో

కాంతిచైతన్యమంతరించును. ఈ నూతన యౌగిక రచనలో కేంద్ర సౌష్ఠవము ఒకటి ఏర్పడినది. చిత్రకేంద్రబిందువు



డై కీటోడై మెథిల్ సక్సినిలో సక్సినిక్ ఆసిడ్

నుండి పరిసర కార్బన్ పరమాణువులలో దేనివైపుకైన ఒక సరళ రేఖను ఒక దిక్కులో మనము గీసిన తారసిల్లు పరమాణు సన్నివేశము దానికి సరిగా అభిముఖముగా నున్న కార్బన్ పరమాణువువైపు గీచినను తారసిల్లును. అందుచేత చిత్రకేంద్ర బిందువు రూఢిగా కేంద్రసౌష్ఠవమును సూచించు చున్నది. ఇదికారణముగా కాంతి చైతన్యము అంతరించినది. కార్బన్ యోజనీయతలు చతుస్తలక కోణములవైపు ప్రసరించుచుండునను భావము నుండి ఫాస్ట్ హాఫ్ అసంతృప్తయౌగికములకు చెందిన ఇది వరకు తెలియని మరియొక సమాంగతావిశేష ముండవలెనని చెప్పగలిగెను. పారఫిన్ యౌగికములందువలె రెండు కార్బన్ పరమాణువులు ఒక్కొక్క యోజనీయతనే పరస్పరబంధముగా స్వీకరించక ఈ యౌగికములందు కార్బన్ పరమాణువులు రెండేసియోజనీయతల నుపయోగించి బంధము ఏర్పరచుకొన్నవి. ఈ సంవిధానములో ద్విబంధముగా నేర్పడిన యోజనీయతలు చతుస్తలకములో వాటి స్వాభావికకోణము తగ్గి దగ్గరపడుటచే వాటి సన్నివేశములలో కొంత 'ఖిగి' ఏర్పడినది. ఏకయోజనీయ బంధమునందు మనకు గోచరమగు కార్బన్ పరమాణువుల భ్రమణస్వాతంత్ర్యము అంతరించినది. అందుచే స్థిరబద్ధములగు అకర్బన పరమాణువులతో చేరియున్న ఇతరపరమాణువుల లేదా గణములస్థితి అంతరాళములో స్థిరముగ నిలచియుండును. ఈ విధమగు బంధమునకు ఎతిలీన్ బంధమని పేరు. ఈ బంధమునందు పైని వివరించినట్లు ఖిగి ఏర్పడుటచే అది దౌర్బల్యజనకమే అయినది. ఒకకార్బన్ పరమాణువు మరియొక కార్బన్ పరమాణువుతో ద్విధాబద్ధమైనప్పుడు ప్రతికార్బన్ పరమాణువునకు రెండేసిచొప్పున మొత్తము నాలుగు గణములు సంయోజితములు కాగలవు. ద్విబంధనయుత కార్బన్ పరమాణువులు గల యౌగికములు సమాంగరూపములను ప్రదర్శించగలవు. అది ఎట్లనిన, ద్విబద్ధమగు రెండుకార్బన్ పరమాణువులతో సంయుక్తమైన రెండు సమానగణములును బంధమునకు ఒకే వైపున్నచో ఒకసమాంగరూపము, ఇటునటు ఉన్నచో



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీనయుగము

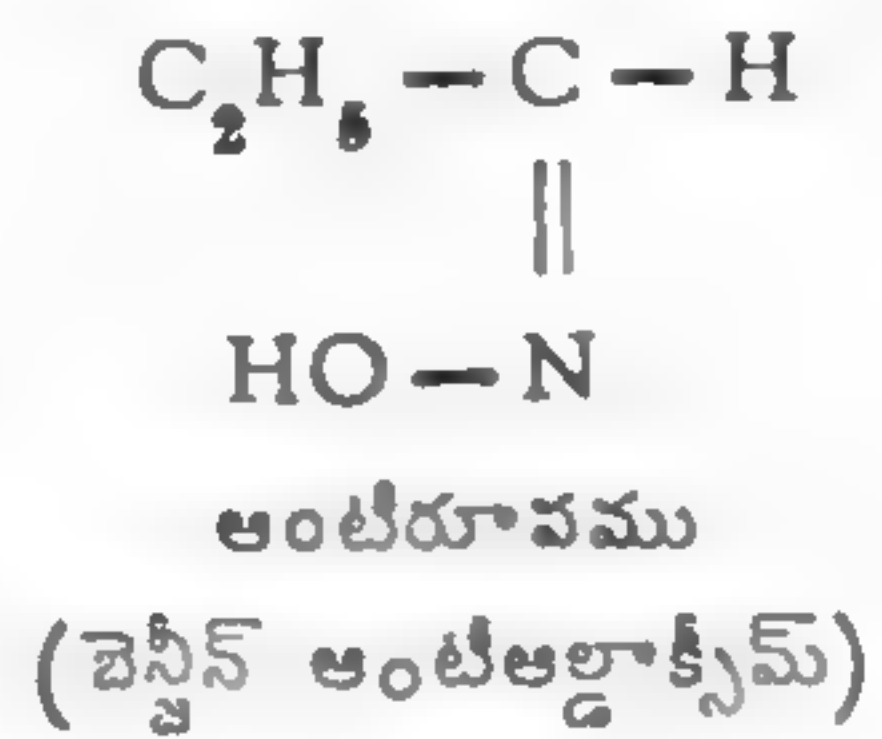
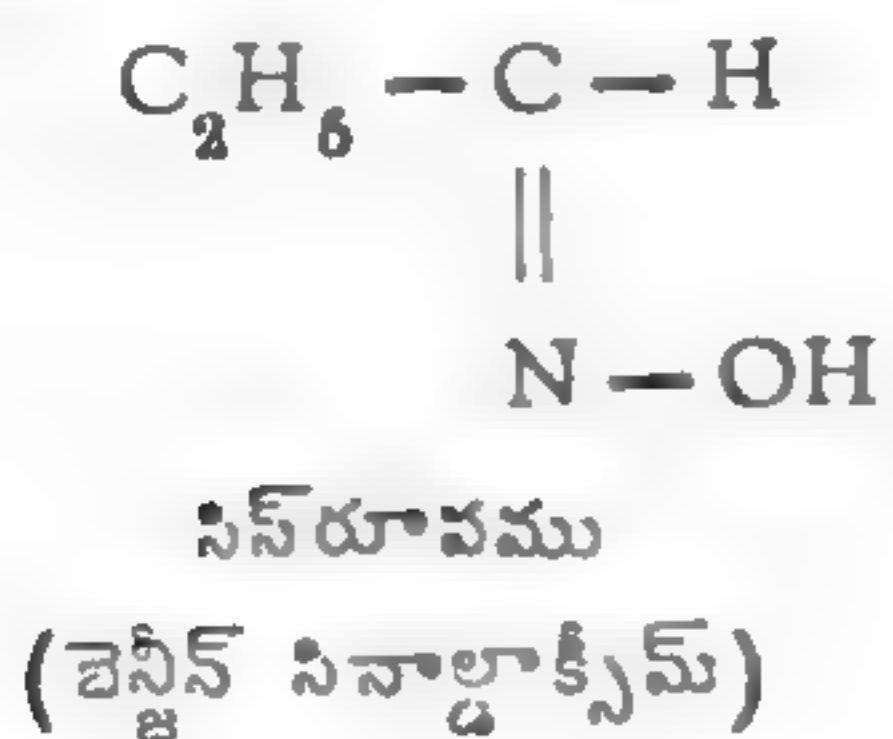
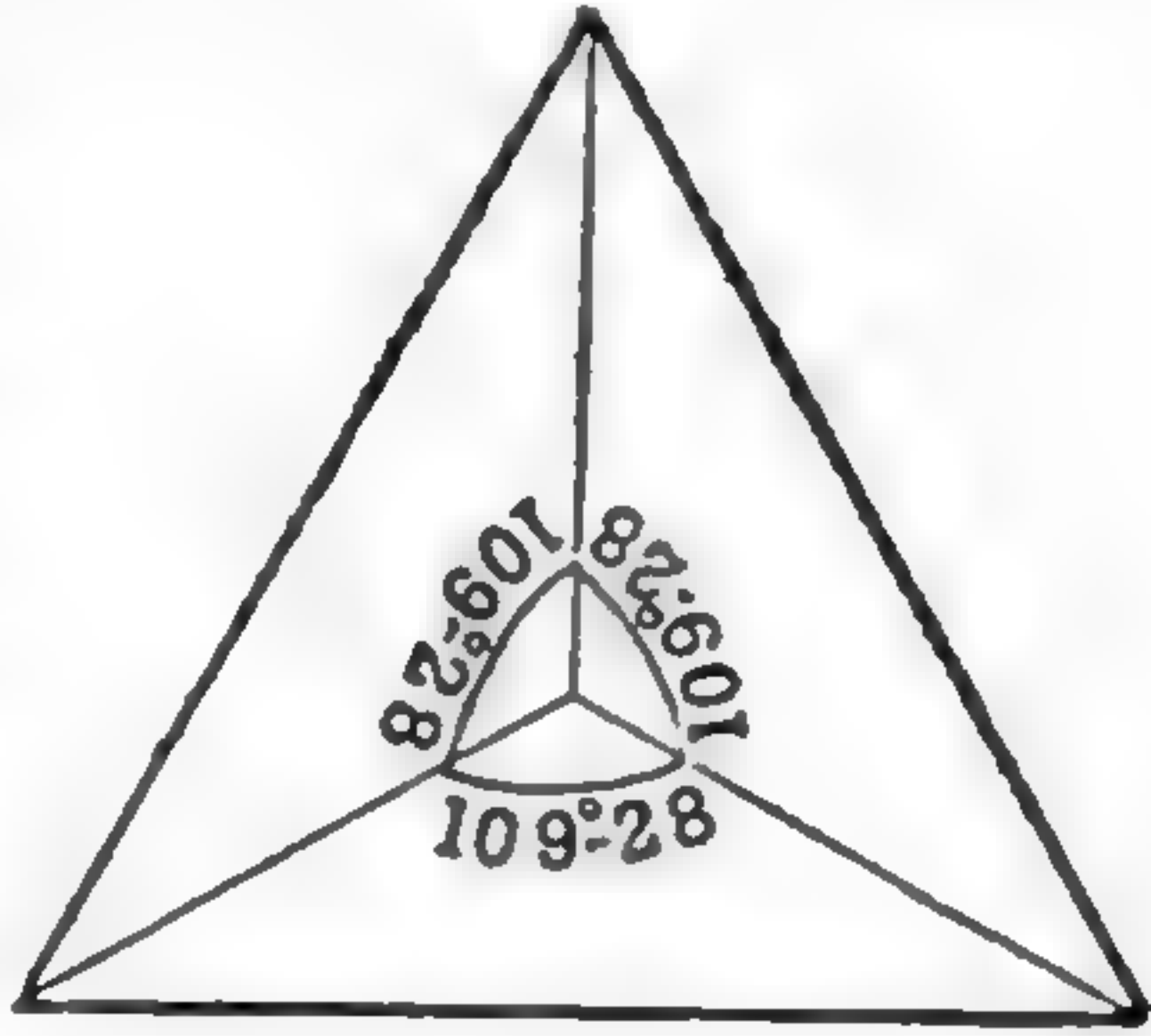
రెండవ సమాంగరూపము ఏర్పడును. ఈ సన్నివేశము క్రింది చిత్రములను చూచిన విశదమగును :

|   |  |
|---|--|
| I. $B - C - A$<br>  <br>$B - C - A$<br>సమానగణములు బంధము<br>నకు ఒకేవైపున ఉన్నస్థితి. | II. $B - C - A$<br>  <br>$A - C - B$<br>సమానగణములు బంధము<br>నకు ఇటునటు ఉన్నస్థితి. |
|---|--|

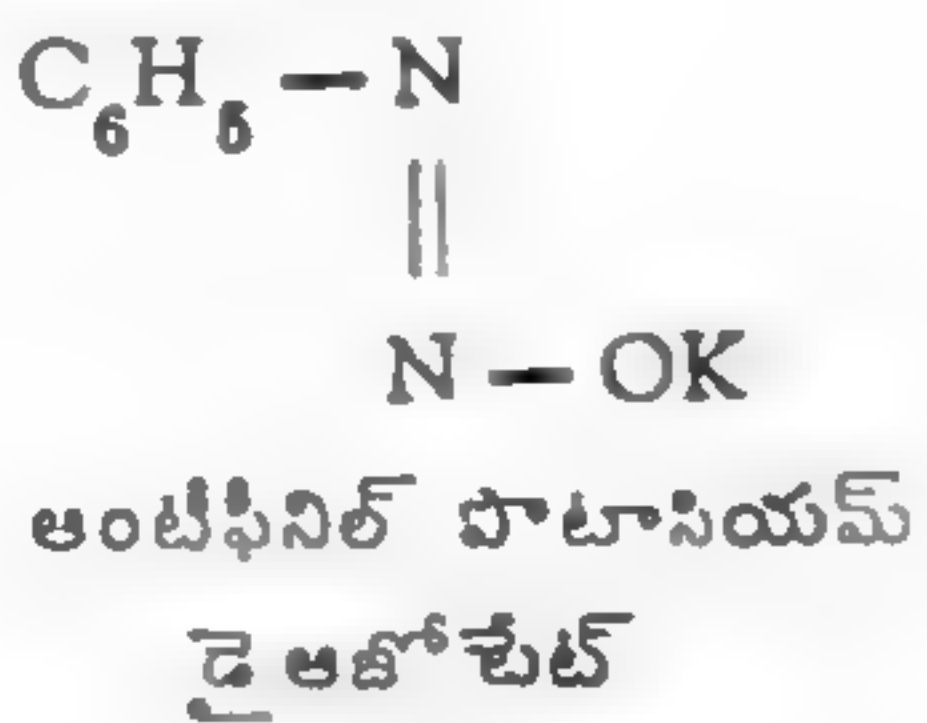
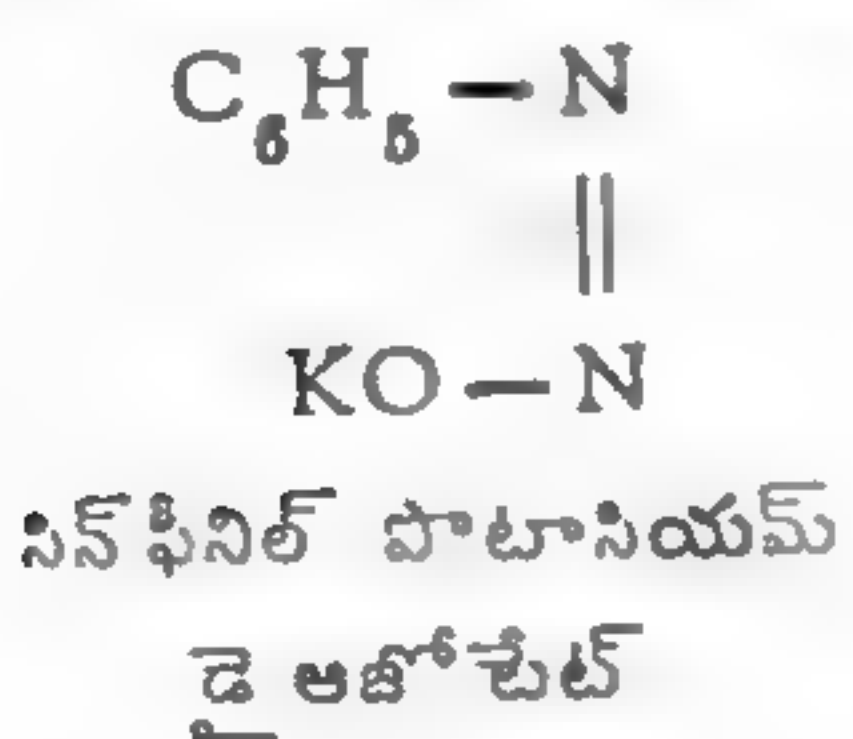
A కార్బాక్సిల్ గణమై B హైడ్రోజన్ పరమాణువు అయినపుడు ఏర్పడు మొదటియోగికము మెలీయిక్ ఆసిడ్, రెండవది ఫ్యూమేరిక్ ఆసిడ్.

|  |   |
|--|---|
| $H - C - COOH$<br>  <br>$H - C - COOH$<br>మెలీయిక్ ఆసిడ్ (ఏకపక్ష)<br>సిస్రూపము | $H - C - COOH$<br>  <br>$HOOC - C - H$<br>ఫ్యూమేరిక్ ఆసిడ్ విపరీత<br>పక్ష ట్రాన్స్ రూపము. |
|--|---|

ఇట్టి సమాంగరూపతకు సిస్-ట్రాన్స్ లేదా జామిలీయ సమాంగరూపత యని వ్యవహారము. సమాన గణములు బంధమునకు ఒకవైపునే కలి రూప మునకు సిస్ లేదా ఏకపక్షరూప మనియు, తద్విన్న రూపమునకు ట్రాన్స్ రూప మనియు పేర్లు. ద్విబంధముతో కలుపబడు పరమాణువులు రెండును కార్బన్ పరమాణువులే అయిఉండవలెనను నిర్బంధములేదు. ఆక్సిమలయందువలె ఒకటి నైట్రోజన్ పరమాణువు కావచ్చును.



లేదా డై ఆజోయోగికములందువలె రెండును నైట్రోజన్ పరమాణువులు కావచ్చును.

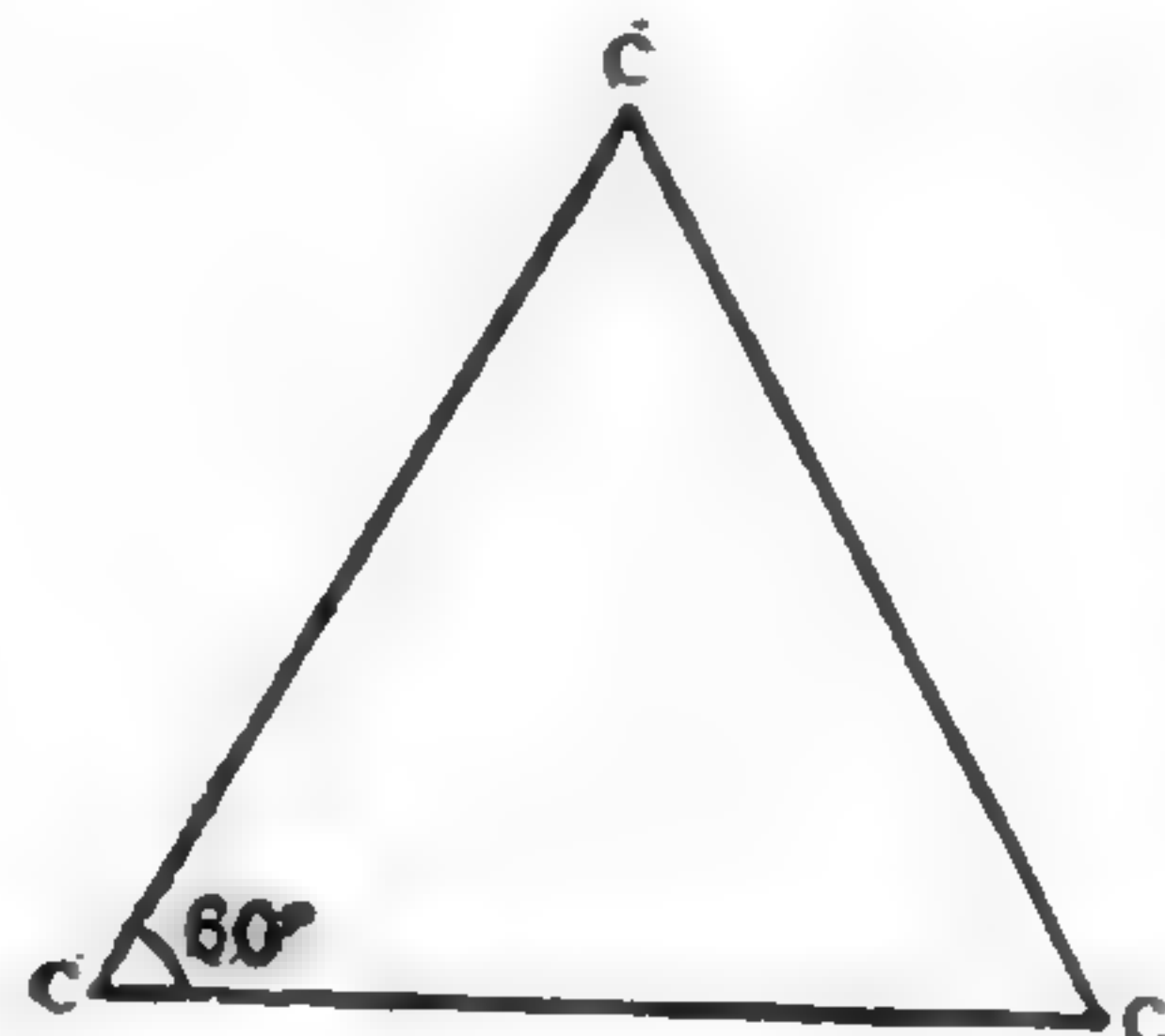


వైద్యప్రాంతములో 'ట్రాన్స్' అను పదము ఈ రెండు దృష్టాంతములలో 'ఆంటి' అను పదముచే సంప్రదాయము ననుసరించి అనువదించబడినది.

కార్బన్ యోగికముల నిర్మాణసిద్ధాంతమును ఒక విధ ముగా విపులీకరించి వలయపారఫిన్ యోగికముల స్థిర పరిస్థితులను వివరించుటకు వ్రయత్నంచినవాడు జేయర్ ఎడోల్ఫ్ వాన్ అనుజర్మను శాస్త్రజ్ఞుడు. ఈయన సిద్ధాంత మునకు 'స్ట్రెయిన్' లేదా 'బిగి' సిద్ధాంతమని పేరు. ఫాస్ట్ హాఫ్ చే సూచించబడిన చతుస్తలకకల్పణానుగుణముగ ఏ రెండు కార్బన్ యోజనీయతలమధ్యనైన ఏర్పడుకోణము  $109^{\circ} 28'$  ఉండవలెను.

ఇట్టి సమచతుస్తలకముచే ప్రదర్శితమగు రెండు కార్బన్ పరమాణువులమధ్య ద్విబంధము ఏర్పడినపుడు ఆ ద్విబంధ ములో పొగ్గొను రెండు యోజనీయతలు వాటి నైసర్గిక దిశలనుండి పూర్ణముగా వంచబడియుండును.

A, B లు రెండు పరమాణువులు. వాటి యోజనీయతలు చతుస్తలక కోణములవైపు వ్యాపించి యున్నట్లు చూప



బడినవి. రెండు యోజ నీయతలమధ్యకోణము  $109^{\circ} 28'$  ఈ రెండు కార్బన్ పరమాణు వులమధ్య ద్విబంధము ఏర్పడినపుడు అభి ముఖముగావున్న ప్రతి కార్బన్ పరమాణు

వుకుచెందిన 1, 2 యోజనీయతలు వాటి సహజదిక్కులనుండి మళ్ళి మధ్యనున్న కోణము శూన్యమగును. అనగా పైన, క్రిందను ఉన్న యోజనీయతలు పరస్పరము  $\frac{109^{\circ} 28'}{2} = 54^{\circ} 44'$  దగ్గరపడి టైటిజస్థితిని పొందినవి.

ఈ దగ్గరపడుటలో కొంత నిర్బంధ మేర్పడినది. ద్విబంధ మెప్పుడును తన నిర్బంధస్థితిని త్రోసి యోజనీయతల సహజ కోణమును స్థాపించుటకై యత్నించును. ఇట్లు ద్విబంధము నిజముగా దౌర్బల్యకారణము. అందుచే ద్విబంధ మెప్పు డును ఈ యోగికముల సులభవిచ్ఛేదమునకు, దానితో సంబంధించు చురుకుదనమునకు కారణము. కార్బన్ పరమాణువులు త్రిభుజకవలయము (త్రీమెంబర్డ్ రింగు)గా ఏర్పడినపుడు కార్బన్ యోజనీయతల సహజకోణము సమత్రిభుజ కోణమగు  $60^{\circ}$  కోణముగా మళ్ళినది. అనగా,

ప్రతియోజనీయతయు  $\frac{109^{\circ} 28' - 60^{\circ}}{2} = 24^{\circ} 44'$  దగ్గర



పడినది. ద్విబంధమున ఉన్నంత నిర్బంధ మిచ్చట లేదు. ఇటులనే వలయఘటక సంఖ్య ఎక్కువగుకొలది యోజనీయ

తలవంపు తగ్గుచు  
ఘటక సంఖ్య  
అయిదు అయిన  
పుడు వంపు ఇంచు  
మించుగా కూన్య  
మైనది.

$$\frac{109^{\circ}28' - 108^{\circ}}{2}$$

$0^{\circ}44'$  అందుచేతనే

పంచఘటకవలయము గరిష్ఠస్థిరత్వముకలదిగా ఉండవలయును. నిజముగా ప్రయోగము ఆ నిర్ణయమును సమర్థించినది.

షడ్ఘటకవలయము  
ఏర్పడుటలో వంపు  
ఆవల వైపు అయినది.

$$\frac{109^{\circ}28' - 120^{\circ}}{2} =$$

$-(5^{\circ}16')$ . ఆరుకన్న

ఘటకసంఖ్య ఎక్కువ  
ఉన్న వలయకార్బన్

యోగికములు ప్రకృతిలో లేవనుకొని అట్టి యోగిక  
ములు సిద్ధాంత దృష్టిలోకూడ అసంభవములన్న

నిర్ణయమునకు బేయర్

వచ్చెను. షడ్ఘటకవల

యము అతిసులభముగా

పంచవలయ ఘటకముగా

మారు నను ప్రయోగ

దృష్టాంశము పంచఘటక

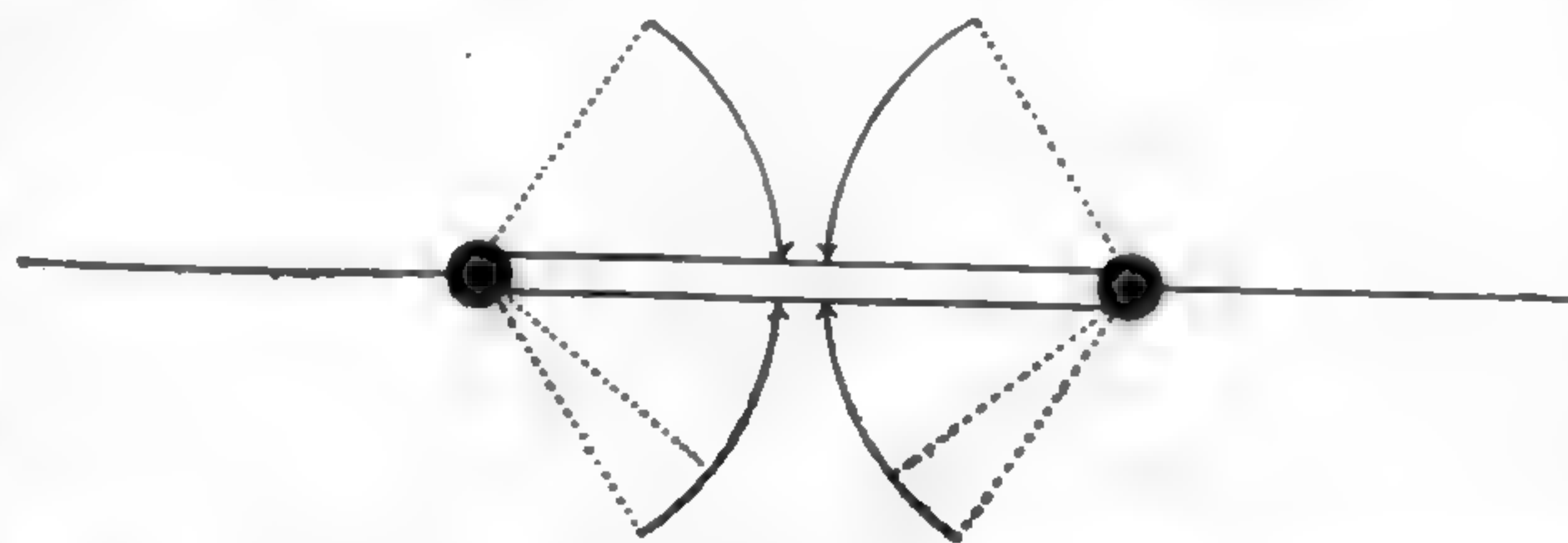
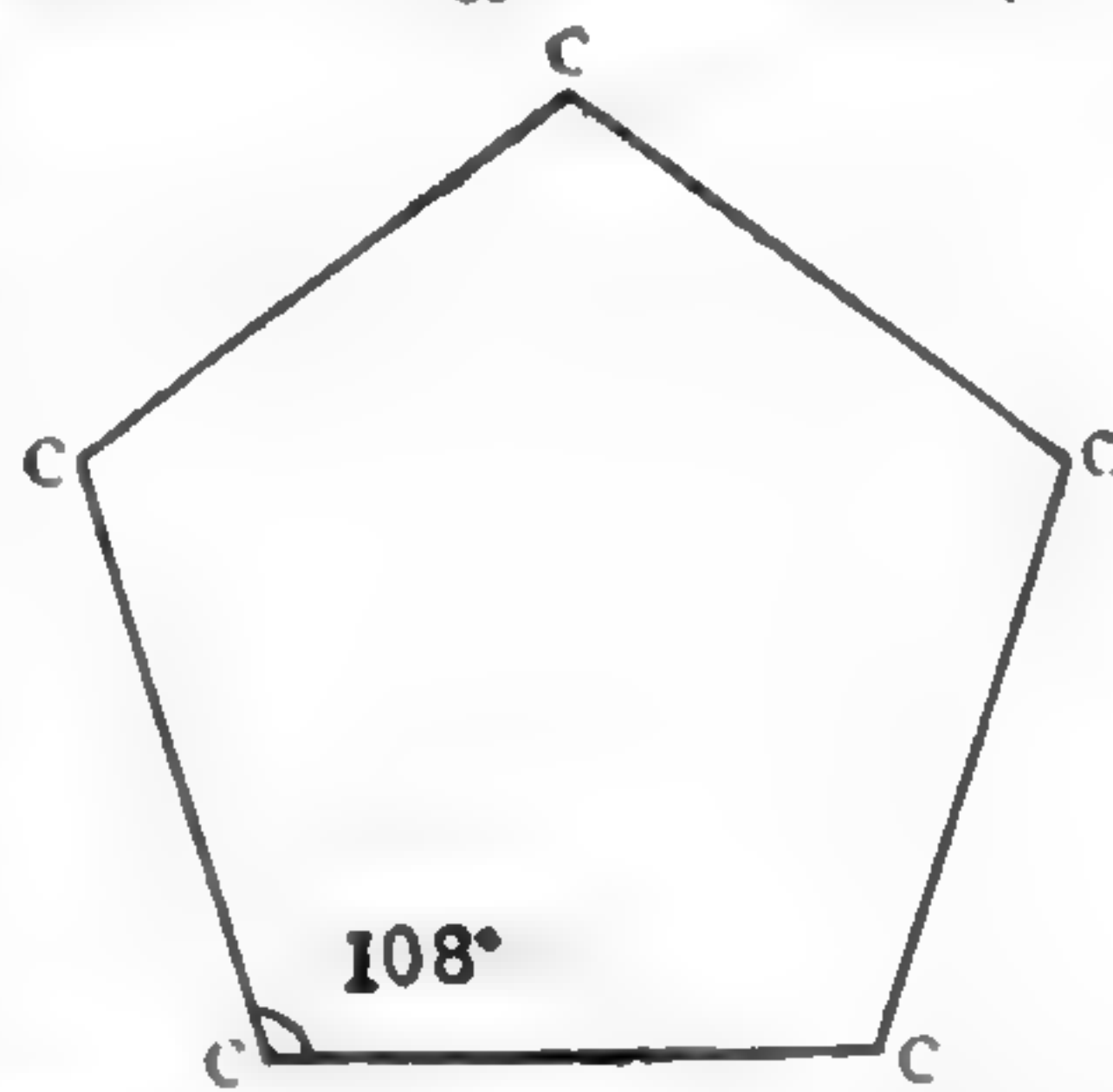
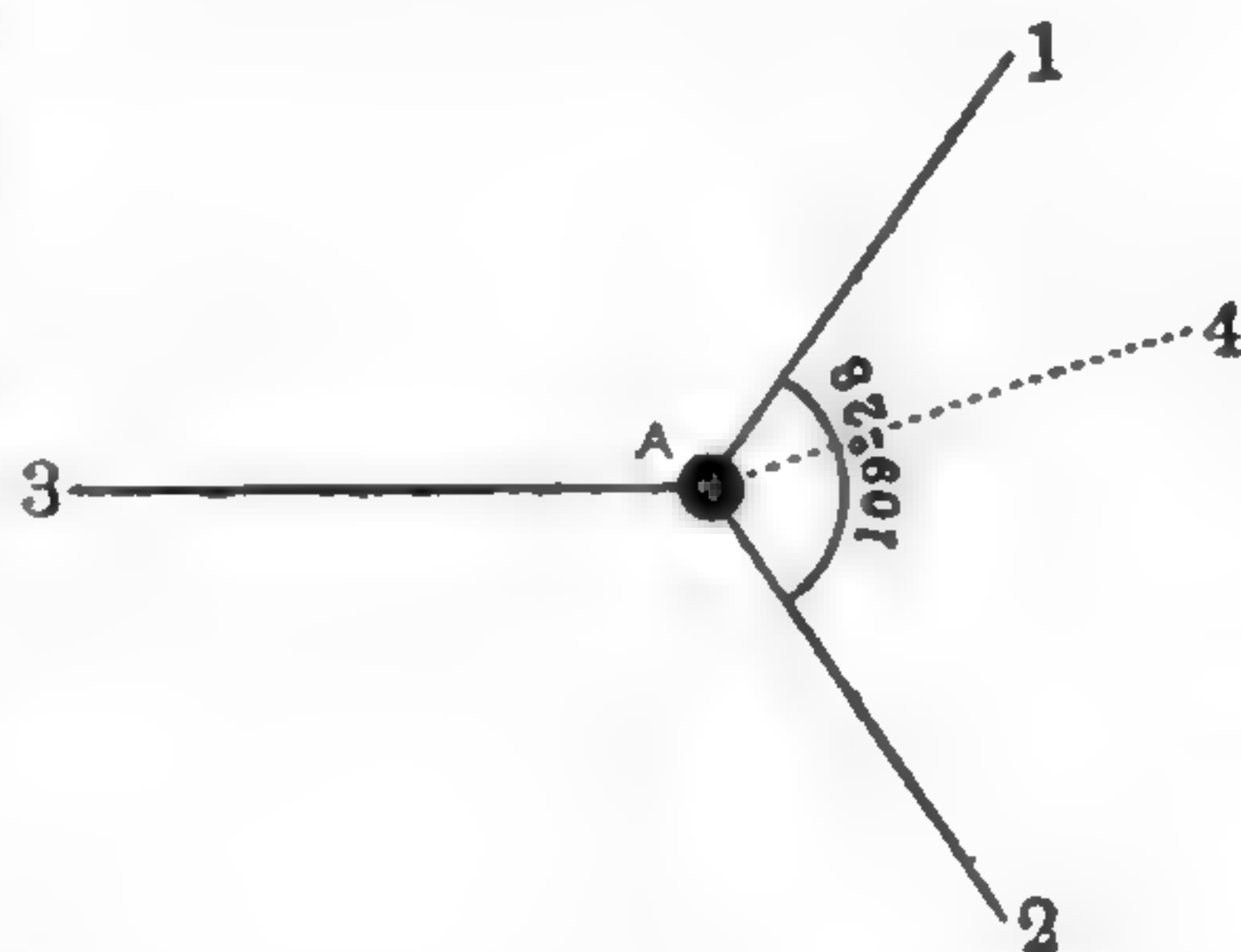
వలయము మిక్కిలి స్థిరత్వ

ముకలదన్న బేయర్ అభి

ప్రాయమును బలపరచుచున్నది.

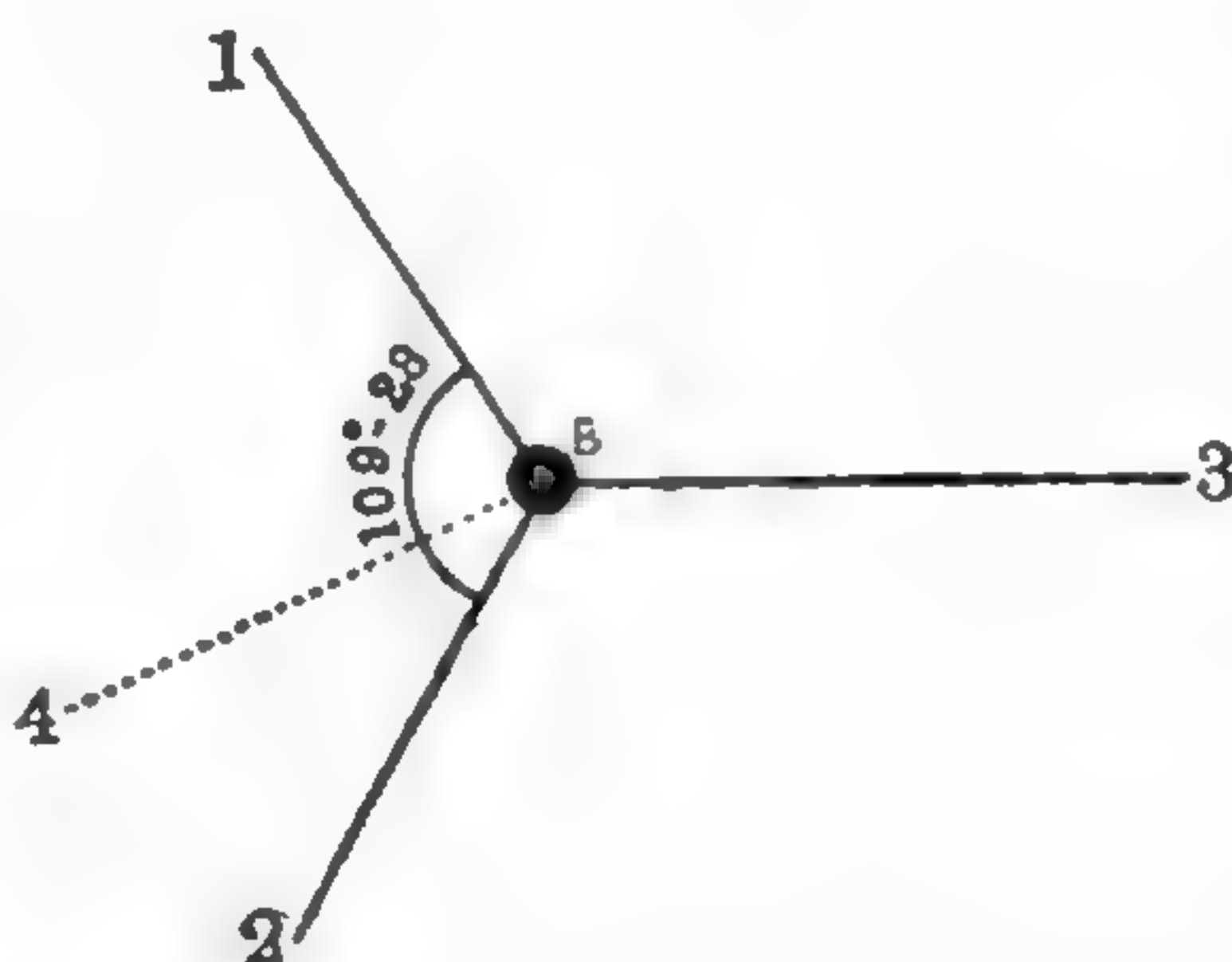
బేయర్ అనుకొనినట్లుగాక ఆరుకన్న పాచు కార్బన్  
పరమాణువులకల వలయయోగికము లనేకములు స్థిర రచ  
నలు గలవి ఉన్నవి. వీటి స్థిరత్వమును వివరించుచు 1890లో

సాక్షే అను రాసాయనికుడు క్రింది సూచనను చేసెను :  
వలయములోనున్న కార్బన్ పరమాణువు లన్నియు  
బేయర్ తలంచినట్లు ఒకతలములో నుండక వివిధ తలము  
లలోనున్నవని అనుకొనినచో యోగికరచనలో నున్న  
నిర్బంధము లేదా 'బిగి' తగ్గి యోగికము స్థిరత్వమును  
పొందును.



ద్విబంధ మేర్పడి అందు పాల్గొను రెండు యోజనీయతలును ఒకదాని  
కొకటి సమానాంతరముగానున్న స్థితి

ఈ నిర్బంధము లేదా 'బిగి' స్వభావమును సులభముగా  
తెలియపరచుటకు ఒక లౌకిక ఉదాహరణమును తీసి



కొందము. తడి  
పిననులకమంచపు  
నులక బిగించు  
కొనిపోయి మం  
చము కోళ్లలో  
ఒకకోడు భూ  
మిని ఆనక, పైకి  
ఎగసి కొనిపోవు  
ను. ఈ ఎగసికొని

పోవుటకు 'యాస' అని వ్యవహారము. ఈ 'యాస'  
నులక బిగిసికొనిపోవుటచే మంచములో ఏర్పడిన 'బిగి'ని  
సడలించుటకై ప్రకృతి కల్పించిన ఉపాయము. ఇట్టిస్థితిలో  
మనము బలవంతముగా యాసనుతీర్చి మంచముకోళ్లు  
నాల్గును భూమిపై మోప ప్రయత్నింతుమేని 'బిగి'  
ఎక్కువై మంచము కుసులు పెళపెళవిరిగిపోవును. ఇందు  
మనము నిదానించవలసిన విషయమేమన తడిపిన మంచము  
నందు సంభవించిన 'బిగి'ని సడలించుటకు ఇదివరకు  
సమతలములోనున్న మంచము నాలుగు కోణములలో  
ఒకకోణము ఇంకొకతలములోని కెగసికొనిపోయినది.  
ఇట్లే వలయఘటకములగు కార్బన్ పరమాణువులు వివిధ  
తలములలో అమరుకొనిన వలయమందు 'బిగి' సంభ

వించదు. అందుచే, వల  
యము స్థిరత్వమును  
పొందుచున్నది. స్థిరమగు  
బహుఘటక వలయము  
లను(ఘటకసంఖ్య ముప్పది  
కూడ కలవి) ప్రాయో  
గికముగా సృజించిరుచికా  
లను స్విట్జర్లాండ్ రాసాయ

'నికుడు సాక్షే ఊహలు సత్యములని నిరూపించెను.

సుగంధయుత కార్బన్ యోగికముల ప్రకర్ష పరిశీలనకు  
కారణమగు ఇంకొక సంఘటన కేకులే బెన్జిన్ రచనా  
సిద్ధాంతమందు మనకు తారసిల్లుచున్నది. 'బెన్జిన్', దాని  
వ్యుత్పన్నములు, ఆలిఫాటిక్ (తైలసావర్గ్య) యోగికముల  
కన్న కార్బన్ శతాంశమును పాచుగా కనపర్చును. బెన్జిన్  
రచనలో ఆరు కార్బన్ పరమాణువులు సమషడ్భుజ కోణ  
ముల నారింటిని ఆక్రమించి ప్రత్యేకము ఆరు హైడ్రోజన్  
పరమాణువులతో చేరియుండునని ఊహించినచో బెన్జిన్  
వ్యుత్పన్నముల విశిష్టగుణములన్నిటిని సహేతుకముగా



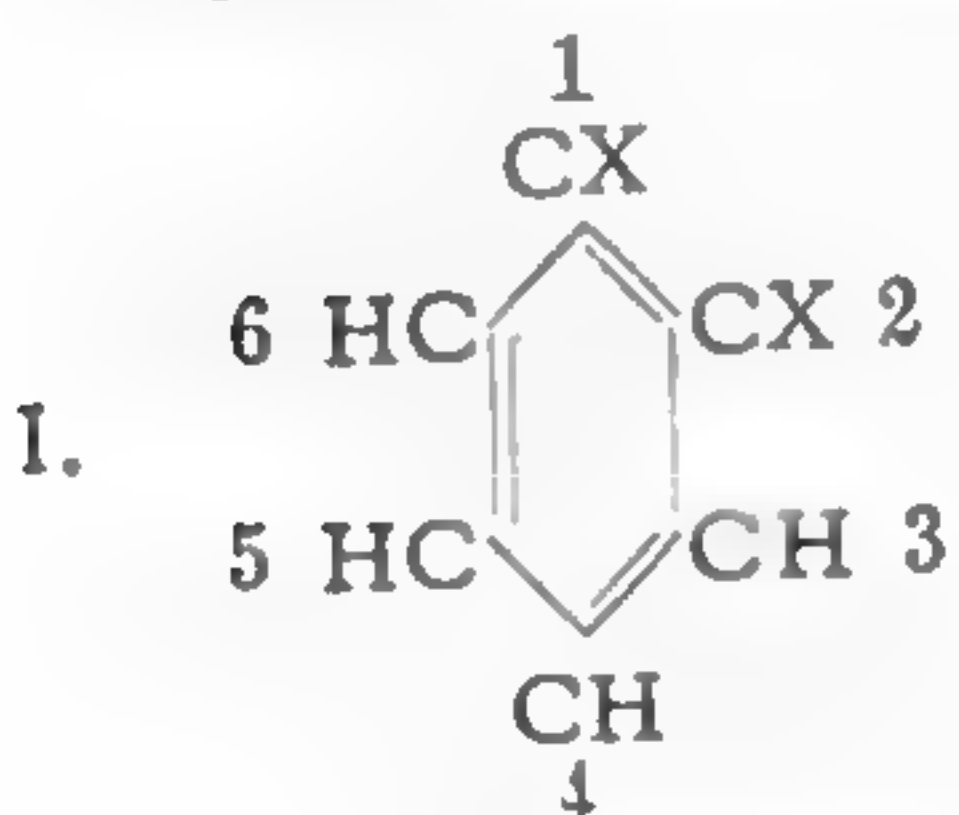
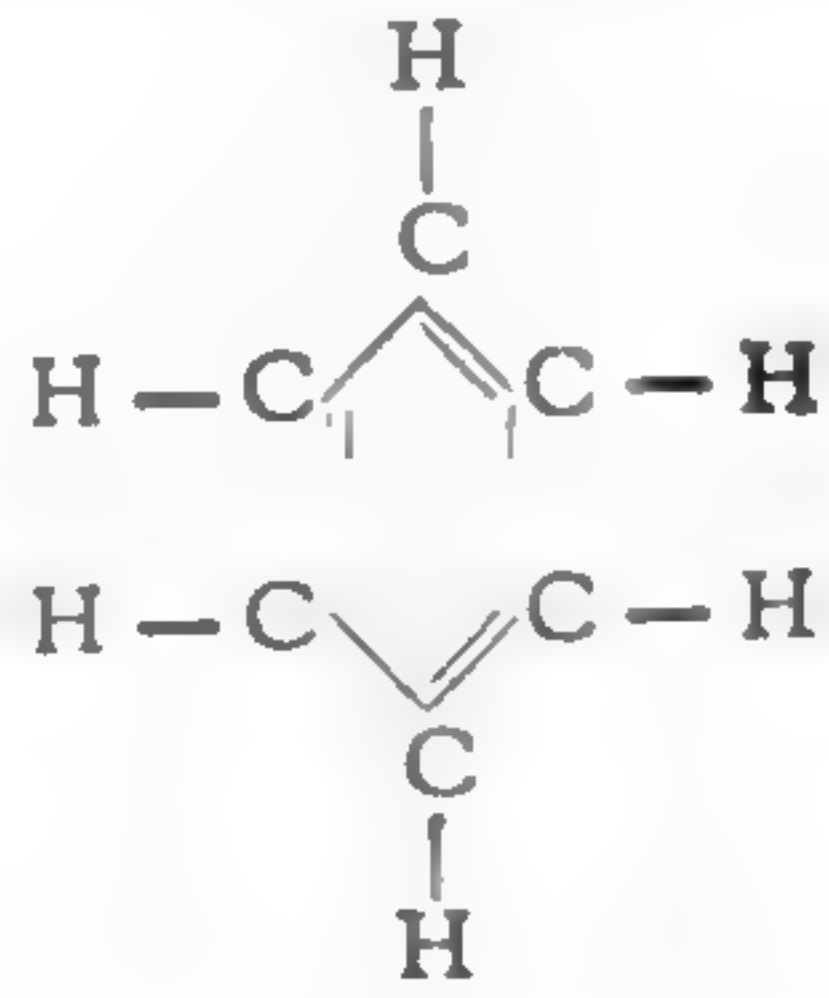
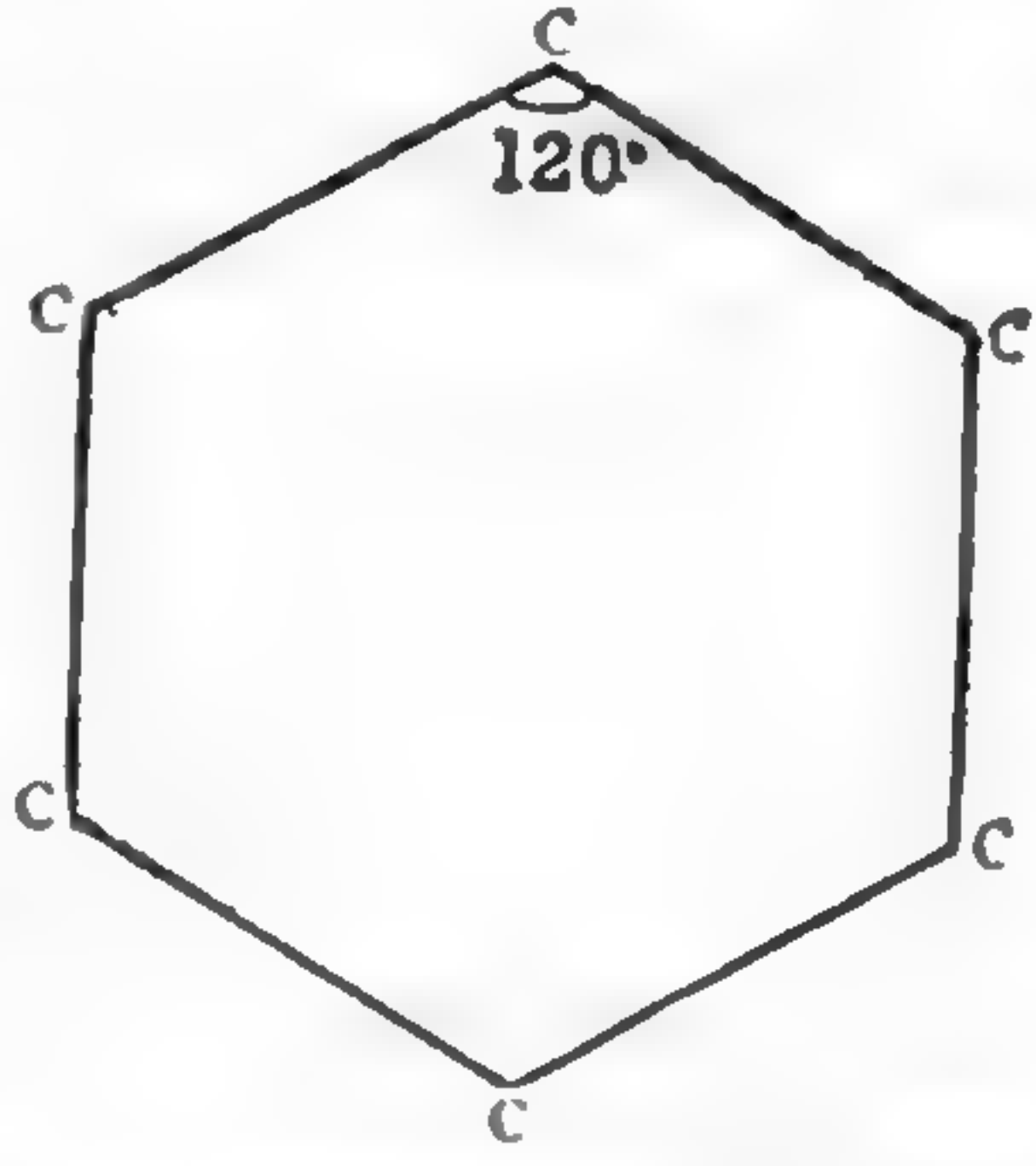
**రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీనయుగము**

వివరించవచ్చునని కేకులేకు తట్టినది. వలయకార్బన్ పరమాణువులమధ్య ఏకాంతరముగా నుంచిన ఏకబంధ ద్విబంధములచే కార్బన్ పరమాణువు నాలుగు యోజనీయతలును తృప్తి పొందినట్లు చూపించవచ్చును.

కాని, ఈ సంకేతమునకు రెండు దోషములున్నవి. మొదటిది కార్బన్ పరమాణువుల మధ్య ఏకాంతరముగా ద్విబంధములుండుటచే బెన్జీన్ అత్యంత అసంతృప్త యోగికముగా ప్రదర్శింపబడినది.

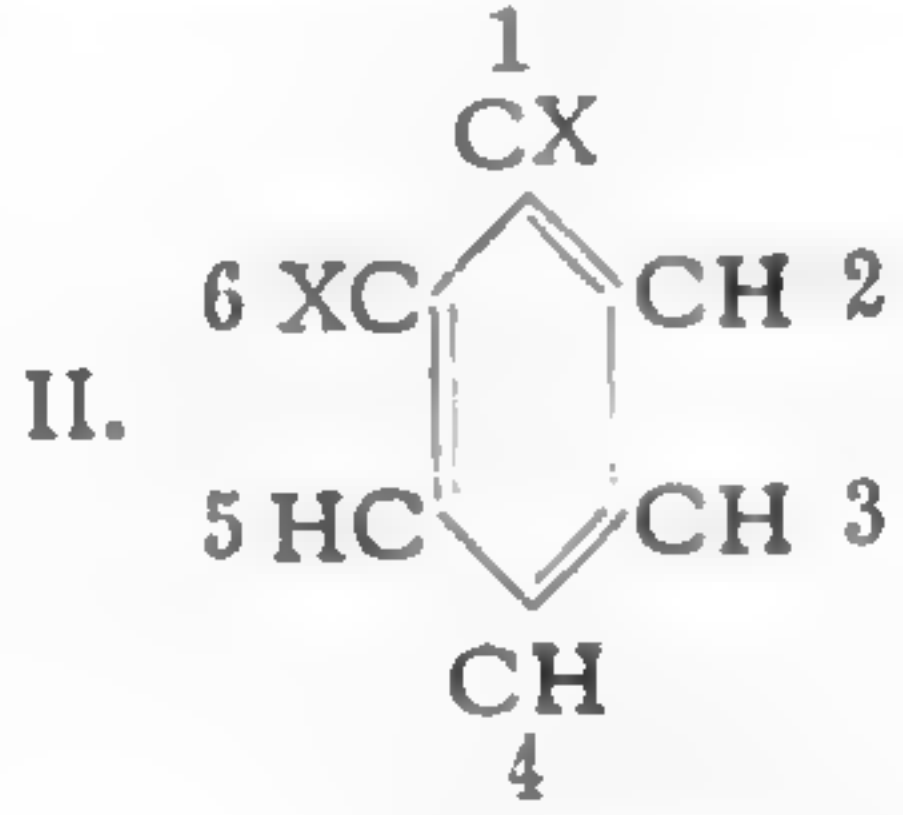
నిజమునకు బెన్జీన్ అంత అసంతృప్తద్రవ్యము కాదు. రెండవది ఏకాంతరబంధములు స్థిరముగానున్న వనుకొనిన రెండు (1,2 లేదా 1,6) (సమీప)ద్విప్రతిస్థాపిత ఉత్పన్నములు ఉండవలసి

వచ్చును. కాని, అట్టి ఉత్పన్నములున్నట్లు ప్రయోగము రుజువుచేయలేక పోయినది. బెన్జీన్ అణునిర్మాణము అనేక రాసాయనికుల విమర్శకు విషయమైనది. వారు సూచించిన నిర్మాణ సాంకేతికమేదియును నిజముగా తృప్తికరముగా



1:2 ద్విప్రతి

స్థాపిత పుష్పత్పన్నము



1:6 ద్విప్రతి

స్థాపిత పుష్పత్పన్నము

లేదు. చివరకు నిలచినది నవీనపరిజ్ఞానమును అనుసరించి కొంచెము మార్పుతేబడిన కేకులే సాంకేతికమే. మూడు ఏకాంతర ద్విబంధములును అతివేగముగా ఏకబంధములతో వినిమయము పొందుచున్నవనుకొనిన వచ్చు సాంకేతికమును 'త్రససాంకేతికము' అనవచ్చును. ఏక ద్విబంధముల మధ్య వినిమయము అతిత్వరితముగా సంభవించుటచే I లేదా IIచే ప్రదర్శింపబడు సమరూపములు వాస్తవముగా ఉన్నను వాటిని విడదీసి సాధించుట దుర్లభము.

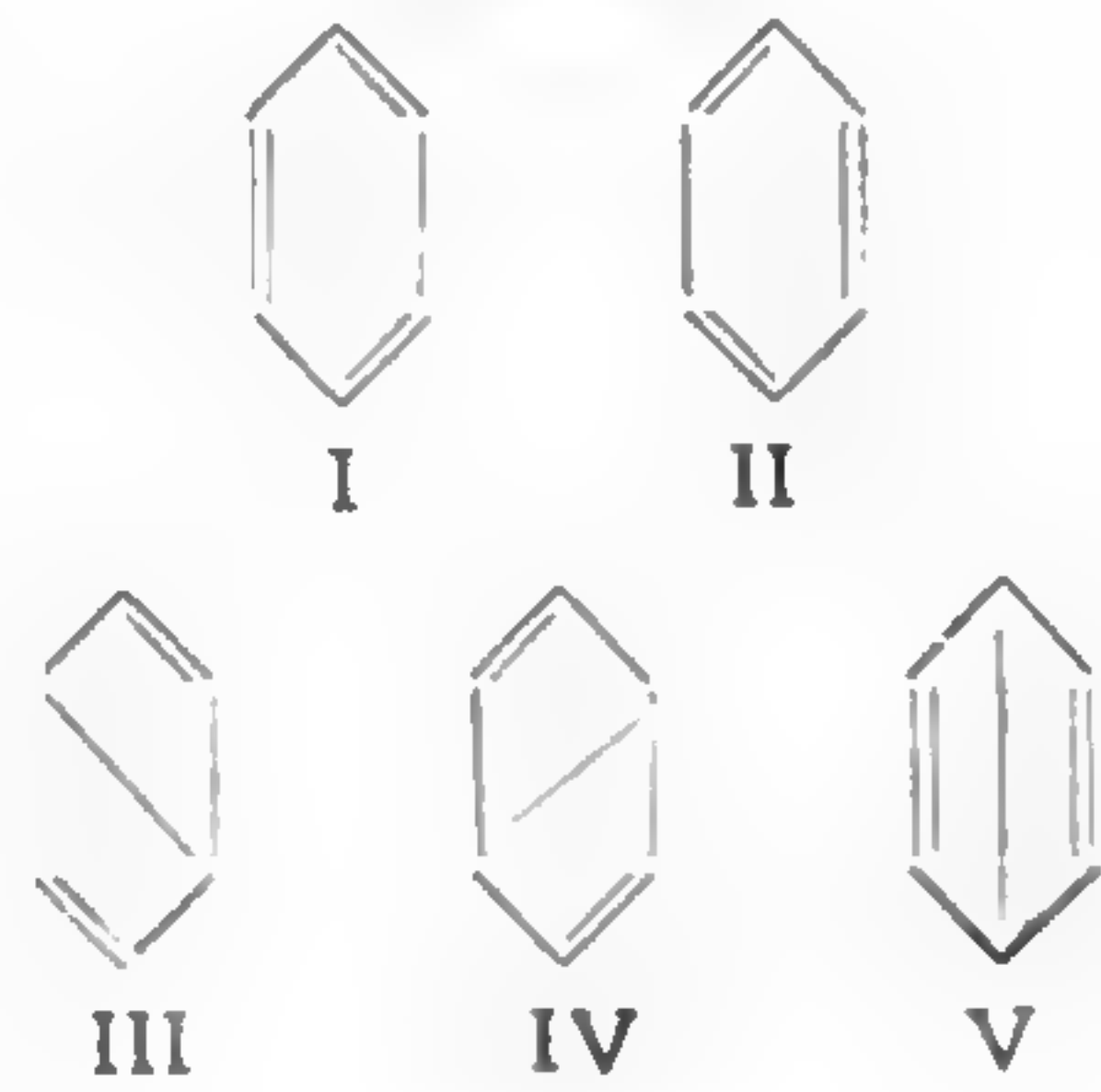
బెన్జీన్ నిర్మాణము చాలకాలము వరకు విరోధాభాసగా కన్పట్టినది. రాసాయనిక ప్రమాణములుకాని,

భౌతికప్రమాణములుకాని సూచితసాంకేతికములలో దేనిని కూడ సమర్థించలేక పోయినవి. వాస్తవముగా ఇట్టిసందిగ్ధ సంఘటనలు (అనగా, పూర్వరచనా సిద్ధాంతములు వివరింపలేని సంఘటనలు) అనేకములు కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రములో కొంతకాలమునుండి బయటపడినవి.

నవీన యోజనీయతా సిద్ధాంతములు, ముఖ్యముగా పరమాణు నిర్మాణసిద్ధాంతము ప్రతిష్ఠితమైన తరువాత నెలకొల్పబడిన ఎలక్ట్రానిక్ సిద్ధాంతము, కార్బన్ యోగికములకుకూడ అన్వయింపజేయుటకు జరిగిన ప్రయత్నములలో బెన్జీన్ రచనా సమస్యకూడ కొంత సాధించుటకు వీలైనది. బెన్జీన్ వంటి చలస్వభావముకల యోగికములన్నిటిని వివరించుటకు అనునదనమను నూతనసిద్ధాంత మొకటి ఇటీవల బయలుదేరినది.

ఈ సిద్ధాంతము ప్రకారము ఒక యోగికమును దానిచర్యకనుగుణముగా అనేక సాంకేతికములచే నిరూపించవీలు కలిగిన సందర్భములలో దాని వాస్తవస్థితిని నిరూపించుటకు ఈ సాంకేతికములలో ఏదియును ప్రత్యేకముగా సమర్థముకాదు. దాని వాస్తవరచన సూచింపబడిన సాంకేతికముల మధ్యస్థముగా నుండును; ఆస్థితి చలస్థితి. దానిని స్థిరసాంకేతికములచేగాని, స్థిరచిత్రములచేగాని ప్రదర్శించవీలుకాదు, ఈ సూచితస్థిర సాంకేతికముల మధ్య యోగికపు వాస్తవరచన అనునదింపుచుండునని భావము. సూచిత సాంకేతికములలో హెచ్చు స్థిరత్వ సూచకములగునవి ఈ వాస్తవస్థితికి ఎక్కువ దగ్గరగా నుండును.

కేకులే



డ్యూవర్

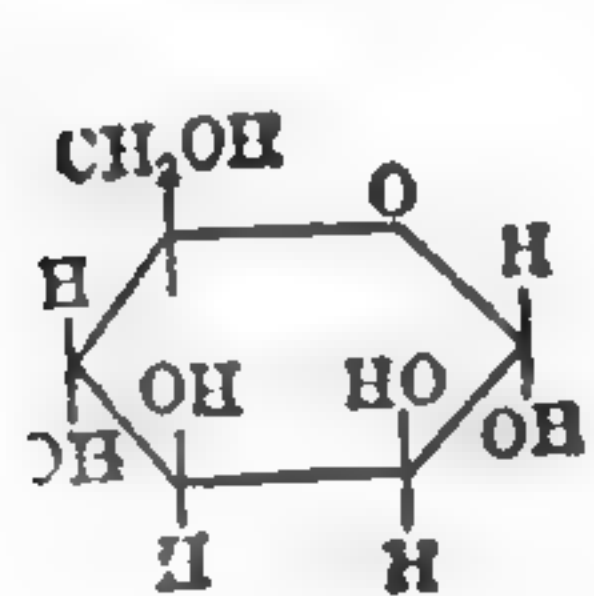
ఈ పైని వివరించిన సిద్ధాంతపు దృష్టిలో కేకులేచే సూచితమగు రెండు సాంకేతికములు డ్యూవర్ చే సూచితమగు మూడు సాంకేతికములు మొత్తము అయిదింటిలో I, II రూపములు (కేకులేసాంకేతికములు) స్థైర్యావహములగుటచే వాస్తవరచనకు చాల దగ్గరగనున్నవి.

అనునదన సిద్ధాంతము బెన్జీన్, దానికి సదృశములగు యోగికములు వీటి గుణములను వివరించగలుగుటయే

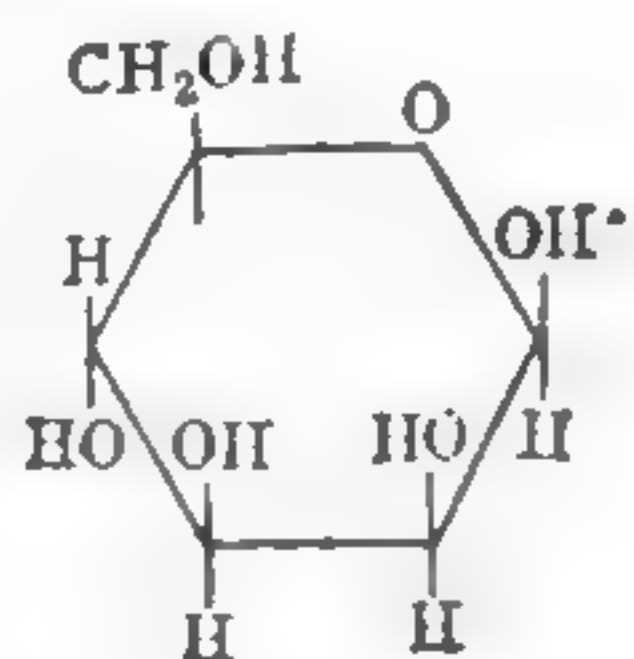


కాక వస్తువులరంగునకు, వాని రాసాయనిక సంఘటనకు గల సంబంధమును వివరించుటయందుకూడ ఉపకరించినది. ఇది గాక ఎలక్ట్రానిక్ సిద్ధాంతము కార్బన్ యాగిక ప్రక్రియలలో పునఃరచనల (రిఎరేంజిమెంట్స్)ను గంధాత్మక ప్రతిస్థాపన (ఆరోమాటిక్ సబ్స్టిట్యూషన్)లను వివరించుటలో చాల ఉపకరించినది.

మోనో, డై సాకరైడ్ల నిర్మాణజ్ఞానాభివృద్ధిలో తరువాతిదశ టాలెన్స్, ఆర్మస్ట్రాంగ్, హార్ట్ అనువారల పరిశ్రమల ఫలితము. వీరు బేయర్, ఫిషర్ సూచించిన



$\alpha$  గ్లూకోస్



$\beta$  గ్లూకోస్

వివృతశృంఖల రచనను త్రోసిపుచ్చి శర్కరలకు వలయాకార రచనను స్థాపించిరి. ఇదిగాక, డై సాకరైడ్లు



బెన్జోయిల్ - లాక్టైల్ - గైసిల్ - గైసిన్.

మోనోసాకరైడ్ల నుండి వ్యుత్పన్నములైన వనికూడ నిరూపించిరి. డై సాకరైడ్ల రచనలలో సాధారణముగా తారసిల్లు మోనోసాకరైడ్లు గ్లూకోస్, ఫ్రక్టోస్, గెలాక్టోస్ పిండిద్రవ్యములు, కాష్టద్రవ్యములకూడ గ్లూకోస్ యూనిట్లచేతనే నిర్మితములైనవి. కాని పిండిద్రవ్యములలో  $\alpha$ -గ్లూకోస్ రూపము, కాష్టద్రవ్యములలో  $\beta$ -గ్లూకోస్ రూపము రచనైకాంకములుగా నిబద్ధమై యున్నవి.

కాష్టద్రవ్యము ప్రకృతిలో అతివిస్తారముగా నున్నది. అది వృక్షశరీరముల అస్థిపంజరములుగా సంభవించుచున్నది. దూది ఇంచుమించుగా శుద్ధమైన కాష్టద్రవ్యము. కాష్టద్రవ్యము అణుభారము అత్యధికమైనది. 3,00,000 - 5,00,000 యూనిట్ల మధ్య ఉండును. పిండిద్రవ్యము అనేకవృక్షములలో వృక్షాహారముగా సంచితమై ఉండును. ఇది ఎన్ జైమ్ల ప్రభావమున మాల్టోస్ క్రిందను, ఆప్లుముల చర్యచే గ్లూకోస్ క్రిందను జలవిశ్లేషణమును పొందును.

శర్కరద్రవ్యములనేగాక ప్రకృతిలో సంభవించు మరి కొన్ని తరగతుల ద్రవ్యముల స్వభావమును, నిర్మాణమునుకూడ ఎమిల్ ఫిషర్ వివరించగలిగెను. ఇందుముఖ్యమైనజాతి ప్రోటీన్లు అనబడు నైట్రోజన్యుత ద్రవ్యములు. ఇవి శరీరపుష్టిని కలిగించు ద్రవ్యములు. వీటిని సజలాప్లుములతో మరగించుటచే ఎమీనో ఆసిడ్ లేర్పడును. ఒక ఎమీనోగణమున్న ఎమీనోఆసిడ్ (మోనో ఎమీనోఆసిడ్ల) అణువు అనేకములుచేరి ప్రోటీన్ అణువు ఏర్పడునని ఫిషర్ మొట్టమొదట స్థాపించెను. తరువాత సజలాప్లుముల సన్నిధిలో జలవిశ్లేషణమును పొందిన ప్రోటీన్ల నుండి వచ్చిన ఎమీనోఆసిడ్ల మిశ్రమునుండి ప్రత్యేక ఎమీనోఆసిడ్లను విడదీయుటకు విధానములను కనుగొనెను. తరువాత సరళఎమీనో ఆసిడ్ల సంయోజన విధానమున తయారుచేయుటకు యత్నించెను. ఆతరువాత ఈ సంయోజిత ఎమీనో ఆప్లుముల కలిపి జలమును బహిష్కరించి ఎక్కువ అణుభారముగల పెప్టైడ్లను నిర్మించగలిగెను. ఇట్టి పోలీ పెప్టైడ్లను అనేకముల ఫిషర్ నిర్మించెను. పోలీ పెప్టైడ్ సాంకేతికమునకు ఉదా:

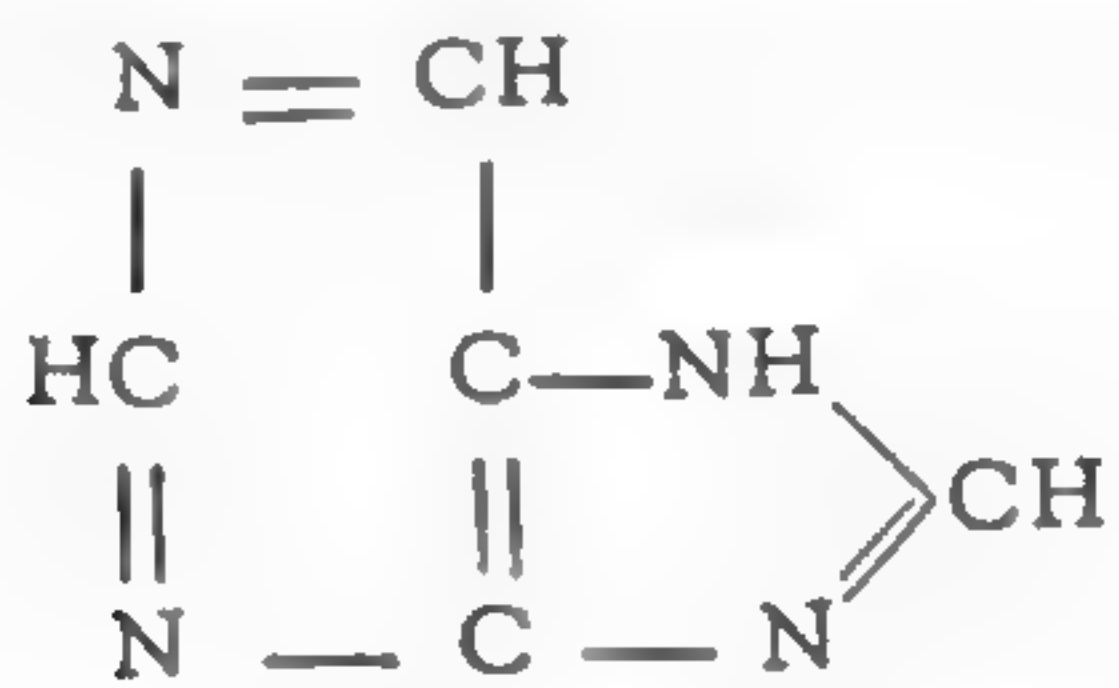
అన్నిటికన్న పెద్దయాగికములో పదునెనిమిది ఎమీనో ఆసిడ్లఅణువులు కూర్చబడినవి. ఫిషర్ శిష్యుడగు ఆల్బర్ హార్డెన్ మరియొక ఎమీనో ఆసిడ్లఅణువు ఎక్కువవున్న పోలీ పెప్టైడ్ను తయారు చేసెను. ఈ పోలీ పెప్టైడ్లు ప్రోటీన్ల కృత్రిమ నిర్మాణములో రెండవదశ అని చెప్పవచ్చును. ఇంతవరకు ప్రోటీన్ నిర్మాణమందు ఆఖరుదశ వరకు రాసాయనికులు రాలేదు. అనగా ప్రోటీన్లు కృత్రిమనిర్మాణమునకు వశముకాలేదు. ప్రోటీన్ల రచనా విధాన మిప్పటికిని తెలియకపోయినను జంతురోమముల X-కిరణ పరీక్షచే వీటి రచనావిధానము ఎట్లుండునో అని ఊహించుటకు చాల వీలు కలిగినది.

ఫిషర్ విమర్శనావిషయమైన ఫ్యూరీన్లు అనబడు ఇంకొక తరగతిద్రవ్యములు వృక్షములయందు, జంతువులయందు, అగవడు నైట్రోజన్యుత యాగికములు. ఇవి కూడ ఎమీనో ఆసిడ్లు అట్లు ప్రోటీనుల విచ్ఛేదమువలననే ఏర్పడును. వృక్షవ్యుత్పన్నముల జాతికి చెందినవి, కాఫీ విత్తులోను, తేయాకులోను ఉన్న కాఫీన్, తియోఫైలీన్,



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

గ్వాంటీన్, కోకోలోవున్న తియోబ్రోమీన్. జంతువుల నుండి వ్యుత్పన్నమగు యూరిక్ ఆసిడ్ ను 1788 లో షేలే మూత్రాశ్మలనుండి వేరు చేసినను దాని సక్రమపరిశీలన జేయర్ శోధనాగారములో జరిగినది. కాని, ఈయన దానిని సంయోజన విధానముచే సాధించలేక కొనకు ఆ ఉద్యమమునే విరమించెను. జేయర్ ప్రిస్టిలో ఈ పరిశీలనను విడిచిపెట్టినాడో అక్కడనుండి దానిని ఫిషర్ స్వీకరించి (1899) యూరిక్ ఆసిడ్ కృత్రిమనిర్మాణమందు జయమును కాంచెను. దీని సరియైన నిర్మాణ సాంకేతికమును మెడికన్ అను రాసాయనికుడు ఈయకలిగెను. తర్వాత ఫిషర్ పైని పేర్కొనిన యాగికములన్నియు క్రింది సాంకేతికముగల ఫ్యూరీన్ నుండి వ్యుత్పన్నములైనవని నిరూపించెను :



కాఫీన్ చాలముఖ్యమైన ఓషధి. జేయర్ కంపెనీ వారిచే చేయబడిన కాఫీ యాస్పిరిన్ తలనొప్పి బిళ్ళలలో ఆస్పిరిన్ తోచేరి కాఫీన్ సిట్రేట్ లవణరూపమున ఉన్నది. యూరిక్ ఆసిడ్ నుండి సంయోజనవిధానము ఉపయోగించి కాఫీన్ ను తయారుచేయ వచ్చును. ప్రకృతిలో దొరకు మరియొకజాతి ద్రవ్యములు వృక్షముల సత్త్వములలోను పువ్వుమొనలలోను దొరకు సుగంధ సారములు; వీటికి అత్తరపులని పేరు. వీటికి సారతైలములు అను (ఎసన్స్ యల్ ఆయిల్స్) పేరు కలదు. వీటికి నిజముగా తైలస్వభావమేమియునులేదు. ఇవి క్రొవ్వులు, నూనెలునుండి చాల భిన్నములగు ద్రవ్యములు. అందుచే తైలములను పేరు వీటికి ఉచితముకాదు. అత్తరువులనుటయే బాగున్నది. ఇవి సాధారణముగా టెర్పిన్ లు (కర్పూరములు) అని పిలువబడు చున్నవి. ఇవి హైడ్రోకార్బన్ లు, ఆల్కహాల్ లు, ఆల్డిహైడ్ లు, కీటోన్ లు, వీటిలో నేవైన కావచ్చును. ఇవి వివృతశృంఖల యాగికములుకాని, వలయరచనా యాగికములుకాని కావచ్చును. 1885 మొదలు నేటివరకు టెర్పిన్ ల పరిశీలన అతిఉత్సాహముతో జరిగినది. ఈ పరిశీలనయందు ముఖ్యప్రవర్తకుడు ఆటో వాలాక్ అను జర్మను రాసాయనికుడు. జేయర్, పెర్కిన్ కుమారుడు, వాగ్నర్, సెప్లర్, చివరకు రుచికా ఇందు పాల్గొన్నవారు.

విశ్లేషణ విధానములచేతను, రాసాయనిక పరివర్తనముల చేతను ప్రకటితమైన వీటి అణుసాంకేతికములు సంయోజన

విధానములచే సమర్థింపబడినవి. టెర్పిన్ ల పరిశీలన వలన ఇవి ఏకవలయయాగికములుగాగాని, ద్వివలయయాగికములుగాగాని, లేదా సార్థక (సెస్క్వి =  $1\frac{1}{2}$ ) టెర్పిన్ లుగాగాని, ద్వి టెర్పిన్ లుగాగాని, లేదా వివృతశృంఖలములగు తైలద టెర్పిన్ లుగాగాని ఉండవచ్చునని తేలినది. ఈ చివరజాతికి చెందినవాటిలో ముఖ్యమైనవి జిరేనియోల్, నీరోల్, సిట్రాల్, రోడినోల్, సిట్రానెల్లాల్ మొదలైనవి. ఈ ద్రవ్యములు అత్తరువులయందుండుటయే కాక కృత్రిమవాసన ద్రవ్యములను చేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నవి.

సార్థక టెర్పిన్ ల రచనను స్విట్జర్లండ్ దేశీయుడైన రుచికా, ఇంగ్లండు వాస్తవ్యుడైన హైల్ బ్రాట్ ఈ మధ్యనే వివరించినారు.  $\text{C}_5\text{H}_8$  సాంకేతికముకల ఐసోప్రీన్ అను అసంతృప్త హైడ్రోకార్బన్ లచే టెర్పిన్ లు నిర్మించబడినట్లు ఊహించవచ్చునని వాలాక్ సూచించినాడు. రబ్బరును విధ్వంసక స్వేదనక్రియకు అధీనముచేసిన ఐసోప్రీన్ లభించును. ఐసోప్రీన్ ద్రవద్రవ్యము ఇది తానంతటదియే కొన్ని రోజులకు ఘనీభవించి ప్రకృతిజమైన రబ్బరువంటి గుణములుకల స్పంజివంటి ద్రవ్యముగా ఏర్పడును అని బుకార్డాట్ కనుగొనెను. ఈమార్పు హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ చర్యవల్లకూడ తేవచ్చును. 1910 లో ఆంగ్లో-ఫ్రెంచ్ సిండికేట్ కి చెందిన ఎఫ్. ఇ మార్తన్ అను రాసాయనికుని పరిశోధనవలన సంయోజన విధానమున రబ్బరును వ్యాపారరీత్యా తయారుచేయుట ప్రయోగసాధ్యమైనది. సోడియమ్ ధాతువు ఐసోప్రీన్ అణువులను సంఘట్టించి బహుఅణుక యాగికముగా మార్చగలదని ఈయన కనుగొనెను. ఐసోప్రీన్ వ్యుత్పన్నమగు బూటాడైయాన్ అను యాగికము ( $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ ) రబ్బరును తయారుచేయుటకు ముడిద్రవ్యముగా వాడుకలోనున్నది. రెండవప్రపంచ సంగ్రామసమయమున మలయానుండి రబ్బరు లభింపకపోవుటచే ప్రకృతిజమైన రబ్బరుకన్న మంచివి, రబ్బరువంటి ద్రవ్యము లనేకములు మార్కెట్ లోనికి వచ్చినవి.

అంతమున సహకారఆహారద్రవ్యములు అనబడు కొన్ని ద్రవ్యముల విషయము చెప్పవలసియున్నది. ఈ ద్రవ్యములు కొరతవడిన ఆహారమును తినినప్పుడు మనుజులు, జంతువులు, పక్షులు కొన్ని రోగములకు వశ్యులగుదురు. ఇట్టి ద్రవ్యములకు విటమిన్ లు (అనగా, ఆహారద్రవ్యములను పుష్టికరములుగా చేయునవి) అనిపేరు. ఇవి ప్రకృతిలోదొరకు ఆహారద్రవ్యములలో కొద్దిగా ఉండును. వేరువేరు విటమిన్ లు ఇంగ్లీషు అక్షరములచే విటమిన్ A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>,



C, D, E, K, P అని పిలువబడుచున్నవి. వీటిరచన తెలిసినది. వీటిని సంయోజన విధానమున వ్యవహారరీత్యా తయారుచేయుటకూడ సాధ్యమైనది. గతప్రపంచ సంగ్రామమున యోధుల ఆహారమును పుష్టికరముగా చేయుటకు ఇవి విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి.

అతిక్లిష్టరచనగల ఆల్కలాయిడ్లు అను పేరుగల కార్బన్ యౌగికములు కూడ కలవు. ఇవి అన్నియు వృక్షములనుండి లభ్యమగు ద్రవ్యములు. ఇవి వృక్షముల ఆకులలోగాని, రెమ్మలలోగాని, గింజలలోగాని, లేదా ప్రేళ్లలోగాని ఉండును. సంయోజన విధానమున సాధించబడిన ఆల్కలాయిడ్లలో కోనీన్  $C_8H_7 - C_5H_9NH$  అను నది మొదటిది. దీనిని తయారుచేసినవాడు లీడెన్ బర్గ్ (1888). ఆల్కలాయిడ్లు శారీరకముగా చాల చురుకైన ద్రవ్యములు. స్వల్పమోతాదులలోనే అత్యంత ప్రభావమును చూపెట్టగలవు. అందులో కొన్ని విషములు కూడ ఉన్నవి. వృక్షమునకు ఈ ఆల్కలాయిడ్లు ఎట్లు ఉపచరించునో అన్న విషయ మింకను తెలియలేదు. ఆల్కలాయిడ్ల అణురచనలో ఉన్న విజాతీయవలయ స్వభావమునుపట్టి వర్గములుగా క్రింది విధముగా ఏర్పరచబడినవి :

|               |   |              |
|---------------|---|--------------|
| పైరిడిన్      | — | ఆల్కలాయిడ్లు |
| పిరోలిడిన్    | — | ..           |
| పిప్పరిడిన్   | — | ..           |
| క్వినోలీన్    | — | ..           |
| ఐసోక్వినోలీన్ | — | ..           |

వీటి అణురచనలు వెల్లడి అయినవి. వీటిలో అనేకములను సంయోజన విధానమున తయారుచేయుట కూడ జరిగినది. ఈ క్షేత్రములో పనిచేసిన రాసాయనికులలో ప్లెట్ట్, విల్ ఫ్రైటర్, రాబిన్సన్, గోల్డ్ స్మిత్, పెర్కిన్ కుమారుడు గణనీయులు. ఆల్కలాయిడ్లు ఔషధములుగా కూడ ఉపయోగపడుచున్నవి. ఎమిటీన్ (నులికడుపుకు), కోనీన్ (మత్తు కలిగించుటకు), ఆట్రోపీన్ (కంటిగుడ్డును వ్యాకోచింపచేయుటకు) పనికివచ్చుచున్నవి. రాసాయనిక చరిత్రపరిణామమందు కార్బన్ రాసాయనికులు, శరీరశాస్త్రజ్ఞులు, వైద్యులు సహకారపరిశ్రమ ఫలితముగా ఉద్భవించినది విచిత్రసంఘటన అమూల్యమగు జీవరాసాయనిక శాస్త్రము. జంతువుల, వృక్షముల శరీరములందు జరుగు ప్రకృతివిధానములను వివరించుట జీవరాసాయనిక శాస్త్ర ముభ్యోద్దేశము. అటుపిమ్మట జీవరాసాయనిక శాస్త్రము సూక్ష్మరాసాయనికవిధానము అను పేరు వడసిన సునిశితప్రయోగప్రక్రియలలో ఆధారముగాగొని, శోధనాగారమందు ప్రకృతి విధానములను అనుకరించుటకు

యత్నించుచున్నది. జీవరాసాయనిక శాస్త్రము నిజముగా కిణ్వప్రక్రియల (ఫెర్మెన్ టేషన్ - అనగా పంచదారనుండి, గంజినుండి మద్యమును తయారుచేయుటయందు వాడుక చేయు ప్రక్రియ) అనుశీలనలో ఉద్భవించినదని భావించవచ్చును. కిణ్వప్రక్రియవిషయమై మొదట పస్తూర్ చేసిన వివరణ బుక్నర్ చే నవరింపబడినది. ఈ వివరణప్రకారము కిణ్వప్రక్రియ లన్నియును ఎస్ జైమ్ అను పేరుగల జీవి యొక్క నిర్జీవస్రావముల ప్రవృత్తి చే జరుగును. జంతు, వృక్ష జీవి ప్రక్రియలలో ఎస్ జైమ్లు అతిముఖ్యమైన పాత్రను నిర్వహించుచుండుటచే వీటిని జీవవాహకము అని భావించవచ్చును. ఎస్ జైమ్లు జీవసంబంధులైనను, జీవములేని ద్రవసారములుగా లభ్యమగును. బూజులు, సూక్ష్మజీవులు-ఇవిగాక అనేకవిధములగు కిణ్వప్రక్రియాప్రేరకములగు ద్రవ్యములు కలవు. ఇవి అన్నియు ఎస్ జైమ్లను చాల పోలియున్నవి. ఇవి అన్నియు పారిశ్రామికముగా పనికి వచ్చు అనేక రకముల వస్తువులను తయారుచేయుటలో ఉపయోగపడుచున్నవి. ఈ వస్తువులలో చేరినవి క్రింద పొందుపరచిన యౌగికములు.

బూటైల్ ఆల్కహాల్, లాక్టిక్, గ్లూకోనిక్, సిట్రిక్ ఆసిడ్లు; నూతననిర్మాణములగు పెన్సిలిన్, ప్రోప్రో మైసిన్ మొదలైనవి.

బీర్ (ఒక విధమగు లఘుమద్యము) చెడకుండ చేయు ఉద్యమములో పస్తూర్ నకు అలవడిన కిణ్వప్రక్రియలజ్ఞానము, పట్టుపురుగులకు సంభవించు అంటువ్యాధులకు, పశువులను బాధించు దొమ్మ వ్యాధికి, పండులకు వచ్చు కలరాకు, కుక్కకాటువలన సంభవించు రోగమునకు సూక్ష్మజీవులే కారణములని రుజువుచేయుటకు, ఆ రోగములకు చికిత్సలను నిర్మించుటకు కూడ అతనిని ప్రోత్సహించినది.

ఈ పరిశోధనల ఫలితముగా పస్తూర్ సూక్ష్మజీవులు రోగమునకు కారణమును పిద్ధాంతమును స్థాపించకలిగెను. అలసట ఎరుగని పరిశ్రమను గావించి రోగములకు 'వేక్సిన్ చికిత్స' యను చికిత్సా విధానమును పస్తూర్ నెలకొల్పెను. ఈయన రక్షణ రాసాయనిక శాస్త్రమునకు పిత అను బిరుదును సంపాదించుకొన్నాడు. వేక్సిన్లవల్ల మానవ శరీరమునకు గలిగిన రక్షణ పస్తూర్ జీవితప్రతిష్ఠకు పరాకోటిగా ప్రకాశించుచున్నది. దీనికి నిదర్శనము ప్రపంచమం దంతటను కుక్కకాటుచికిత్స (రేబిస్) కై వెలసిన సంస్థలు.

శరీరము రోగమునకు లోనుగాకుండ కావించు పద్ధతులను పస్తూర్ తరువాత విరివిచేసినవాడు పాల్ ఏర్లిక్. ఈయన వైద్యుడగుటచే ప్రయోగమునందుకన్న



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

చికిత్సా సిద్ధాంతములను అభివృద్ధిచేయు యత్నమందు ఎక్కువ అభినివేశము కలవాడు. ఈయనే సుప్రసిద్ధ 'శాఖాశృంఖల సిద్ధాంతము' నకు కర్త. ఈ సిద్ధాంత దృష్టిలో జీవులలో నెలకొను జీవద్రవ్యములలో అగపడు శృంఖలశాఖా రచనగల వర్ణద్రవ్యములు రోగకారకము లగు సూక్ష్మజీవులకు విషముగా పనిచేయును. మెతిలీన్ బ్లూ, బ్రిలియంట్ గ్రీన్ వంటి వర్ణద్రవ్యముల ప్రయోగముచే మలేరియాక్రిముల ప్రవృత్తిని ఏర్పరిగ్ నిరోధించగలిగెను. ఏర్పరిగ్ కు రాసాయనిక చికిత్సాశాస్త్రపిత అని పేరు వచ్చినది. ఈ చికిత్సారంగమందు ఫిరంగిజాడ్యము (సవాయి రోగము)నకు అమోఘప్రతీకారమగు సాల్వర్ సాన్ లేదా 806 ఈయన కీర్తిస్తంభమునకు మూర్ధ న్యాలంకారము.

ఆహారమందు విటమిన్లు అనబడు కొన్ని ముఖ్యాంశ ములు లేకపోవుటచే కలుగు అనారోగ్యమును గురించి ఈ వరకే చెప్పియుంటిమి. ఈ రోగములకు న్యూనతావ్యాధులు అని పేరు పెట్టవచ్చును. అందులో కటి 'స్కర్వి' (ఎము కలకు, దంతములకువచ్చు రోగము) అను జాడ్యము. ఈ జాడ్యము నారింజపండ్లరసము సేవించుటవలన నయమగును. రెండవది బియ్యపు తవుడుతినుటచే ఉపశమించు 'బెరిబెరి' అను తిమ్మిరివంటి నరముల మంట. శరీరానారోగ్యస్థితికి విట మిన్లవలె ఉపకారములగు ఇంకొకజాతిద్రవ్యములకూడ కలవు: ఇవి ఆంతరగ్రంథుల స్రావములు; వీటికి హార్మోన్లని పేరు. మొట్టమొదట వేరుచేయబడి సంయోజన విధాన మున సాధించబడిన ఎడ్రినలిన్ హార్మోన్ అనునది మూత్ర పిండములపైన ఉన్న మూతల నుండి సాధితము. 1915 లో ఇ. సి. కెండాల్, జేమ్స్ తైరోయిడ్ గ్రంథినుండి దాని సారమగు తైరాక్సిన్ అను స్ఫటికద్రవ్యమును వేరు పరచెను. ఈ ద్రవ్యము మరుగుజ్జుకు మందు. తైరోయిడ్ గ్రంథిలో నుండు హార్మోన్ తైరాక్సిన్, ప్రోటీన్ సమ్మేళ నము. దీని సంఘట్టనమును హేరింగ్టన్ వెల్లడిచేసి సంయోజనవిధానమున దానిని తయారుచేయకలిగెను.

పాన్క్రియాస్ (క్లోమగ్రంథి) నుండి వ్యుత్పన్నమగు ఇన్సులిన్ రక్తములో కావలసిన గ్లూకోస్ ఉండేటట్లు చేయుటకు అత్యవశ్యకమైన ద్రవ్యము. రక్తములో గ్లూకోస్ ఒక నిర్దిష్టరాశికన్న ఎక్కువైన అతిమూత్ర రోగము జనించును. నిర్దిష్టరాశికన్న తక్కువైన శరీరము చైతన్యవిహీనమగును. కొనకు చావుకూడ తటస్థించును. పశువుల క్లోమగ్రంథులనుండి ఇన్సులిన్ స్ఫటికములుగా తయారగుచున్నది. కాని, దాని సంయోజనమింకను జరుగలేదు. ఇది అతిమూత్ర జాడ్యమునకు మందు.

వృషణగ్రంథి నుండియు, అండాశయము నుండియు వ్యుత్పన్నమగు లైంగిక హార్మోన్ల స్వభావమును కూడ రాసాయనికులు వివరించిరి. ఈ హార్మోన్లు మనుజుని లైంగిక ప్రవృత్తిని నియమించునవి. ఈ ద్రవ్యములన్నిటి యందును స్టెరోల్ అను యాగికమునందున్న అణురచన మనకు తారసిల్లును. ఇవి మనుజుని శరీరాభివృద్ధికి చాల పనికివచ్చు ద్రవ్యములు. ఈ తరగతిలో మొదటి దయిన ఎస్ట్రోజ్ను 1929 లో బూటెనాన్డ్, డాయిజీ అను వారలు వేరుపరచిరి. పురుషహార్మోన్లకు మాతృకయిన బరగు ఆండిరోస్టెరోన్ను బూటెనాన్డ్, 1931 లో వేరు చేసెను. 1934లో గర్భధారణహార్మోన్ ప్రోగెస్టెరోన్ను అనేక దేశములలో అనేకులు గర్భిణీస్త్రీల మూత్రమునుండి వేరుపరచి తయారుచేసిరి. విండెన్, వీలేండ్ మొదలగు వారు స్టెరోల్ల విషయమై కావించిన పరిశోధనలు ఈ ద్రవ్యముల నిర్మాణమును వివరించుటకు చాల ఉపకరించి నవి. వాటిలో కొన్నిటిని బూటెనాన్డ్, రుచికా అను వారలు సంయోజన విధానమున సాధించగలిగిరి.

కార్బన్ శాస్త్రము పారిశ్రామికముగా అభివృద్ధిచెందు టకు 1857 లో సర్ విలియమ్ పెర్కిన్ ఆవిష్కరణయగు మాప్ అను వర్ణద్రవ్యసాధనముతో ప్రారంభించినదని ఇది వరకే చెప్పియుంటిమి. చాల శ్రమతీసికొని పారిశ్రామిక ముగా దీనిని తయారుచేయవచ్చునని నిరూపించుటయే కాక గ్రీన్ ఫర్డ్ గ్రీన్ అనుస్థలములో ఒక కర్మాగారమును కూడ సర్ విలియమ్ పెర్కిన్ స్థాపించెను. ఈ ఉద్య మములో ఆయన గాంచిన విజయము తక్కినరాసాయనికు లకు మార్గదర్శకమైనది. వీరలు ఈ రకపు పరిశోధనలను సాగించి మెజంటా అను వర్ణద్రవ్యమును కనుగొనుట యందును ఆనిలీన్, టాలిడిన్ అను తారు నుండి లభ్య మగు సరళయాగికములనుండి ఈ మెజంటాను వర్తకరీత్యా తయారుచేయుటయందును కృతకృత్యులైరి. రాసాయ నిక లోకములోనికి మెజంటాప్రవేశము రాసాయనికునికి, పారిశ్రామికునికి కూడ గొప్ప ప్రోత్సాహకారణము. అందుచే 19 వ శతాబ్దిపు ప్రథమార్థమునందు సంయోజన కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రము గాంచిన అపారమగు అభివృద్ధి అంత వింతగొలుపదు. ఈ వర్ణద్రవ్యములకు తల్లి యైన ఆనిలీన్ కోల్ తారునుండి లభ్యమగుటచే వీటికన్ని టికిని కోల్ తార్ రంగులని వ్యవహారము. ఈ వర్ణద్రవ్య ములసంఖ్య క్రమముగా పెరుగుటకారంభించి కేకులేచే బెన్జీన్ అణురచన స్థాపించబడిన తరువాత వీటిలో చాల ద్రవ్యముల రాసాయనిక సంఘట్టనములు నిస్సంశయముగా తెలిసినవి. మెజంటా రచనలో ఉన్న హైడ్రోజన్ పర



మాణువులను ఆల్కల్, ఆరిల్ గణములచే ప్రతిస్థాపించుటచే ఊదా, నీలి రంగులుగా గల ద్రవ్యములు లభ్యమైనవి. ఫిషర్ సోదరులు (ఎమిల్ ఫిషర్, ఆటోఫిషర్) మెజంటాకు జనకద్రవ్యము ప్రైఫీనైల్ మిథేన్ అను హైడ్రోకార్బన్ యోగికముని నిరూపించిరి. అందుచే దీనితో సంబంధించిన రంగులన్నింటిని ప్రైఫీనైల్ మిథేన్ వర్ణములని పేరు వచ్చినది. ఈ వర్ణద్రవ్యములసంఖ్య చురుకుగా పెరిగినది. సాధ్యమగు వర్ణ చ్చాయలన్నియు ఈ ద్రవ్యములగననగును.

1858 లో పీటర్ గ్రీన్ అను జర్మను రాసాయనికుడు డైఆజోప్రక్రియను కనుగొనినాడు. ఈ ప్రక్రియలో ఆనిలీన్ మీద నైట్రస్ ఆసిడ్ చర్యవలన అతిచురుకైన డైఆజోయోగికము ఏర్పడును. ఈ యోగికము ఎమీన్లతో రాసాయనికముగా సంయోగించి లవణాధారధర్మము గలిగి, రంగులుగా నాచరించగల ద్రవ్యముల నీయగలదు. డైఆజోయోగికముతో ఎమీన్లను కలుపు ప్రక్రియకు 'అనుయోజన' మని పేరు. ఈ రంగులలో మొదట లభ్యమైనది ఆనిలీన్ పీతము. ఇది 1861 లో మార్కెట్లోనికి వచ్చెను. తరువాత కొద్దికాలములోనే ఎమీన్లు కాక ఫీనోల్లు, ఫీనోలిక్ ఆసిడ్లుకూడ డైఆజో యోగికముతో శీఘ్రముగా అనుయోగించి పలురంగులుగల వర్ణద్రవ్యములు ఏర్పడునని తెలిసినది. నాఫ్తాల్లు, నాఫ్తాల్ ఎమీన్లు, ఎమీనో నాఫ్తాల్లుకూడ ఆజోయోగికముతో అనుయోగించునని తెలిసినతరువాత ఆజోవర్ణద్రవ్యముల శ్రేణి అమితముగా విస్తరించినది. ఈ వర్ణద్రవ్యములలో చాలభాగము నీటిలో కరుగనివి. నాఫ్తాల్, ఫీనోల్, నాఫ్తాల్ ఎమీన్, సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు అనుయోజకములుగా వాడుకచేసినప్పుడు లభించు వర్ణద్రవ్యములు నీటిలో శాహాటముగా కరుగునని తెలిసినది.

1877 లో ఆజోగణము ( $-N=N-$ ) ఉన్న యోగికములు ఆవిష్కృతములైనవి. 1884 లో బట్గర్ అను జర్మన్ పారిశ్రామికుడు ఒక క్రొత్త తరగతి డైఆజోవర్ణద్రవ్యములను తయారుచేసెను. ఇవి నూలుబట్టలకు, నార బట్టలకు రంగునుబంధించు ద్రవ్యము యొక్క ఉపయోగము లేకుండ రంగువేయుటకు పనికివచ్చును. రంగును ఇచ్చు యోగికములను బట్టపోగులమీదనే అనుయోగించునటుల చేయువిధానమును ఎ.జి.గ్రీన్ అను రాసాయనికుడు కనుగొనెను. మార్కెట్లో దొరకు వర్ణద్రవ్యములలో సగము కన్న ఎక్కువ ఆజోవర్ణద్రవ్యములే. ఇవి ఎరుపు మొదలు కొని నలుపువరకు మధ్యనున్న రంగులన్నిటిని చూపును.

తరువాత రాసాయనికులు అలిజరిన్, ఇండిగో (నీలిమందు) వంటి ప్రకృతిలోదొరకు వర్ణద్రవ్యములను సంయో

జనవిధానమున సాధించుటకు ప్రయత్నించిరి. అలిజరిన్ ఆంథ్రసీన్ వ్యుత్పన్నముని తెలిసినతరువాత దానిని కృత్రిమముగా సాధించుటలో లీబర్మాన్ జర్మనీలోను, పెర్కిన్ ఇంగ్లండులోను ఏకకాలమున సిద్ధినిగాంచిరి. తరువాత ప్రసిద్ధజర్మను రాసాయనికుడు బేయర్ నీలిమందును కృత్రిమముగా తయారుచేయుటకు 1865 లో తన పరిశోధనలను ప్రారంభించెను. నీలిమందును ఆక్సీకరించగా వచ్చిన ఐసటిన్ అను యోగికమునుండి నీలిమందును సాధించుటకు యత్నించెను. 1878 లో ఈయన ఐసటిన్ ను సంయోజన విధానమున తయారుచేయగలిగెను. ఐసటిన్ క్లోరైడ్ను ఆక్సీకరించి బేయర్ నీలిమందును సంపాదించగలిగెను. ఇదిగాక నీలిమందును పారిశ్రామికముగా చేయుటకు అనేక విధానములను ఆయన కనుగొని వాటిని పేటెంటు చేసెను. ఈ విధానములన్నియు చౌకగా నెరవేరునవి కావు. నీలిమందును పారిశ్రామికముగా, చౌకగా సాధించు విధానమందు కొనకు హోయమన్ అను జర్మన్ రాసాయనికుడు జయమును కాంచెను. ఈయన ముడిద్రవ్యముగా నాఫ్తలీన్ను తీసికొని దాని నొకక్రమములో అనేక విధముల మార్పులచే ఫలమును పొందగలిగెను. కృత్రిమ అలిజరిన్, (మందారుచెక్కతో వేయు చిరువేరు రంగు. ఈ రంగులు అనాదిగా వాడుకలోనున్నవి) కృత్రిమ నీలిమందు, ప్రకృతియందుదొరకు ఈవర్ణద్రవ్యములను మార్కెట్ నుండి సమూలముగా తరిమివేయగలిగినవి. ఇండాంత్రిన్ రంగులు, ఆక్రీడిన్ రంగులు మొదలైన పలువిధములగు నూతనవర్ణద్రవ్యములు అనేకములు పరిశోధనఫలితముగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఈ అభివృద్ధికి కారణము నాగరిక మానవులకు రంగులయందున్న అమితాదరమే కాక కృత్రిమపట్టు, రేయాన్ మొదలగు క్రొత్తరకపు రంగులను కోరు క్రొత్తవస్త్ర వస్తువుల ఆగమము. వర్ణద్రవ్యముల పారిశ్రామిక సాధనలో లభ్యమగు ఉపపదార్థములు, సంయోజిత ఔషధములు, సుగంధద్రవ్యములు, మాదక ద్రవ్యములు, విషనాశక ద్రవ్యములు, ఛాయాచిత్రోపయోగములగు ద్రవ్యములు మొదలైన రాసాయనిక వస్తువులను తయారుచేయుటలో విరివిగా ఉపయోగించుచున్నవి. వర్ణద్రవ్యనిర్మాణసంస్థలు మారణసాధనములగు విచారకద్రవ్యములను, చికిత్సాసాధనములగు మందులను తయారుచేయుటకు పనికివచ్చును. ఈ వర్ణోత్పత్తిసంస్థలు మొదటి ప్రపంచ మహాసంగ్రామ సమయ (1914-18) మందు జీవహంతకసంస్థలుగా మారినవి. ఈ విషయము అప్పుడే విరివిగా గుర్తింపబడినది. సంగ్రామ నైన్యములకు కావలసిన మలేరియాఔషధమగు ఆటిబ్రిన్ అంతయు వర్ణద్రవ్య



రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

కర్మాగారములోనే తయారైనది. వర్ణద్రవ్యములకును, ఆటిబ్రిన్ వంటి చికిత్సాసాధనములకును ముడిద్రవ్యములు సమానములగుటచే ఈ పైసౌకర్య మేర్పడినది.

వర్ణద్రవ్య నిర్మాణమందు రాసాయనికులు కాంచిన జయము సంయోజితచికిత్సా ద్రవ్యములను, సుగంధద్రవ్యములను తయారుచేయుటలో కూడ లభించినది. స్కాప్ అను జర్మన్ రాసాయనికుడు 1890 లో తారునుండి లభ్యమగు క్వినోలీన్ ను సంయోజనవిధానమున సాధించిన తరువాత ఆటోఫిషర్ 1891 లో మొదటి జ్వరచికిత్సా సాధనమగు కైరిన్ ను తయారుచేసెను. దీనికి జ్వరమును పోగొట్టుగుణము లున్నవి. తరువాత మరిరెండు జ్వరఘ్న ఔషధములు బయలు వెడలినవి. మొదటిది క్నార్ చే నిర్మితమగు ఆంటిపైరిన్, రెండవది పిరామిడాన్. ఈ మందులు ఏరకపు జ్వరమునైన కొద్ది నిమిషములలో దించి వేయగలవు. కాని, వీటి సేవన అగ్రాన్యలోపై టోసిన్ అను రక్తకణముల రోగమును తెచ్చిపెట్టును. అందుచే ఈ మందులు వైద్యునిసలహా లేకుండవాడుట ప్రమాదకరము. తరువాత వచ్చిన ఫినాసిటిన్, ఆస్పిరిన్ ద్రవ్యములు తల నొప్పికి, వాతరోగమునకు మందులు.

1884 లో కోకిన్ అను ఆల్కలాయిడ్ బయటపడినది. దీనిని మొట్టమొదట నేత్రవైద్యములో స్థానీయచేతనా నాశకద్రవ్యముగ వాడుకచేసిరి. దీనిరాసాయనిక సంఘట్టనను కనుగొనినవాడు విల్ ఫ్రెటర్. ఈ విల్ ఫ్రెటర్ పరిశోధన ఔషధశారీరక ధర్మములకు, యాగికరచనకుగల సంబంధమును పరిశీలించుటలో మార్గదర్శియైనది. ఈ పరిశీలనాఫలితముగా లభ్యమైన అనేకసంయోజితయోగికములు కోకిన్ ఉపయోగమును వెనుకపెట్టినవి. వీటిలో ముఖ్యమైనవి - ఆనెస్తసిజ్, నోవోకెయిన్, యూకెయిన్లు. రక్షణరాసాయనిక శాస్త్రమందు ఏర్ లిక్ గావించిన పరిశ్రమవిషయమై ఇంతకుముందే చెప్పియుంటిమి. నిద్రారోగమునకు కారణమగు ప్రైపేనోప్లును సూక్ష్మజీవులను నాశనము చేయుటకుగా జేయర్ 205 అను ఔషధమును కనుగొనెను. అటులనే కాలాజార్ జ్వరక్రిములను రూపుమాపు యూరియాస్టి బామిన్ అను ద్రవ్యమును కలకత్తాలోని స్కూల్ ఆఫ్ ట్రాపికల్ మెడిసిన్ లో పనిచేసిన ఉపేంద్రనాథ బ్రహ్మచారి కనుగొనెను.

సల్ఫానమైడ్ క్రిమిఘ్నగుణము కలదని 1935 లో తెలిసిన తరువాత అనేకమగు సల్ఫాఔషధములు ఔషధ నిఘంటువులోనికి చేరినవి. వీటికి గణనీయమగు క్రిమిఘ్నగుణములున్నవి. అందుచే క్రిమికారక రోగములందు ఇవి పనిచేయుచున్నవి. ప్లాస్మోక్విన్, ఆటిబ్రిన్, పాలుడ్రీన్ అను

ఆంటిమలేరియా ఔషధములు విజయవంతముగా పనిచేయుచున్నవి. పెన్సిలిన్ వంటి సూక్ష్మజీవివృద్ధినిరోధకములగు ద్రవ్యముల గురించి ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. రోగము వల్ల కలుగు మానవదైన్యమును పోద్రోలి లోక కల్యాణమునకు కూర్చు రాసాయనికుల, వైద్యుల ఉదారసహకార పరిశ్రమ ఇట్లు సర్వాంతమువరకు సాగుచునే ఉండును.

మాధుర్యసాధకమగు ద్రవ్యములలో సేకరీన్ ముఖ్యమైనది. దీని ఆవిష్కరణ 1879లో దైవికముగా జరిగినది. ఇది చెరకు పంచదారకన్న 500 రెట్లు ఎక్కువతియ్యనైనది. కాని, శరీరమునకు పుష్టిని కలిగించు గుణములేవియును దీనికిలేవు. దీనిని విశేషముగా వాడుకచేయుట శరీరమునకు చేటువాటిల్లనను అభిప్రాయముతో దీనిని విషాషధముల పట్టికలోపడవేసిరి. కాని క్రిందటియుద్ధములో దీనిని వాడుకచేయుటవలన అటువంటి చెడుగుణము లున్నటుల రుజువు కాలేదు. సేకరీన్ కన్న తియ్యదనమెక్కువగల ద్రవ్యములకూడ మార్కెట్ లోనికి వచ్చినవి.

అన్నికాలములయందును సుగంధద్రవ్యములు ప్రజల ఆదరణమును పడసినవి. వర్ణద్రవ్య విషయములోవలె సుగంధద్రవ్యములకు బదులుగా సంయోజితద్రవ్యములనేకములు విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ప్రకృతియందు దొరకు వాసనద్రవ్యములలో మొట్టమొదట సంయోజనవిధానమున సాధ్యమైనది కూమరిన్. దీనిని విలియమ్ హెన్రీ పెర్కిన్ తయారుచేసెను. అప్పటినుండి వానిలిన్, వింటర్ గ్రీన్ తైలము, దాల్చినతైలము, ఆనిసాల్డిపైడ్, ఐయోనోన్ మొదలైన వాసనద్రవ్యములన్నియు కృత్రిమముగా తయారు చేయబడినవి. ఇట్లు కార్బన్ రాసాయనిక విజ్ఞానస్రవంతి గత నూరుసంవత్సరములలో రాసాయనికుల అస్వార్థపరిశ్రమ ఫలముగా విజృంభించిన విధమును సంగ్రహముగా నిరూపించితిమి. ప్రకృతియందు దొరకు యోగికములనేకములు సాధ్యమగుటయేకాక వేలకొలది నూతన యోగికములు తయారైనవి. ప్రతివత్సరమును ఈ సంఖ్య అధికమగు చున్నది. అవిచ్ఛిన్నాభ్యాసముచే రాసాయనికులు అతిక్లిష్టయోగికముల నిర్మాణమందు గణనీయ కౌశలమును గడించుటయే గాక ఆ యోగికముల అతిగహనాణురచనయందు అత్యద్భుతావగాహము అలవర్చుకోగలిగిరి. ఔనిసన్ మహాకవి గభీరార్థగర్భిత వాక్కులలో గల అర్థము :

'కాలము గడచుకొలది . సృష్టియం దిమిడియున్న ప్రయోజనము అంతకంతకు అతిశయముగా అభివ్యక్తమగుచున్నది. దానితోపాటు మానవుని భావములకూడ వికాసమును చెందుచున్నవి' గమనించ తగినది. మే. వ. న.



# భౌతిక విజ్ఞానము, రాసాయనిక విజ్ఞానము

## అకారాది వివరణము

అంశమాపనము : చూ. రాసాయనిక విశ్లేషణము.

అకర్మనరాసాయనిక శాస్త్రము : అకర్మనరాసాయనిక శాస్త్రము సామాన్య రాసాయనిక శాస్త్రముకన్న చాల భిన్నమైనది. కేవలకార్బన్ యోగికముల అనుశీలనకే పరిమితమైన కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రముకన్న కూడ కార్బన్ కాని ఇతర మూలద్రవ్యముల యొక్కయు, వాటి యోగికముల యొక్కయు రాసాయనిక ప్రవృత్తిని తెలియ జేయు అకర్మన రాసాయనిక శాస్త్రము విలక్షణమైనది. దీనికి ఇంగ్లీషులో ఇనార్గానిక్ కెమిస్ట్రీ అని వ్యవహారము. అకర్మన ద్రవ్యముల సంగ్రహణ విధానములను, ధర్మములను పరామర్శించుటయే కాక, అట్టిద్రవ్యముల విశిష్ట లక్షణములను, దృష్టసాదృశ్య వ్యత్యాసములను, ప్రవర్తనలను, అకర్మనరాసాయనిక శాస్త్రము వివరించును.

మెండెలీయేఫ్ ఆవర్త క్రమపట్టిక (చూ. పుట: 95) స్థాపితమగువరకు అకర్మన రాసాయనిక శాస్త్రము కేవల వర్ణనాత్మకముగనే వర్ధిల్లినది. అకర్మన రాసాయనిక శాస్త్రమునకేగాక, సమగ్ర రాసాయనిక శాస్త్రమునకంతకును వెన్నెముకవలె ఆచరించుచున్న ఆవర్తక్రమ విన్యాసమును ఆధారముచేసికొని, నేడు అకర్మన రాసాయనిక శాస్త్రము తత్సంబంధమైన ద్రవ్యములయొక్క ధర్మములను వాటి రచనతో సమన్వయింప యత్నించుచున్నది.

వర్గీకరణము : పదిహేడవ శతాబ్దమందు రాసాయనిక శాస్త్రవేత్తయని ప్రఖ్యాతిగాంచిన 'లెమరీ' సూచనననుసరించి రాసాయనికులు ద్రవ్యమును ఖనిజములు, వృక్షజములు, జంతుజములు అని మూడు తరగతులుగా స్థూల విభజనచేసిరి. వృక్షజములగు చాల ద్రవ్యములు జంతుజములుగా కూడ సంభవించునని తెలిసిన తరువాత, కేవలఉత్పత్తి స్థానభేదములనుబట్టి కావించబడిన ఈ వర్గీకరణము వారికి సమంజసముగా తోచలేదు. దాని స్థానమున ఖనిజములు, జీవజములు అను విభాగము తరువాతివారిచే నామోదించబడినది. ఖనిజముల యొక్క ద్రవ్యసంఘట్టనలు జీవజముల వాటికన్న సరళతరనియమముల ననుసరించునని 17 వ శతాబ్దాంతమున 'జెచర్' కావించిన సూచన ఈ పై విభాగమునకు కొంత ఆస్కారమిచ్చినది. కాని 18 వ

శతాబ్దమునందు బర్టీలియస్ కావించిన కూలంకష పరిశోధనల ఫలితముగా ఖనిజద్రవ్య రాసాయనిక సంఘట్టన కన్వయించు నియమములే మార్పేమియు లేకుండ, జీవజముల సంఘట్టనకుకూడ అన్వయించు నని తెలిసినది. దీనితో పై విభాగ కల్పనకుగల యుక్తి కొంత కొరవడినది. అయినను జీవజద్రవ్యములను ఖనిజద్రవ్యములట్లు పరిశోధనా గారమందు సాధించుటకు వీలులేదనియు, వీటిని సాధించుట జీవులకు విశిష్టలక్షణమగు జీవశక్తివలననే వీలగు ననియు అభిప్రాయము పాదుకొని యున్నానట్లు, ఈ విభాగ మంగీకరించబడినది. 1828 లో వలర్ ఈ అభిప్రాయము సరియైనది కాదని నిరూపించిన తరువాత ఈ విభాగమున కౌచిత్య మంతరించినది. అయినను శాస్త్రవిస్తరణ సౌకర్యముకొరకు ఈ విభాగము నేటికిని పాటింపబడుచున్నది.

అకర్మన రాసాయనిక ద్రవ్యముల వైవిధ్యము నొక క్రమములో నిరూపించుటకుకూడ వర్గీకరణ మావశ్యకము. అందుకై వాటి రాసాయనిక భౌతిక ధర్మములనుబట్టి ద్రవ్యములు 'ధాతువు' (మెటల్), లనియు 'అధాతువు' (నాన్ మెటల్) లనియు రెండు ముఖ్యమైన తరగతులుగా విభజించబడినవి. ధాతువనికాని, అధాతువనికాని నిశ్చయముగా చెప్పటకు వీలులేని ద్రవ్యములు కొన్ని ఉండుటచే క్రమేణ ఈ విభాగమంత నిశితమైనదికాదని తెలిసినది.

18 వ శతాబ్దాంతమున విద్యుత్ ప్రవాహమును పుట్టించు విశిష్టమైనదొంతర 'వోల్టా పేర్పు' ను వోల్టా నిర్మించిన తరువాత, ఇంతకన్న నిశితమైన వర్గీకరణము వీలైనది (చూ. పుట: 93, 94). ఈ పేర్పును నిర్మించు సందర్భమున నాడు తనకు పరిచితమైన మూలద్రవ్యము లన్నిటిని, ముఖ్యముగా ధాతువులను, వాటి విద్యుత్ ధర్మ క్రమమును బట్టి ఒక వరుసలో వోల్టా అమర్చెను. ఈ శ్రేణిలో ఏ రెండు భిన్నధాతువులైనను విద్యుద్బలము దొకటి ధనాగ్రముగాను, రెండవది ఋణాగ్రముగాను వాడుక చేయబడినపుడు వాటిని కల్పిన విద్యుద్వాహకమందు విద్యుత్ ప్రహ ముద్భవించునని వోల్టా కనుగొనెను. అంతియే కాక ఆ శ్రేణిలోని రెండుధాతువు లాక్రమించు స్థానముల



## అకర్పన రాసాయనిక శాస్త్రము

మధ్య అంతర మెక్కువగుకొలది, ఘటములో జనించు శక్తము కూడ ఎక్కువగునని నిరూపించెను.

ఈ శ్రేణి స్థాపితమైన వెంటనే ధాతువులు ఆక్సిజన్ తో సంయోగించు ఉబలాటముకూడ ఈ వరుసనే మొదటి ధాతువునుండి చివరదానివరకు తగ్గుచుండు నని రాసాయనికుడగు 'రిట్జర్' ప్రయోగపూర్వకముగా రుజువు చేసెను.

### విద్యుత్ రాసాయనిక శ్రేణి

| విద్యుదగ్రశక్తములు |       |              |       |
|--------------------|-------|--------------|-------|
| లిథియమ్            | +2.96 | ఇనుము        | +0.44 |
| పొటాసియమ్          | +2.92 | కాడ్మియమ్    | +0.40 |
| సోడియమ్            | +2.71 | కోబాల్టు     | +0.28 |
| జేరియమ్            | +2.8  | నికెలు       | +0.22 |
| స్ట్రోన్టియమ్      | +2.7  | సిసము        | +0.12 |
| కాల్షియమ్          | +2.8  | తగరము        | +0.10 |
| అల్యూమినియము       | +1.7  | ప్రొజ్జోజిన్ | +0.00 |
| మగ్నీషియమ్         | +1.55 | రాగ          | -0.84 |
| మాంగనీస్           | +1.08 | వెండి        | -0.80 |
| జింకు              | +0.76 | బంగారము      | -1.5  |

అధాతువులగు మూలద్రవ్యములకు కూడ ఇట్టి శ్రేణిని ఏర్పరచవచ్చును. ఇందు ముఖ్యస్థానము నాక్రమించునవి హేలోజన్లు. Si, C, B, N, P, S, I, Br, Cl, O, F

విద్యుత్ ధర్మము, రాసాయనిక ధర్మము ఈ రెండును శ్రేణిలో ఒకేక్రమము ననుసరించుచున్నవి కనుక, ఈ శ్రేణికి విద్యుత్ రాసాయనిక శ్రేణి అని పేరువచ్చినది.

ఇంకొక విశేషము: ధాతులవణములనుండి ధాతువులు ఒకదానినొకటి స్థానచ్యుతిని పొందించగల క్రమముకూడ నిదియే.

విద్యుద్ఘటములో గోచరించు విద్యుచ్ఛాలకబలోత్పత్తికి కారణము ఘటములోనున్న రెండువిద్యుదగ్రములకు, వాటి పరిసరద్రావణమందున్న సజాతీయ అయన్లకు, మధ్య స్థాపితమగు శక్తయే యని తెలిసిన తరువాత (చూ. విద్యుచ్ఛాలకబలము, విద్యుద్రాసాయనిక శాస్త్రము - II), భౌతిక రాసాయనికులు ప్రయోగములను ఆధారముగాగొని ధాతువులను, వాటి అయన్లకుమధ్య జనించు శక్తములను పరిమాణక్రమములో అమర్చిరి. ఈ క్రమము కూడ వోల్టా రచించిన క్రమమునే అనుసరించుచున్నది.

మూలద్రవ్యములయొక్క ధర్మముల పరీక్షకు ఈ శ్రేణి చాల ఉపయుక్తమైనది. ఏలన మూలద్రవ్యము యొక్క ధర్మములు ఈ శ్రేణిలో దాని స్థానమునుబట్టి యుండును. ద్రవ్యముల రాసాయనిక ప్రవృత్తిని వివరించుటకు ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతము వెలువడిన తరువాత ఈ శ్రేణి యొక్క ఉపయోగము మరింత అధికమైనది. ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతదృష్టిలో ఈ వరుస, ద్రవ్యపరమాణువులు ఎలక్ట్రాన్లను కోలుపోయి, ధనావిష్టకణములుగా మారుటకుగల సౌలభ్యమును ఒక క్రమములో చూపుచున్నది. ఈ శ్రేణిలో మీది ధాతువులు క్రిందనున్న వాటికన్న హెచ్చు ఉబలాటముతో ఎలక్ట్రాన్లను కోలుపోయి, ధనఅయన్లుగా మారగలవు. ఇట్లు ఎలక్ట్రాన్లను కోల్పోవు స్వభావముగల పరమాణువులకు ధన వైద్యుతీయము (ఎలక్ట్రోపోజిటివ్) లనియు; ఎలక్ట్రాన్లను గ్రహించు స్వభావముగల పరమాణువులకు ఋణవైద్యుతీయము (ఎలక్ట్రోనెగెటివ్) లనియు సంకేతము. విద్యుత్ రాసాయనిక శ్రేణిలో మధ్యనున్న ప్రొజ్జోజిన్ కు పైనున్న ధాతువు లన్నియు ప్రొజ్జోజిన్ కన్న ఎక్కువ సులభముగాను, క్రింద నున్నవి ప్రొజ్జోజిన్ కన్న తక్కువ సులభముగాను ఎలక్ట్రాన్లను కోలుపోవును. అందువలన ప్రొజ్జోజిన్ తో పోల్చి చూచినప్పుడు, దానిపైనున్న ధాతువులు ప్రొజ్జోజిన్ కన్న ఎక్కువ ధనవైద్యుతీయధర్మము కలవియు, క్రింద నున్నవి తక్కువ ధనవైద్యుతీయ ధర్మము కలవియు అగును. విద్యుత్ స్వభావము మూలద్రవ్యము రాసాయనిక ధర్మము లన్నిటిని నిరూపించును. అందువలన ఈ విద్యుత్ రాసాయనిక శ్రేణి మూలద్రవ్యముల యొక్క రాసాయనిక ధర్మ క్రమమునకు దర్పణముగా ఆచరించుచున్నది. మూలద్రవ్య వర్గీకరణము విషయమై, ఆవర్తక్రమము తరువాత ఇంత హేతుగర్భితమైన వర్గీకరణ మింకొకటిలేదు.

మూలద్రవ్యముల పట్టిక: నేటికి (1962) సహజము గాను, కృత్రిమముగాను బయటపడిన మూలద్రవ్యములు 102. ఇందు కొన్ని ప్రాచీనములు; మరికొన్ని అత్యంత అధునాతనముగా పరమాణు పరిశోధనాగారములలో కృత్రిమముగా కల్పింపబడినవి. పరమాణ్వంక క్రమములో ఆయా మూలద్రవ్యముల ఉనికిని ఎవరు ఎప్పుడు వెలుగుకు తీసుకువచ్చి నదియును, మూల ద్రవ్యముల పరమాణు భారము వాటి సంకేతములు (పుటలు 121, 122, 123) పొందుపరచబడినవి. ఇందు టెక్నీషియమ్ (43), ప్రొమెతియమ్ (61), ఏస్టాటిన్ (85), ప్రాన్సియమ్ (87), ఆక్టినియమ్ (89), 93-102 వరకు గల మూలద్రవ్యముల పరమాణు భారములయొక్క స్థూలరాశులు మాత్రము ఇవ్వడమైనది.



## మూలద్రవ్యముల పట్టిక

| పరమాణ్వంకము | మూలద్రవ్యము   | సంకేతము | పరమాణుభారము | అవిష్కర్త                               | కాలము |
|-------------|---------------|---------|-------------|---|-------|
| 1.          | హైడ్రోజన్     | H       | 1.008       | హెన్రీ కేవెండిష్                        | 1766  |
| 2.          | హీలియమ్       | He      | 4.003       | నార్మన్ లాక్ యర్                        | 1868  |
|             |               |         |             | వియర్ జాల్స్ సీడర్ జాన్సన్              | 1895  |
|             |               |         |             | రామ్సే : క్లీక్                         | 1818  |
| 3.          | లిథియమ్       | Li      | 6.94        | జోహన్ ఆగస్ట్ ఆర్ ఫెడ్ సెన్              | 1828  |
| 4.          | బెరిలియమ్     | Be      | 9.012       | వలర్ : A. A. బుస్సీ                     | 1808  |
| 5.          | బోరాన్        | B       | 10.82       | గేలుసాక్ : లెనార్డ్                     |       |
| 6.          | కార్బన్       | C       | 12.011      |   |       |
| 7.          | నైట్రోజన్     | N       | 14.008      | డేనియల్ రూచర్ ఫర్డు                     | 1772  |
| 8.          | ఆక్సిజన్      | O       | 16.00       | ప్రిస్ట్లీ, షేలె, లావోజ్యే              | 1774  |
| 9.          | ఫ్లోరిన్      | F       | 19.00       | హెన్రీ మ్యాసా                           | 1880  |
| 10.         | నీయాన్        | Ne      | 20.182      | రామ్సే, ట్రావెర్స్                      | 1898  |
| 11.         | సోడియమ్       | Na      | 22.991      | హంఫ్రీ డేవీ                             | 1807  |
| 12.         | మగ్నీషియమ్    | Mg      | 24.32       | హంఫ్రీ డేవీ                             | 1808  |
| 13.         | అల్యూమినియము  | Al      | 26.98       | హన్స్ క్రిస్టియన్ అర్ స్టెడ్; వలర్      | 1825  |
| 14.         | సిలికన్       | Si      | 28.09       | బర్జీలియస్                              | 1822  |
| 15.         | ఫాస్ఫరము      | P       | 30.975      | బ్రాండ్                                 | 1669  |
| 16.         | గంధకము        | S       | 32.066      |   |       |
| 17.         | క్లోరిన్      | Cl      | 35.457      | కారల్ షేలె                              | 1774  |
|             |               |         |             | (హంఫ్రీ డేవీ)                           | 1810  |
| 18.         | ఆర్గాన్       | Ar      | 39.944      | రామ్సే : రాబె                           | 1894  |
| 19.         | పొటాసియమ్     | K       | 39.100      | హంఫ్రీ డేవీ                             | 1807  |
| 20.         | కాల్షియమ్     | Ca      | 40.08       | హంఫ్రీ డేవీ                             | 1808  |
| 21.         | స్కాండియమ్    | Sc      | 44.96       | లాన్స్ డెడరిక్ నిల్సన్                  | 1879  |
| 22.         | టైటానియమ్     | Ti      | 47.90       | రెవరెండ్ విలియమ్ గ్రెగర్                | 1791  |
| 23.         | వెనేడియమ్     | V       | 50.95       | నిల్స్ జేబ్రియల్ సెఫ్ స్ట్రోమ్          | 1831  |
| 24.         | క్రోమియమ్     | Cr      | 52.01       | వోక్లాస్                                | 1798  |
| 25.         | మాంగనీస్      | Mn      | 54.94       | జోహన్ గాట్లిబ్ గాస్ : షేలె              | 1774  |
| 26.         | ఇనుము         | Fe      | 55.85       |   |       |
| 27.         | కోబాల్ట్      | Co      | 58.94       | జార్జి బాండ్                            | 1735  |
| 28.         | నికెల్        | Ni      | 58.71       | ఆల్ఫ్రెడ్ ఫెడరిక్ క్రుస్ స్టెట్         | 1751  |
| 29.         | రాగి          | Cu      | 63.54       | ప్రాచీనము                               |       |
| 30.         | జింకు         | Zn      | 65.38       | ఆండ్రీసిస్కండ్ మార్ గ్రాన్              | 1746  |
| 31.         | గాలియమ్       | Ga      | 69.72       | బ్యాబాడ్రన్                             | 1875  |
| 32.         | జెర్మేనియమ్   | Ge      | 72.60       | క్లమెన్స్ వింక్లర్                      | 1866  |
| 33.         | ఆర్సెనిక్     | As      | 74.92       | ఆల్బర్ట్ మాగ్నస్                        | 1193  |
| 34.         | సిలినియమ్     | Se      | 78.96       | జోన్స్ జేకబ్ బర్జీలియస్                 | 1817  |
| 35.         | బ్రోమిన్      | Br      | 79.916      | బాలార్డ్                                | 1826  |
| 36.         | క్రిప్టాన్    | Kr      | 83.80       | రామ్సే, ట్రావెర్స్                      | 1898  |
| 37.         | రుబిడియమ్     | Rb      | 85.48       | రాబర్ట్ విల్ హెల్మ్ బున్ సెన్, కిర్కాఫ్ | 1861  |
| 38.         | స్ట్రోన్షియమ్ | Sr      | 87.63       | హంఫ్రీ డేవీ                             | 1808  |
| 39.         | యిట్రీయమ్     | Y       | 88.91       | గెడోలిన్                                | 1794  |



అకర్పన రాసాయనిక శాస్త్రము

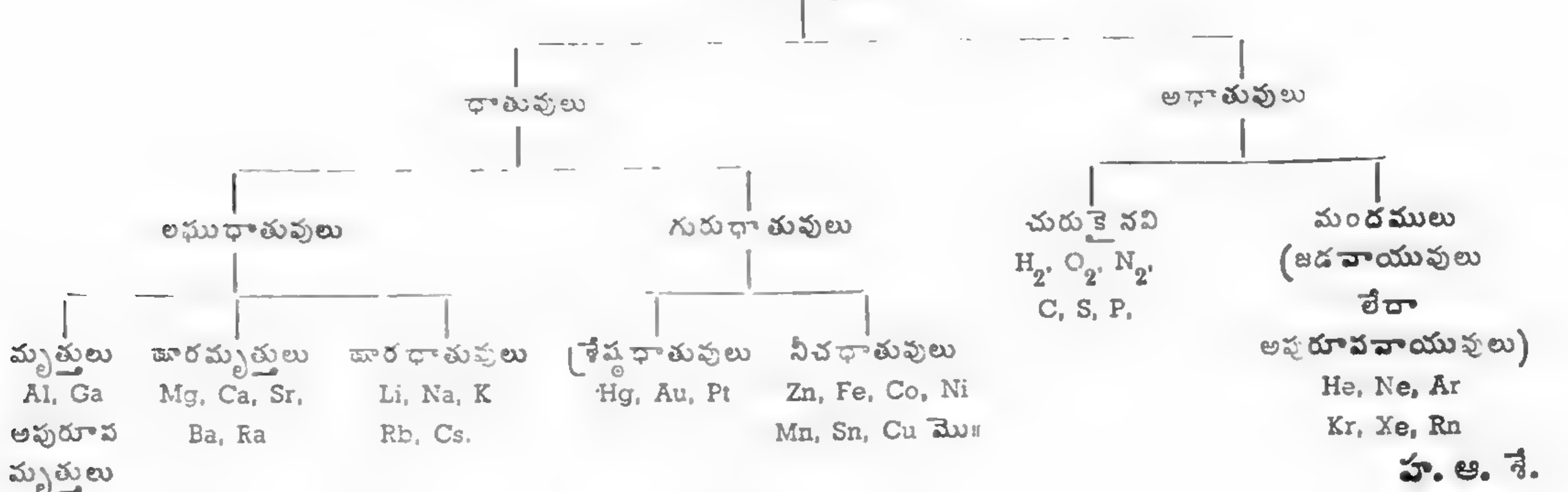
| పరమాణ్వంకము | మూలద్రవ్యము                | సంకేతము | పరమాణుభారము | ఆవిష్కర్త                | కాలము |
|-------------|----------------------------|---------|-------------|--------------------------|-------|
| 40.         | జిర్కొనియమ్                | Zr      | 91.22       | మార్టిన్ క్లాప్ రాట్     | 1789  |
| 41.         | నియోబియమ్<br>(కోలంబియమ్)   | Nb      | 92.91       | ఛార్లెజ్ హాచెట్          | 1801  |
| 42.         | మొలిబ్డినమ్                | Mo      | 95.95       | పీటర్ జేకబ్ హెల్మ్       | 1778  |
| 43.         | టెక్నిషియమ్<br>(మాసురియమ్) | Tc      | 99          | (కారల్ మేలే)             | 1939  |
| 44.         | రుథెనియమ్                  | Ru      | 101.1       | నాడక్, టాకె, బెర్న్      | 1925  |
| 45.         | రోడియమ్                    | Rh      | 102.91      | సీబార్డ్, ఎమిలియో సెగ్నె | 1844  |
| 46.         | పెల్లడియమ్                 | Pd      | 106.4       | క్లౌస్                   | 1803  |
| 47.         | వెండి (రజతము)              | Ag      | 107.88      | పూలాస్తన్                | 1803  |
| 48.         | కాడ్మియమ్                  | Cd      | 112.41      | ప్రాచీనము                | 1817  |
| 49.         | ఇండియమ్                    | In      | 114.82      | ప్రెడ్రిక్ స్ట్రోమెయర్   | 1867  |
| 50.         | తగరము (టిన్)               | Sn      | 118.7       | రీమ్; రిఫ్టర్            |       |
| 51.         | ఆంటిమోని                   | Sb      | 121.76      | ప్రాచీనము                |       |
| 52.         | టెలురియమ్                  | Te      | 127.61      | ?                        |       |
| 53.         | అయిడిన్                    | I       | 126.91      | ప్రొంట్ జోసెఫ్ ముల్లర్   | 1740  |
| 54.         | జెనాన్                     | Xe      | 131.3       | బెర్నార్డు కుర్వా        | 1811  |
| 55.         | సీజియమ్                    | Cs      | 132.91      | రామ్సీ; ట్రావెర్స్       | 1898  |
| 56.         | బేరియమ్                    | Ba      | 137.36      | కిర్కాఫ్, బుస్ సెన్      | 1860  |
| 57.         | లేంథెనెమ్                  | La      | 138.92      | హంఫ్రీ డేవి              | 1808  |
| 58.         | సిరియమ్                    | Ce      | 140.13      | కార్ల్ గస్టవ్ మోసాండర్   | 1839  |
| 59.         | ప్రాసియోడిమియమ్            | Pr      | 140.91      | క్లాప్ రాట్, బర్జీలియస్  | 1875  |
| 60.         | నీవోడిమియమ్                | Nd      | 144.27      | హెల్ బ్రాండ్, నార్బన్    | 1885  |
| 61.         | ప్రామెథియమ్<br>(ఇలినియమ్)  | Pm      | 147         | బార్ ఫాన్ వెల్ బాక్      | 1882  |
| 62.         | సమరియమ్                    | Sm      | 150.35      | బోహుస్లావ్ శ్రౌనర్       | 1885  |
| 63.         | యూరోపియమ్                  | Eu      | 152.0       | బార్ ఫాన్ వెల్ బాక్      | 1924  |
| 64.         | గెడోలినియమ్                | Gd      | 157.26      | హాన్ కిన్ హారిస్         |       |
| 65.         | టెర్బియమ్                  | Tb      | 158.93      | బ్యా బాడ్రన్             | 1879  |
| 66.         | డిస్ప్రోసియమ్              | Dy      | 162.51      | డిమార్ సే, బ్యా బాడ్రన్  | 1886  |
| 67.         | హోల్మియమ్                  | Ho      | 164.94      | జె. సి. జి. మారిగ్నెక్   | 1880  |
| 68.         | ఎర్బియమ్                   | Er      | 167.27      | బ్యా బాడ్రన్             | 1886  |
| 69.         | థూలియమ్                    | Tm      | 168.94      | మోసాండర్                 | 1843  |
| 70.         | యిట్రెర్బియమ్              | Yb      | 173.04      | బ్యా బాడ్రన్             | 1886  |
| 71.         | లూటీషియమ్                  | Lu      | 174.99      | క్లివ్                   | 1879  |
| 72.         | హాఫ్నియమ్                  | Hf      | 178.50      | కార్ల్ మోసాండర్          | 1843  |
| 73.         | టాంటాలమ్                   | Ta      | 180.95      | పీరీ, థియోడోర్, క్లివ్   | 1889  |
| 74.         | టంగ్స్టన్<br>(పుల్ఫరామ్)   | W       | 183.86      | మారిన్                   | 1878  |
| 75.         | రెనియమ్                    | Re      | 186.22      | జార్జి డర్బా             | 1907  |
| 76.         | ఆస్మియమ్                   | Os      | 190.2       | కాస్టర్; హెవిసై          | 1802  |
|             |                            |         |             | ఆండ్రీ, గస్టవ్, ఎకిబర్న్ | 1753  |
|             |                            |         |             | ఫాస్టోడిఎల్ హుయార్       | 1781  |
|             |                            |         |             | (జోహన్ జోన్)             |       |
|             |                            |         |             | కారల్ మేలే               |       |
|             |                            |         |             | నాడక్, టాకె, బెర్న్      | 1925  |
|             |                            |         |             | స్మిత్ సన్, టెనాంట్      | 1804  |



| పరమాణ్వంకము | మూలద్రవ్యము              | సంకేతము | పరమాణుభారము | ఆవిష్కర్త                                      | కాలము       |
|-------------|--------------------------|---------|-------------|--|-------------|
| 77.         | ఇరిడియమ్                 | Ir      | 192.20      | స్మిత్సన్, బెనాంట్                             | 1804        |
| 78.         | ప్లాటినమ్                | Pt      | 195.09      | ఛాల్లెన్సర్                                    | 1740        |
|             |                          |         |             | జాలియన్ స్కెలిగర్                              | 1857        |
| 79.         | బంగారము                  | Au      | 197.0       | ప్రాచీనము                                      |             |
| 80.         | పాదరసము                  | Hg      | 200.61      | ప్రాచీనము                                      |             |
| 81.         | తాలియమ్                  | Tl      | 204.39      | విలియమ్ క్రుక్స్                               | 1895        |
|             |                          |         |             | (క్లౌడ్ ఆగష్ట్ లేమి)                           | 1861        |
| 82.         | సీసము                    | Pb      | 207.21      | ప్రాచీనము                                      |             |
| 83.         | బిస్మత్తు                | Bi      | 208.99      | లెమెరీ, జియాఫ్రాయ్                             | (1787) 1759 |
| 84.         | పొలోనియమ్                | Po      | 210.00      | క్యూరీసతి                                      | 1898        |
| 85.         | పొలాటన్ (అలబామిన్)       | At      | 210.0       | అన్నా సోమర్ కన్య                               | 1981        |
|             |                          |         |             | (కార్సన్, మెకంజీ, సెగ్రే)                      | 1940        |
| 86.         | రేడాన్ (ఎమనేషన్)         | Rn (Em) | 222.0       | ఫ్రీడ్రిష్ ఎర్నెస్ట్ డోర్నర్                   | 1900        |
| 87.         | ప్రాన్సియమ్ (వర్జీనియమ్) | Fr      | 223.0       | ఆలిసన్ ; మర్ఫీ                                 | 1930        |
|             |                          |         |             | పియరీ  | 1939        |
| 88.         | రేడియమ్                  | Ra      | 226.05      | క్యూరీదంపతులు                                  | 1898        |
| 89.         | ఆక్టినియమ్               | Ac      | 227         | ఆండ్రె డెబీర్ని                                | 1899        |
| 90.         | థోరియమ్                  | Th      | 232.05      | బెర్జీలియస్                                    | 1828 - 1815 |
| 91.         | ప్రోటాక్టినియమ్          | Pa      | 231         | ఆటోహాన్, లిమెట్నర్                             | 1918 - 7    |
| 92.         | యూరేనియమ్                | U       | 238.07      | మార్టిన్ క్లాప్ థాట్                           | (1841)      |
|             |                          |         |             | మాక్స్ మిలన్, లెబర్ సన్                        | 1789        |
| 93.         | నెప్ట్యూనియమ్            | Np      | 237         | సీబార్గ్, కెనెడి, వాల్స్                       | 1940        |
| 94.         | ప్లూటోనియమ్              | Pu      | 242         | మాక్స్ మిలన్                                   | 1940        |
| 95.         | అమెరిసియమ్               | Am      | 243         | జి. టి. సి. బార్గ్ శేమ్స్ మోర్గన్              | 1945        |
| 96.         | క్యూరియమ్                | Cm      | 247         | సీబార్గ్, శేమ్స్, ఘియోర్ సో                    | 1945        |
| 97.         | బెర్కెలియమ్              | Bk      | 249         | తాంప్సన్ సీబార్గ్ & సీబార్గ్ శేమ్స్, ఘియోర్ సో |             |
| 98.         | కాలిఫోర్నియమ్            | Cf      | 251         | తాంప్సన్ సీబార్గ్ & సీబార్గ్ శేమ్స్, ఘియోర్ సో |             |
| 99.         | బెర్గీస్టియనియమ్         | Es      | 254         | అనేక పరిశోధక వర్గములు                          |             |
| 100.        | ఫెర్మియమ్                | Fm      | 253         |  |             |
| 101.        | మెండెలివియమ్             | Md      | 256         | ఘియోర్ సో                                      |             |
| 102.        | నోబెలియమ్                | No      | 253         |  |             |

మూలద్రవ్యముల సామాన్యవర్గీకరణము

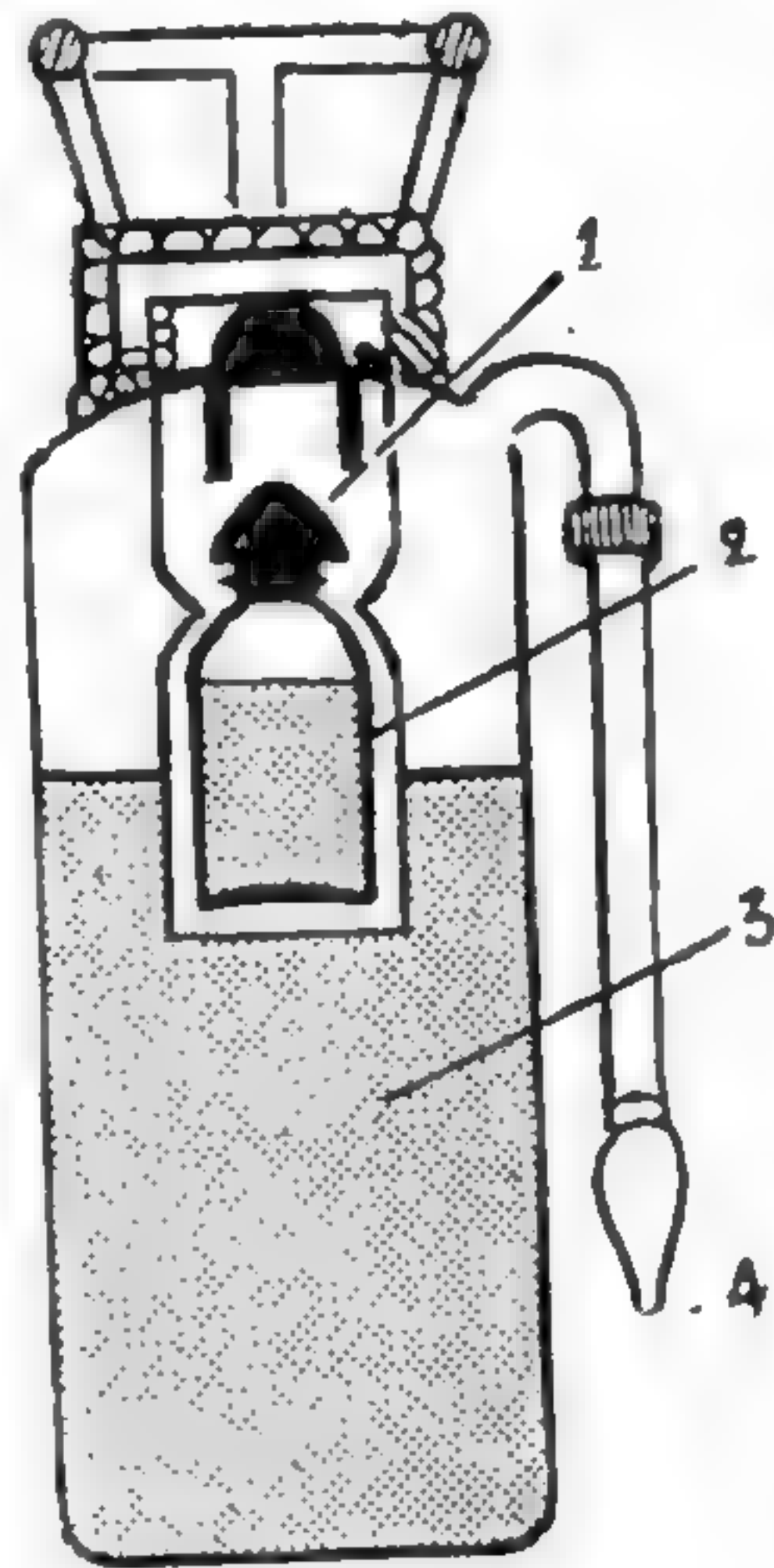
మూలద్రవ్యములు





అగిసేనూసే : చూ. క్రొవ్వులు, నూనెలు.

అగ్ని నిర్వాపకములు : ఇవి సాధారణముగ శంకు ఆకృతిలో నిర్మితమగు దృఢమైన గోడలు గల ధాతు పాత్రలు. ఇందు సోడియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణముతో పాటు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో నింపబడిన గాజుసీసా ఉండును. ఈ పరికరపు పై భాగమున అమర్చబడిన కదురువంటి కాడ క్రిందకు బలముగా నొక్కినచో సీసా పగిలి అందుండు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సోడియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణముతో కలిసినప్పుడు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు విడుదలయగును. ఈ వాయువు ద్రావణములో కలిసి బుస్సుమని విసురుగా ప్రక్కనున్న చిన్న నాళము ద్వారా బయటకువచ్చి మండు చున్న వస్తువుపై ప్రసరించి మంటను ఆర్పివేయును.



ఫైర్ ఎక్స్టింగ్విషర్

1. బిరడా; 2. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గల సీసా, 3. సోడియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణము, 4. నిర్గమనాళము (నాజిల్)

కొన్ని పరికరముల నుండి పైరీన్ అను పేరు గల కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్ నురుగు బయటికి నెట్టబడి, మంటను ఆర్పివేయును. మరికొన్నిటిలో చూర్ణములు (ఇసుక మొదలగునవి) మంటను ఆర్పివేయు సాధనములుగ ఉపయోగింతురు. ఇవి ముఖ్యముగ విద్యుత్ ప్రమాదము వలన కలుగు అగ్ని భయమునకు ఉచితమగు ప్రతీకార విధానము.

మే. వ. న.

అణుకిరణములు : అల్పిష్ట కణములగురించి మనకు తెలియున దంతయు, వాటికి శీఘ్రచలనము నిచ్చి, వాటి నొక కిరణ శలాకవలె రూపొందించి, అవి ఇంకొక ద్రవ్యమును తాకునట్లొనర్చుటచే సంఘటిల్లు దృశ్యముల ప్రత్యక్షమేషించుట వలన బయలు పడినదియే.

ఇట్టి అణుకిరణ శలాకలను ఉత్పత్తి జేయు ప్రయోగ సాధనములు ఓప్రకారులగు ఉచ్చశూన్యోత్పాదక యంత్రములు (ఈ యంత్రముల పని వాయువులకు సంబంధించిన చలదణు, సిద్ధాంత సహాయమున ఆవిష్కరింపబడిన వాయు ప్రసరణ దృశ్యములపై ఆధారపడి ఉన్నది) అత్యుచ్చ శూన్యములో ఆధారపాత్రయందు గోడనుండి గోడకు అణువులు పరస్పరాభిమాతములకు గురి కాకుండ పరుగు

తెత్తును. ఏదేని ఒక అత్యల్పము కాని ప్రేషముతోనున్న వాయువున్న పాత్రను ఒక నాళము ద్వారా అత్యుచ్చ శూన్యముతో కలిపిన ఎడల వాయువు యొక్క అణువులు నాళముగుండ సరభసముగ దూసికొనిపోయి ఒక సునిరూపిత శలాకవలె పైకి ఉద్గమించును. అట్టి అణువులు ఆ ఉచ్చశూన్యమును చెరచకుండ నుంచుటకు మనము చేయవలసినది, వాటి కెదురుగానున్న గోడకు అవి అంటుకొనునట్లు చేయవలెను. ఈ ప్రక్రియ మనకు ఆ అణువులు కిరణరూపమున ప్రసరించుచున్నవని కూడ ప్రదర్శించును. అణువుల వాయుస్థితినుండి తొలగించుటకు అతి నిమ్న తాపక్రమము పరమసాధనము. అణువులను పట్టుటకు కూట యంత్రమువలె ఆచరించు ఎదురుగానున్న పాత్ర గోడను అతి నిమ్న తాపక్రమములో ఉంచిన దానిపైని కిరణరూపమున తాకిన అణువులు ఒక నియమితస్థానమున సంహతములై సంగ్రహించబడును.

ఈ ప్రయోగము మనమాకాంక్షించిన ఫలమియ గలుగును అను విషయము, వాయువుల చలదణుసిద్ధాంతమునకు చక్కని నిరూపకము. వాయువుల ఈ వ్యాకోచన శీలత అవి అనిరతముగ ద్రవ్య జడత్య నియమముననుసరించి ఋజువధముల నిటునటు పరుగులెత్తు స్వభావము కలవని మనకు ప్రత్యక్షముగ ప్రదర్శించుచున్నది.

ఇట్టి అణుకిరణములను ఉపయోగించియే గెర్లాక్, పైర్స్, ఎల్ డ్రిడ్జ్ అను భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు మాక్స్ వెల్ ఊహించిన అణువేగ విభజన సూత్రమును సోపయోగముగ సమర్థించగలిగిరి (చూ. అణుభావము). ఈ అణుకిరణ శలాకల ఉత్పాదన వలన మాక్స్ వెల్ విభజన సూత్ర ఫలము నిరూపింపబడుటయేగాక, డీబ్రాయ్ సోపజ్ఞమైన తరంగ యాంత్రిక సిద్ధాంతమునుండి నిష్పృష్టమైన నిగమనము, అనగా అణువులతో సహచరించుచు, వాటి గతిని నియంత్రించు తరంగము లుండుననియు, అట్టి తరంగములు స్ఫటికతలమునుండి ప్రతిఫలింప చేయబడినప్పుడు తెల్లని కాంతి ప్రదర్శించు వర్ణమాలవంటి అణుతరంగ వర్ణమాలను ప్రదర్శించు ననియు ఊహ సప్రయోగముగ సమర్థించబడినది! (చూ. తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము). ఇంతే కాదు. యోగ్యయాంత్రిక పరికర సహాయమున అణుకిరణ శలాకనుండి సమానవేగములుగల అణుసమూహముగు నొక సన్నని కిరణశలాకను వేరు పరచవచ్చును. ఈ అణువులను ఒక స్ఫటికతలముపై పడనిచ్చినచో, అవి ఆ తలమునుండి ప్రతిఫలితములై ఒక సంగ్రాహకమునందు సంగ్రహించబడునట్లు చేయవచ్చును. ఈ ప్రయోగఫలము డీబ్రాయ్ ఊహల యథార్థతను నిరూపించుచున్నది. కిరణ



శలాక రూపమును స్వీకరించు సాధారణ పరమాణువులు లేదా అణువులుకూడ అవకాశమందు వాటి విభజనమును గురించి తరంగసిద్ధాంత ప్రదర్శితరీతిని ప్రవర్తించునని నిరూపితమైనది. మే. వ. న.

**అణుచలన సిద్ధాంతము :** వాయువుల రాసాయనిక సంయోగమును డాల్టన్ పరమాణుసిద్ధాంత దృష్టిలో వివరించుటకు చేసిన ప్రయత్నములలో ఆవాగాడ్రో అను ఇటలీ విజ్ఞానిచే 'అణుభావము' రాసాయనికశాస్త్రమందు ప్రవేశపెట్టబడినది (చూ. అణుభావము). పరమాణువులు సామాన్యముగా ద్రవ్యాంతిమ ఘటకము లయ్యును, కొన్ని విశేష పరిస్థితులలో తప్ప సామాన్యముగా అవి విడిగా ఉండనేరవు. పరమాణువులకు కూటములుగా ఏర్పడు స్వభావము కలదు. అట్టి స్వభావమే ప్రపంచసృష్టికి నిమిత్తము. అట్టి కూటములకు అణువులని ఆవాగాడ్రో నిరూపించెను. వాయువుల రచనను తక్కిన ఘన, ద్రవ్య స్థితులకంటె వాయుస్థితికున్న ధర్మములను వివరించుట ప్రయోజనముగా గల సమగ్ర శాస్త్రీయ సిద్ధాంతమును ఒక దానిని కల్పించుటకు రాసాయనికక్షేత్రమందు వెలుగు చూచిన ఈ అణుభావము తరువాతి కాలములో మహత్తర సాధనమైనది.

ఆవాగాడ్రోచే స్థాపితమైన అణుసిద్ధాంతము యొక్క విశదీకరణ సామర్థ్యము, ఉపయుక్తత మూలయౌగికముల రాసాయనిక సంయోగ భారనిష్పత్తి సాధనకేకాక, వాయు ప్రవర్తనకు అన్వయించు సామాన్య నియమముల ఆవిష్కరణకు కూడ తోడ్పడినవి. ఆవాగాడ్రో కల్పన సహాయమున, చలదణుసిద్ధాంత మను పేర వాయువుల కన్వయించు విశదవ్యాపక సిద్ధాంత మొకటి సాధ్యమైనది.

వాయుస్థితిని, ధర్మములను శాస్త్రీయముగా వివరించుటకు 1857 లో క్లాసియస్ అను జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని 'అణుచలన సిద్ధాంతము' అనుపేర నొక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. ఆ సిద్ధాంతమును 1860 లో జేమ్స్ క్లార్క్ మాక్స్ వెల్ అను బ్రిటిష్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు విపులీకరించెను. దీనికి బోల్ట్స్మాన్ అను జర్మను విజ్ఞాని సంభావ్యతాకలన గణితము (ప్రోబబిలిటీ కాలిక్యులస్)తో పోతుకూర్చి సిద్ధాంతమునకు శాస్త్రనైశిత్యమును ఆపాదించెను.

ప్రకృతి సంఘటనలు అతిక్లిష్టములు, సమగ్రములును అట్టి సమగ్రస్థితిలో ఆ సంఘటనలు బోధకు లొంగవు; అందు వలన శాస్త్రాభ్యాసకుడు అట్టి సంఘటనల ననుశీలించుతరి, ఉన్న క్లిష్టతను ఒడ్డిగిలించియు, కొన్ని ఉచితములగు ప్రాయోగిక పరిస్థితులను కల్పించి, సరళపరిస్థితులను

జూహించియు వాటి సహాయమున తన సిద్ధాంతమును సుగ్రాహమగునట్లు స్థాపింప యత్నించును. ఉదాహరణము నకు : అవకాశమందు స్వేచ్ఛగా క్రిందికి పడుచున్న వస్తువుల కన్వయించు నియమముల నావిష్కరించు సందర్భమున గెలీలియోను ఎదుర్కొనినవి రెండు క్లిష్ట పరిస్థితులు : మొదటిది వస్తువులు పైనుంచి క్రిందికి తిన్నగా పడుచున్న పుడు కాలమునుబట్టి భూమికి సాపేక్షముగా ఆ వస్తువు యొక్క స్థానములను ప్రత్యవేక్షించుటకు, భూతలస్థుడైన ప్రత్యవేక్షకునికి సౌకర్యము లేకపోవుట; రెండవది, వస్తువుల పతనమునకు గాలివలనైన నిరోధము. మొదటి క్లిష్టతను తొలగించుటకు గెలీలియో పన్నిన పన్నుగడ పటవాలు బల్లపై వస్తువుల జారనిచ్చి ఆ వస్తువుల చలనము యొక్క ఋజురేఖా ఘటకము ఋజు పతన నియమముల ననుసరించు నను కల్పిత ఊహ. రెండవ క్లిష్టతను వస్తువుల ఋజుపతనమును ఎదిర్కొను గాలియొక్క నిరోధము లెక్కలోనికి తీసికొనుట కావశ్యకమైనంత మహత్త్వము కలిగినది కాదని దాని త్రోసిపుచ్చుట. ఇట్లు సరళ ప్రాయోగిక పరిస్థితులను ఉపకల్పించుటవలనగాని, అల్ప ప్రభావము కలిగియున్న క్లిష్ట పరిస్థితులు లేవనుకొనుట వలనగాని క్లిష్ట ప్రకృతి సంఘటన సరళీకరించుటకు శాస్త్రీయ పరిభాషలో పృథక్కరణము (ఎబ్ స్ట్రేక్షన్) అని పేరు. ప్రకృతి సంఘటన క్లిష్టతల యౌగపద్యమును, సమగ్రతను నాకళించుకొనలేని మానవబుద్ధికి ఈ పృథక్కరణము శాస్త్ర సోధారోహణమునకు సులభ సోపానము. పృథక్కరణ వ్యాపారమును చేవిడిచినచో శాస్త్ర నిర్మాణమే అసంభవమగును (చూ. పృథక్కరణము. దర్శనములు - మతములు సంపుటము, పు. 534). వాయువుల ప్రవర్తనను శాస్త్రీయముగా వివరించుటకు పై జెప్పిన పృథక్కరణ వ్యాపారమును ఉపయోగించి, సరళీకరణ ప్రయోజనమునుద్దేశించి, వాటికి కొన్ని అప్రత్యక్ష ధర్మముల ఆరోపించి క్లాసియస్ ఈ క్రింది కల్పనలను అంగీకరించెను :

1. వాయువులు అణువులను పేరుగల పరిచ్చిన్న ద్రవ్యకణముల సమూహములు ;
2. ఈ అణువులు అతితీవ్రవేగముతో న్యూటన్ గతి నియమము ననుసరించి చలించుచుండును ;
3. ఈ చలించుచున్న అణువులు ఆధారపాత్రయొక్క గోడలను కొంతజలముతో తాకునపుడు సంభవించు వాటిగతి భారమునందు కలిగిన మార్పుల సముదాయ ఫలమే ఆ వాయువుల ఒత్తిడిగా మన అనుభవమునకు గోచరించును ;
4. అణువుల మధ్యనున్న కూన్యస్థల పరిమాణముతో పోల్చి చూచినచో అణువులు స్వయముగా ఆక్రమించు స్థలము



## అణుభార నిర్ణయము

చాల అల్పము. ఏలన ఈ వాయువే ద్రవీకృత స్థితిలో ఆక్రమించుచోటు చాల తక్కువ. ఈ ఊహ ప్రత్యేకాణువు యొక్క పరిమాణము ఊహ కందనంత అల్పమును కల్పనకు చారి తీయును ;

5. అణుచిపెట్టిన వాయువులు ఎగదన్నునను అనుభవమునుండి (నైకిల్ ట్యూబ్ లోనికి పంపుతో గాలి ఎక్కించునపుడు మనకు కలుగు నిరోధానుభవము) అణువులు సంపూర్ణ స్థితి స్థాపక గుణము కలవియను కల్పన ఉపపన్నమగును. ఇదిగాక స్థిరతాపక్రమములో ఉంచిన వాయువుయొక్క ప్రేషము ఎన్నటికిని మారకుండుటనుబట్టి, వాయుకణములు నిరంతరము ఒకదానిలో ఇంకొకటి డీకొనుచున్నను, వాటి చలన శక్తిలో ఇసుమంతయైన మార్పుగోచరించ దను ఊహ కూడ వాయు కణముల సంపూర్ణ స్థితిస్థాపక గుణమును సమర్థించును ;

6. వాటి చలనశక్తి కారణమున ప్రతివాయు కణమునకును కొంత శక్తి ఉండును. ఈ వాయువులో నిమిడి ఉన్న ఈ శక్తి మన త్వగింద్రియమునకు వేడిమిగా గోచరించును. వాయుకణము లందుండు ఈ శక్తి మన త్వగింద్రియమునకు గోచరమగు వేడిమిగా ఎట్లు రూపొందినదో యనునది నేటికిని అవిజ్ఞాత విషయము ;

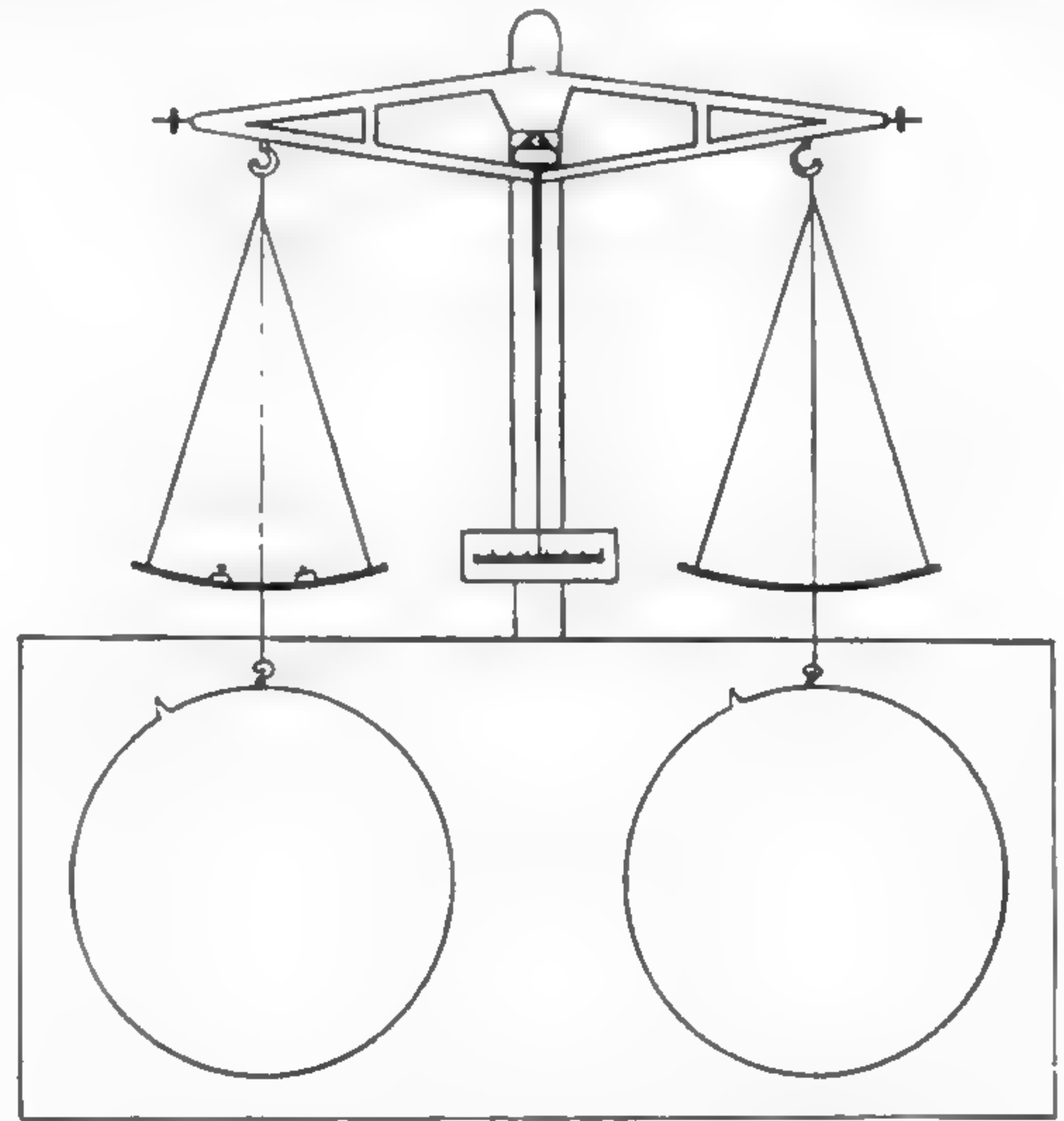
7. అణువుల చలనశక్తి వాయువుయొక్క తాపక్రమములో అనులోమరీతిని మారుచుండును. మే. వ. న.

**అణుభార నిర్ణయము :** అణుభారము అనగా ఒక్క అణువుయొక్క భారము అని అర్థముకాదు. ఏలన ద్రవ్యాణువు స్వల్పాతిస్వల్ప మగుటచే దానిని ప్రత్యేకించి తూచుట సాధ్యముకాదు. అందువలన అణుభారమన్న మాట ఒక సాంకేతిక అర్థమును తెలియజేయును. ఏదేని మూల ద్రవ్యముయొక్కగాని, యౌగికముయొక్కగాని అణుభారమును తెలియజేయు సంఖ్య ఆ అణువు హైడ్రోజన్ పరమాణువుకన్న ఎన్ని రెట్లు బరువుగా ఉండునో తెలియజేయును. నైట్రోజన్ అణుభారము 28 అనగా హైడ్రోజన్ పరమాణువుకన్న నైట్రోజన్ అణువు 28 రెట్లు బరువు. ఇచ్చట గుర్తించవలసిన ముఖ్యవిషయ మొకటి కలదు. అణుభారమును లెక్కించుటకుగాని, పరమాణుభారమును లెక్కించుటకుగాని హైడ్రోజన్ పరమాణుభారమునే యూనిట్ గా తీసికొనుట సంప్రదాయము. అనగా హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు సాంకేతికముగా 'ఒకటి' యను భారమును ఆరోపించి, ఈ మానముతో తక్కిన మూలద్రవ్యముల పరమాణుభారమును, యౌగికముల మూలద్రవ్యముల అణుభారములను లెక్కించుట పరిపాటి. అణుభారభావ ప్రకరణములో హైడ్రోజన్ అణుభార సాపేక్షముగ ఏదేని ద్రవ్యాణువుయొక్క భారము నెట్లు నిర్ణయించుటకు వీలగునో సూచించబడినది. అచ్చట సాధించ బడిన క్రింది సమీకరణములలో

అణుభారము = ప్రమాణసాంద్రత  $\times 22.4 \dots (1)$  లేదా అణుభారము = తారతమ్యసాంద్రత  $\times 2 \dots (2)$  ఈ రెండు సమీకరణములలో

దేనినైనను అణుభారనిర్ణయమునకు ఉపయోగించవచ్చును. ఇచ్చట అట్టి ప్రమాణసాంద్రత, లేదా తారతమ్యసాంద్రతయొక్క నిర్ణయమునకు వలయు ప్రయోగ విధానములు వర్ణించబడినవి.

అవి శాష్పముల కన్వయించునవి ; వాయువుల కన్వయించునవి అని రెండు తెరగులుగా నున్నవి. వాయువు సాంద్రతను రన్యోపద్ధతిని ఉపయోగించి కనుగొనవచ్చును. రన్యోపద్ధతి సాధారణ సున్నితపుత్రాసు యొక్క తులదండపుకొన కొక్కెములనుండి వ్రేలదీసిన సన్ననితీగలు



రన్యోపద్ధతిని వాయువుయొక్క అణుభారమును నిర్ణయించుటకుపయోగించు తులాయంత్రము.

తూనికపల్లెములద్వారా క్రిందనున్న పెట్టెలోనికి చొచ్చియుండును. పెట్టెలోనున్న రెండు తీగలకొసలను పల్చటి గోడలుగల పెద్దగాజుబుడ్లు 1 వ పటములో చూపినట్లు కట్టియుండును. ఆ రెండు గోళముల ఆయతనములును సాధ్యమైనంత సమానముగా ఉండవలెను. కుడివైపున నున్న గోళమందెప్పుడును గాలియే ఉండును. ఎడమవైపు గోళమునుండి గాలిని పూర్తిగా తీసివేసి, ఈ గోళము కుడి గోళముతో తులతూగునట్లు, దీని పల్లెములో బరువులను ఉంచవలెను. తరువాత ఈ వాయురిక్త గోళమును విదిత ప్రేష, తాపక్రమ పరిస్థితులలో పరిత్యజ్యవాయువుతో నింపి మరల ఈసారి దాని పల్లెములో బరువునుంచి రెండవ గోళముతో తుల తూగునట్లు చేయవలెను. ఈసారి ఎడమ పల్లెములో ఉంచిన బరువు ఎడమగోళమును నింపిన వాయువుయొక్క భారమై ఉండును.



నీటితోనింపి తూచుటవలనగాని, ఆనీటి ఆయతనమును కొలిగిన్నెలతో కొలిచికాని ఎడమగోళపు ఆయతనమును నిర్ణయించవచ్చును.

ఉదా: నైట్రోజన్ సాంద్రతను నిర్ణయించుటకై ఉద్దేశింపబడిన ఒక ప్రయోగములో గోళపు ఆయతనము = 1628 ఘ. సెం. మీ. 15°C వద్ద 756 మి. మీ. ప్రేషములో చెమ్మలేని నైట్రోజన్ తో నింపిన గోళపుభారమందు కనబడిన పెచ్చు = 1.9203 గ్రాములు. 15° C వద్ద 756 మి. మీ. ప్రేషమువద్ద నైట్రోజన్ ఆయతనము 1628 ఘ. సెం. మీ. కనుక ప్రమాణ పరిస్థితులలో

$$\text{నైట్రోజన్ ఆయతనము} = 1628 \times \frac{273}{258} \times \frac{756}{760} = 1534 \text{ ఘ. సెం. మీ.}$$

$$\text{నైట్రోజన్ సాంద్రత} = \frac{\text{భారము}}{\text{ఆయతనము (బిటర్లతో)}} = \frac{1.9203}{1.534} = 1.252 \text{ గ్రా. బిటరు}$$

$$\text{నైట్రోజన్ అణుభారము} = 1.252 \times 22.4 = 28.04$$

ఈ ప్రయోగఫలమును ఇంతకన్న యథార్థముగా పొందవలెననిన, రెండు దిద్దుబాట్లు కావలెను:

(1) వాయురిక్త గోళముకన్న వాయుపూరితగోళము అత్యల్పముగా పెద్దదియగుటచే పెట్టెలోనున్న గాలియొక్క ఉత్పలన ప్రభావము వాయుపూరితగోళమును వాయురిక్తగోళమునుకన్న కొంచెముపెచ్చుగా తేలగొట్టును. ఈ తేలగొట్టుట వలన కలిగిన భారముయొక్క తగ్గుదల ఆర్కిమీడిజ్ ఉత్పలన నియమప్రకారము ఆయాగోళముల ఆయతనభేదమునకు సరియైన గాలియొక్క భారమునకు సమానముగా నుండును. వాయురిక్తదళనుండి వాయుపూరితదళకు వచ్చినప్పటి గోళముయొక్క ఆయతన అతిశయమును ప్రాయోగికముగా నిర్ణయించవచ్చును. ఈ ఆయతనమందు కలిగిన పెచ్చుకు సమానమగు ఆయతనముగల గాలిభారమును గాలి సాంద్రతనుండి సులభముగా లెక్కించవచ్చును. ఈ భారమును వాయుపూరితగోళ భారమునకు కలిపినచో ఆ గోళపు నిజభారము తెలియును.

రెండవ దిద్దుబాటు: ఒక వస్తువుయొక్క భారము దానిని తూచు ప్రదేశముయొక్క ఎత్తును, దాని అక్షాంశమును పట్టి యుండును. అందువలన నిశితముగా భారమును నిర్ణయించవలె ననిన తూనిక భారమును సముద్రమట్టమునకు, ప్రమాణ అక్షాంశ\*కు ప్రథితమైన సూత్రములను అనుసరించి దిద్దవలెను. పైని వివరించిన రన్యోపద్ధతిలో మూడు లోపములు ఉన్నవి.

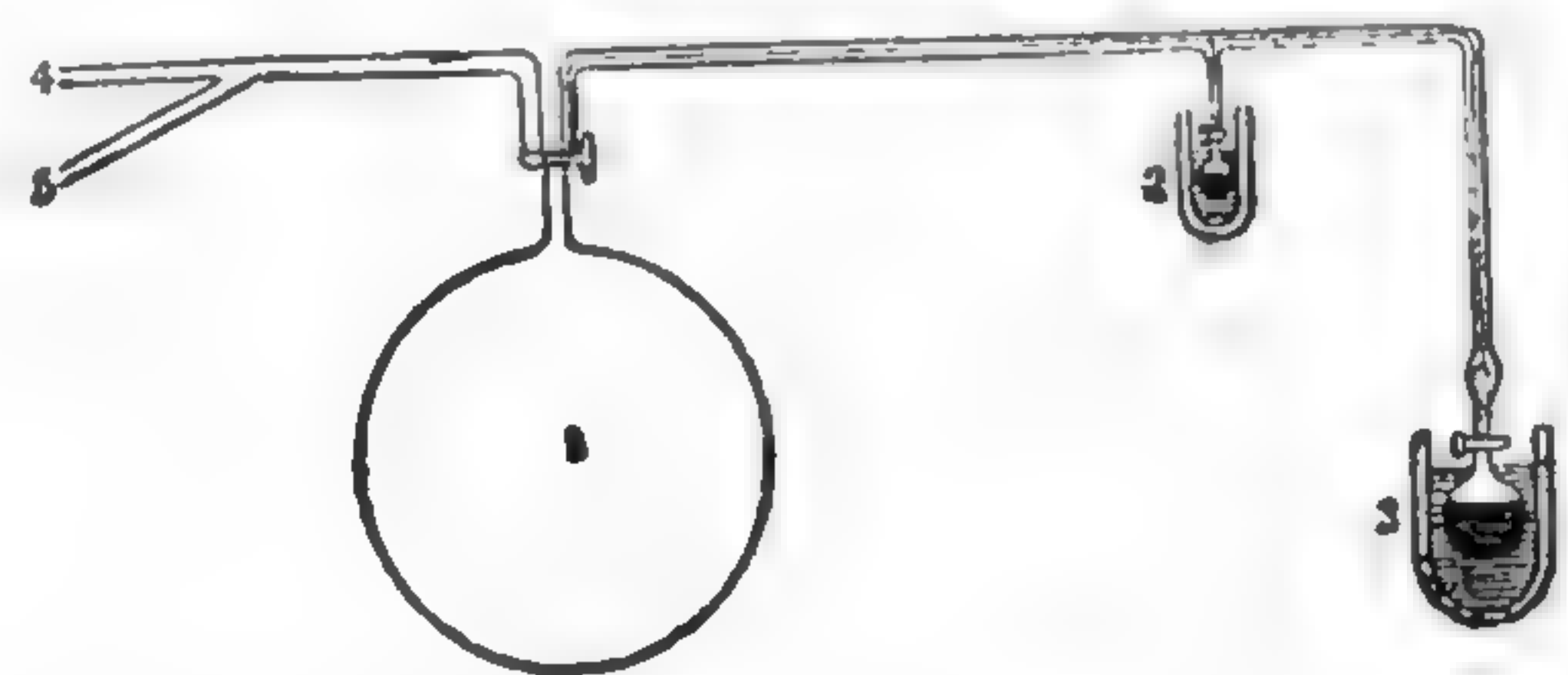
\* గ్రీన్విచ్ అక్షాంశ 45° ప్రమాణ అక్షాంశగా శాస్త్రవిదులచే నంగీకరించబడినది.

1. అసలు వాయువుయొక్క భారము పాత్రభారముకన్న చాల తక్కువ. ఈ పరిస్థితివలన పాత్రను తూచుటలో కలిగిన చిన్నతప్పు, వాయుభారమందు పెద్దతప్పుగా పరిణమించును;
2. పల్చని గాజుబుడ్డి ప్రేషవ్యత్యాసములకు ఆయతనవ్యత్యాసములను చూపును. అనగా చిన్నదిగాని, పెద్దదిగాని యగుచుండును;
3. దానితలవైశాల్యము పెద్దదగుటవలన దాని వైభాగము చెమ్మగిలుట సులభము:

ఈమూడులోపములకు లొంగని పద్ధతి నొకదానిని 'గ్రే', 'బర్ట్' అను ఇద్దరు ఇంగ్లీషు రాసాయనికులు క్లోరీన్ వాయువుసాంద్రతను యథార్థముగా నిర్ణయించు సందర్భమున కనిపెట్టెరి.

వీరి విధానమున కొబ్బరిపెంకులబొగ్గు ప్రధానాంగము. ద్రవీకృత సాధారణవాయుతాపక్రమములో కొబ్బరిడిప్స బొగ్గు ఏదేనిపాత్రలోనున్న వాయువును నిశ్శేషముగా పీల్చివేయగలదు.

బీరడాకల ఒక పెద్దగాజుగోళము (1) పటములో చూపినట్లు కొబ్బరిపెంకుబొగ్గుగల చిన్నగాజుగోళము(2,3)లతో



గ్రే, బర్ట్, వాడుకచేసిన వాయుసాంద్రతానిర్ణయపరికరము, 1. వాయుగోళము, 2. చిన్నబొగ్గుబుడ్డి, 3. పెద్దబొగ్గుబుడ్డి, 4. క్లోరీన్ పాత్రకు, 5. వాయురేచకయంత్రమునకు.

ఒకవైపు కలపబడియున్నది. ఈ చిన్నవి రెండును ద్రవముగా మార్పబడిన గాలిలో ముంచియున్నవి. పెద్దగాజుగోళము రెండవవైపు రెండు గాజుగొట్టములు అతికియున్నవి. ఈ గొట్టములలో నొకటి ప్రేషమాపకము ద్వారా వాయురేచకయంత్రమునకును, రెండవది క్లోరీన్ వాయువును సరఫరాచేయు పరికరమునకును కలిపియుండును. రెండుచిన్న బొగ్గుబుడ్లలో చివరిది పరికరమునుండి విడదీసి తూచుటకు వీలుగానున్నది. మొదటిది విడదీయుటకు వీలులేకుండ కలిపియున్నది. పాదరసరేచకయంత్రముతో పరికరమునంతను వాయురిక్తము కావించిన తరువాత బొగ్గుబుడ్ల బీరడాలను మూసియుంచవలెను. పెద్దగోళమును 0°C తాపక్రమమున 760 మి. మీ. ప్రేషములో క్లోరీన్ తో నింపి, సంధాననాళములందున్న



## అణుభార నిర్ణయము

వాయువును చిన్న బొగ్గుబుడ్డితో పీల్చివేసినతరువాత, దీని బిరడానుమూసి చివర బొగ్గుబుడ్డి బిరడాను తెరచి దానిని పెద్దగోళముతో కలుప వలయును. క్లోరీన్ పూర్ణముగా పీల్చబడిన తరువాత ఈ చివర బుడ్డిని విడదీసి తూచవలెను. క్లోరీన్ ను పీల్చకముందు ఈ బుడ్డిభారము తెలిసియుండ వలెను. ఈ బుడ్డియొక్క భారవ్యత్యాసము పీల్చబడిన క్లోరీన్ వాయుభారమునకు సమానము. పెద్దగాజు గోళము యొక్క ఆయతనమును కొలిచినయెడల క్లోరీన్ ఆయతనముకూడ నిర్ణీతమగును. ఒక ప్రయోగమందు క్రింది ఫలితములు లభించినవి.

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| 3 వ బొగ్గుబుడ్డి రెండవభూకము | = 14.879 గ్రా. |
| మొదటి ..                    | = 12.482 ..    |
| క్లోరీన్ వాయుభారము          | = 1.947 ..     |
| గాజుగోళముయొక్క ఆయతనము       | = 1280 ఘ. సెం. |

$$\left. \begin{array}{l} 0^{\circ}\text{C. వద్ద } 760 \text{ మి. మీ.ల ప్రేష} \\ \text{ములో క్లోరీన్ ఆయతనము} \end{array} \right\} = 1280 \text{ ..}$$

$$\text{క్లోరీన్ సాంద్రత} = \frac{\text{భారము}}{\text{ఆయతనము}} = \frac{1.947}{1280}$$

$$\begin{aligned} \text{క్లోరీన్ అణుభారము} &= \text{సాంద్రత} \times 22.4 \text{ లీటర్లు} \\ &= \frac{1.947}{1280} \times 22.4 = 35.45 \text{ గ్రాము.} \end{aligned}$$

**ద్రవబాష్పములు :** ద్రవబాష్పసాంద్రతలను నిర్ణయించుటకు విధానములు వాయువుల విధానములంత యథార్థఫలితములను ఈయవు. దీనికి కారణము వాయువులతో సరిపోల్చిచూడ బాష్పములు వాయునియమములను నిశితముగా పాటించక పోవుటయే. కనుక బాష్పముల పక్షములో లభ్యమగుఫలితములు యథార్థమైనవిలువలకు 10% తప్పియుండును. అయినను ఈ స్థూలమూల్యములు, ముందు చూపబడునట్లు, యోగికముల అణుసాంకేతికముల నిశ్చయించుటకు చాలును.

అణుభారనిర్ణయమునకు డ్యూమా విధానము, హాఫ్ మన్ విధానము, విక్టర్ మైయర్ విధానము అని మూడు విధానములున్నవి.

వీటిలో డ్యూమా పద్ధతి తక్కిన రెండింటికన్న హెచ్చు యథార్థమూల్యముల నీయగలదు. హాఫ్ మన్ పద్ధతిలో తక్కినచాటిలో లేని యొకవిశేష మున్నది. ఇది ఏమన ద్రవము టారిసెల్లి శూన్యములో బాష్పీకృతమగుటచే ద్రవముయొక్క క్వథనాంకమునకు చాల దిగువ తాపక్రమములోనే సాంద్రతను నిర్ణయించుటకు వీలగును. మూడవదియగు విక్టర్ మైయర్ పద్ధతి మిక్కిలివాడుకలో ఉన్నది. ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించుటలో పరికరమును ప్రతిసారియు ప్రయోగమునకు సిద్ధముచేయుటలో విశేషశ్రమ

లేకుండగనే అనేకప్రయోగములను వరుసపెట్టి చేయవచ్చును. అదిగాక ద్రవమును బాష్పీకరించు తాపక్రమము తెలియనక్కరలేదు.

**డ్యూమా పద్ధతి :** దీనియందుకూడ రన్యోపద్ధతియందు వలెనే పెద్ద (200-500 ఘనసెంటిమీటర్ల ఆయతనము



డ్యూమా బాష్ప సాంద్రతానిర్ణయ పద్ధతి.

1. తాపక్రమమాపకము.
2. ద్రవము.
3. సూచ్యగ్రగోళము.
4. తాపనద్రవపాత్ర.

గల) గోళమును వాడుకచేయుదురు. ఈ గోళమునకు పొడవైన సూదిమెడ గలదు. ఇట్టిదే యగు మరొకదానితో పడికట్టి ఈ గోళపు భారమును కనుగొనవలెను. తరువాత ఈ గోళమును కొంచెము వెచ్చచేసి దాని సూచ్యగ్రమును బాష్పీకరించవలసిన ద్రవములో ఉంచవలెను. చాలినంత ద్రవము గోళములోని కెక్కినతరువాత లోపలిద్రవముకన్న  $30^{\circ}\text{C}$  ఎక్కువ తాపక్రమములో మరుగుచున్న ద్రవములో ఈ గోళమును ఉంచవలెను.

గోళములోపలి ద్రవము ఈ పరిస్థితులలో త్వరగా బాష్పమై గోళమునందు అదివరకున్న గాలిని పైకి నెట్టివేసి గోళగర్భమును సంపూర్ణముగా ఆక్రమించును. ద్రవము పూర్తిగా బాష్పముక్రింద మారి, బాష్పము మరి పైకి పోకుండ ఉండునప్పుడు సూచ్యగ్రమును జ్వాలలో కరిగించి మూసివేయవలెను. గోళమును పైకితీసి దాని నంటుకొనిన ద్రవమును తుడిచివేసి చల్లారనిచ్చి తూచవలెను. బాష్పమును గోళములో బంధించుడణములో అమలులోనున్న వాతావరణ ప్రేషమును, బాహ్యద్రవపు క్వథనతాపక్రమమును గుర్తించవలెను. గాలితోనిండియున్న గోళపుబరువునుండి అంతే ఆయతనముగల గాలి భారమును తీసివేసిన యెడల గోళముయొక్క నిజభారము లభ్యమగును.

$$\text{గోళపునిజభారము} = \text{గాలితోనిండిన గోళపుభారము} - \text{దానిలోనున్న గాలిభారము} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{బాష్పభారము} = \text{బాష్పముతోనిండిన గోళపుభారము} - \text{గోళపు నిజభారము} \dots\dots\dots(2)$$

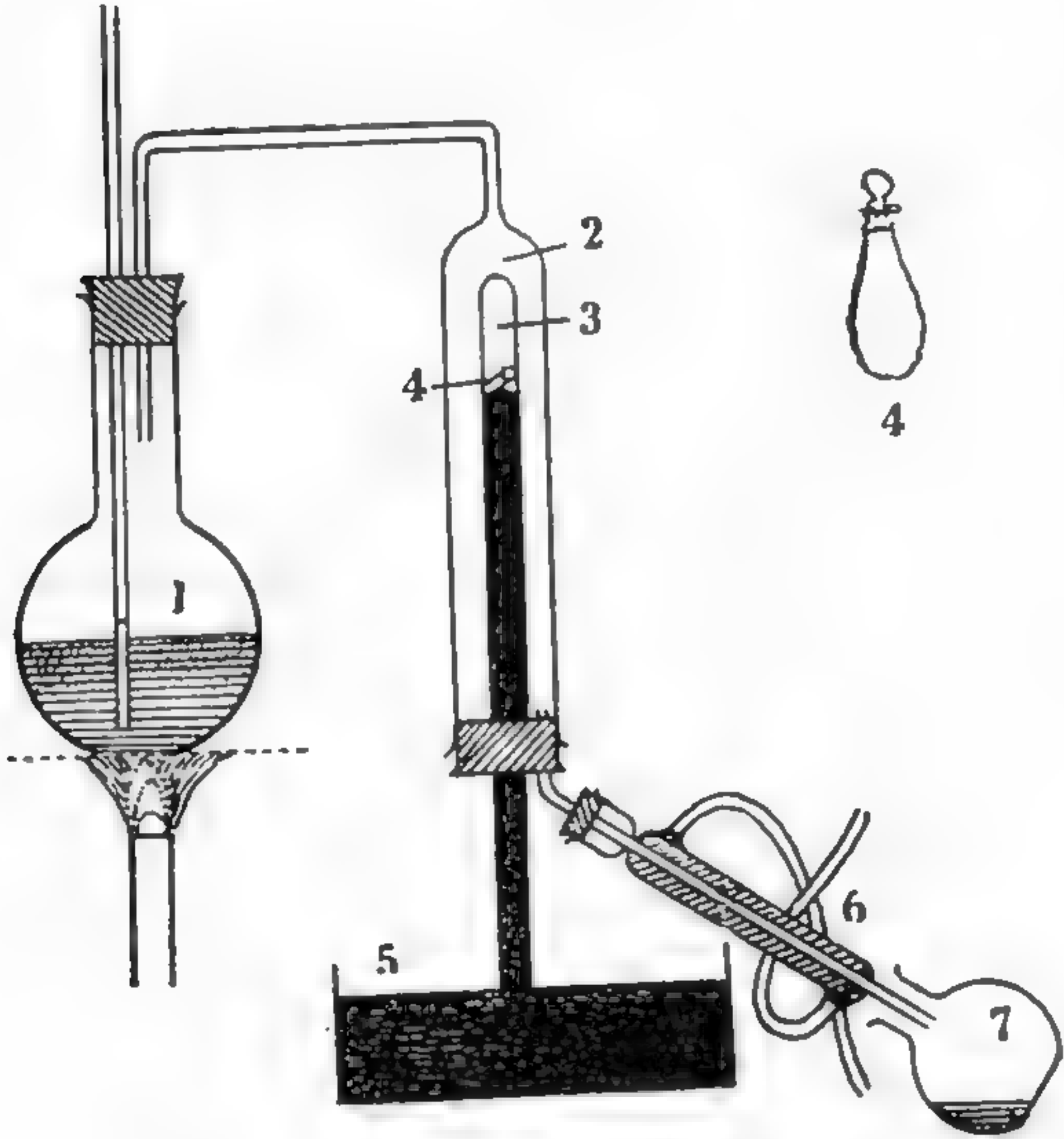
$$\begin{aligned} \text{మొదటిసమీకరణమునుండి సాధించిన గోళపు నిజభారమూల్యమును 2 వ సమీకరణములో నుపయోగించగా బాష్పభారము} &= \text{నిండిన గోళపుభారము} - [\text{గాలితోనిండిన గోళపుభారము} - \text{దానిలోనున్న గాలిభారము}] \\ &= \text{బాష్పముతోనిండిన గోళపుభారము} - \text{గాలితోనిండిన గోళపుభారము} + \text{దానిలోనున్న గాలిభారము} \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$



గాలితోనింపినప్పటికన్న బాష్పముతోనింపినపుడు కనబడిన భారమందలిపెచ్చుకు, గోళములో మునుపున్న గాలి భారమును ఎందుకు చేర్చవలయునో వివరము తెలియజేయుచున్నది.

మిగిలినప్రక్రియ రసాయనపద్ధతియందువలె చూచుకొనవలయును.

హాఫ్మన్ పద్ధతి : ఈ పరికరమునందు లోపల భారమితి నాళమును, దానినిచుట్టి మరియొక ఆవరణనాళమును



హాఫ్మన్ బాష్పసాంద్రతానిర్ణయపరికరము.

1. బాష్పద్రవబాష్పజనకము, 2. కవచనాళము,
3. హాఫ్మన్ భారమితి నాళము, 4. హాఫ్మన్ సీసా,
5. పాదరసపుద్రోణి, 6. సంఘనకము, 7. బాష్పద్రవము.

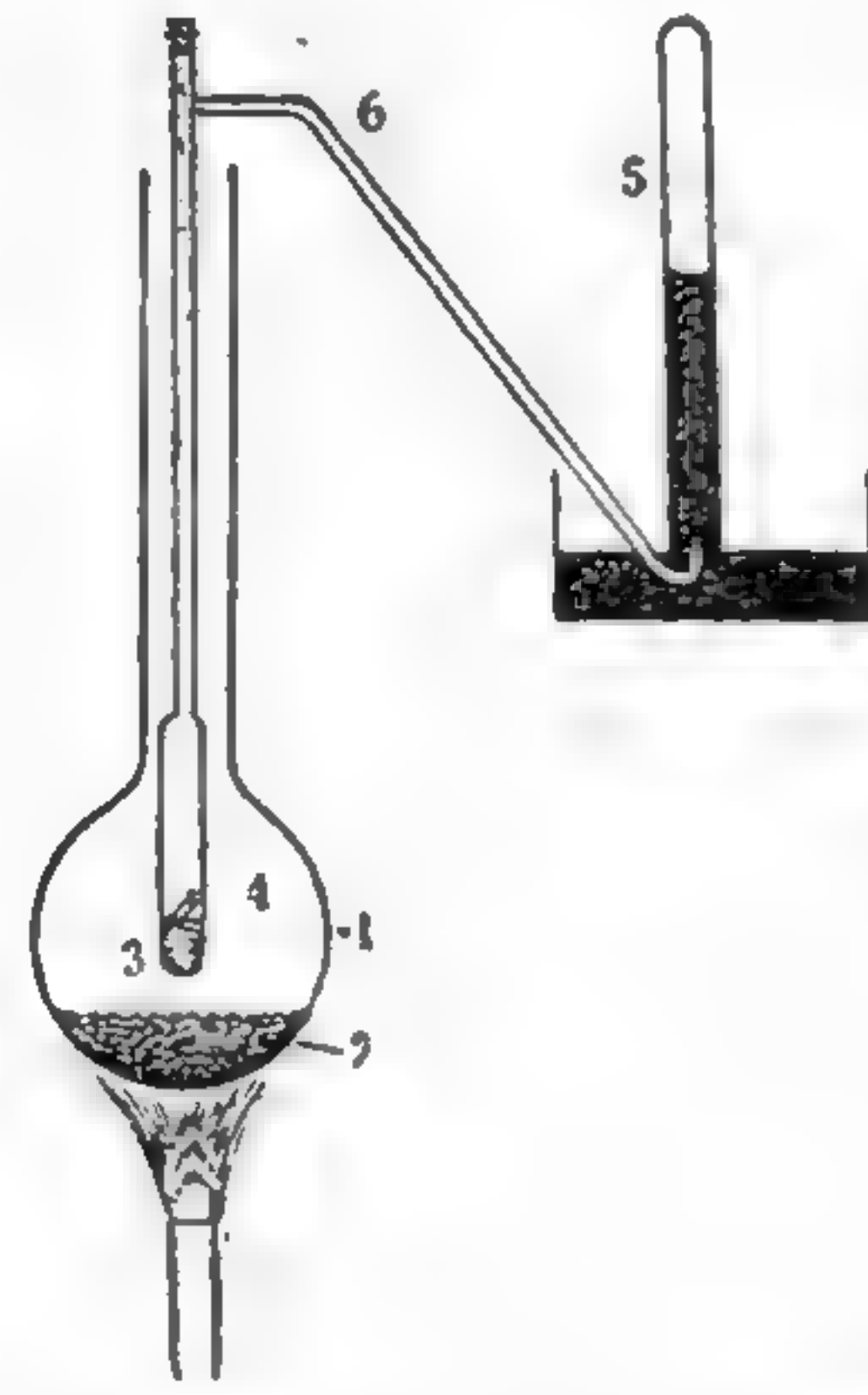
కలపు. ప్రత్యేకపాత్రయందు నిర్దిష్ట తాపక్రమమువద్ద మరుగుచున్న ద్రవముయొక్క బాష్పము ఆవరణ నాళమును పైనుండి ప్రవేశించి భారమితి నాళమునకు కవచముగా నాచరించి క్రిందనుండి పైకి వెడలి, దీనితో కలిపియున్న సంఘనకముద్వారా తిరిగి ద్రవస్థితి నొందింపబడును. భారమితి నాళములో బాష్పీకరించబడు ద్రవము కన్న బాష్పకవచముగా నాచరించు ద్రవము  $30^{\circ}\text{C}$  ఎక్కువ క్వథనాంకములో మరుగుచుండును. పరికరము వలసినంతవేడెక్కిన తరువాత పరీక్ష్యద్రవము పిప్పలి గింజంత ఉరపుగల సీసా\*లో తూచి ద్రోణియందున్న పాదరసముగుండా దూర్చిన యెడల అది భారమితి ఊర్ధ్వ భాగమందున్న టారి నెల్లి శూన్యములోనికి తేలును. చిన్న సీసాలో నున్న ద్రవము పరిసర తాపక్రమాతిశయమువలన

\* దీనికి హాఫ్మన్ సీసా అని పేరు.

హఠాత్తుగా బాష్పమై బిరడాను త్రోసివేసి శూన్యమును ఆక్రమించును. అట్లాక్రమించుటలో బాష్పము భారమితి లోని పాదరసమును కొంతవరకు క్రిందికి నెట్టును. ప్రయోగారంభములోనున్న పాదరసపు మట్టమునకు, ప్రయోగాంతమున నిలచిన పాదరసపుమట్టమునకు గల వ్యత్యాసమును కొలచి కనుగొనవచ్చును. ఈ వ్యత్యాసమే నాళమును ఆక్రమించిన బాష్పముయొక్క ప్రేషమును సెంటిమీటర్లలో తెలియజేయును. భారమితి నాళపు పైభాగమున ఘనసెంటిమీటర్ల గుర్తులున్నవి. కాబట్టి బాష్పాయతనమును నిర్ణయించవచ్చును. కవచములో వ్యాపించిన బాష్పద్రవబాష్పము యొక్క తాపక్రమము అనగా బాష్పద్రవముయొక్క మరుగు తాపక్రమము తెలిసినచో లోపలినాళములోని బాష్పముయొక్క తాపక్రమము తెలిసినదే యగును.

ఇట్లు బాష్పభారము, ఆయతనము, ప్రేషము, తాపక్రమము తెలిసినవి కనుక ప్రమాణతాపక్రమ ప్రేషములకు బాష్పాయతనమును మార్చి బాష్పసాంద్రతను గణించవచ్చును.

విక్టర్ మైయర్ విధానము : ఈ పరికరము యొక్క



విక్టర్ మైయర్ బాష్పసాంద్రతానిర్ణయపరికరము

1. బాష్పగోళనాళము
2. తాపద్రవము
3. పాదరసము
4. లోపలిబాష్పీకరణనాళము
5. వాయుసంగ్రహనాళము
6. మోచకనాళము

కొనను పటములో చూపినట్లు తొట్టెలోనున్న నీటిలో ముంచియుంచవలెను. పరికరమును బున్ సెన్ బర్నరుతో క్రమముగా వేడిచేసినయెడల లోపలినాళములోనున్న గాలి

ముఖ్య భాగములు ఒక దానిలో నొకటి ఇమిడియున్న రెండు నాళములు, లోపలినాళపుక్రిందభాగము విస్తరింపబడిన వ్యాసము గలది. వెలుపలి నాళమునకు కూడ క్రింద భాగమున గోళరూపవిస్తృతి కలదు. లోపలినాళమునకు, పై కొనకు కొంచెము దిగువను ప్రక్కనాళ మొకటి అతికియున్నది. వెలుపలినాళము లోలోపలిదానిని వేడిచేయుటకు వలయు ద్రవమును ఉంచుదురు. లోపలి నాళము ఖమును బిరడాతో బంధించి, ప్రక్కనాళమునకు రబ్బరు గొట్టముతో తగిలించిన యొక మోచకనాళపు



అణుభారనిర్ణయము

వేడెక్కి వ్యాకోచించి మోచకనాళముగుండా నీటిపైకి బుడగలుగా లేచిపోవును. బుడగలు ఆగిపోయిన తరువాత తొట్టెలో నీటిలోనున్న మోచకనాళపుకొనపై నీటితో నింపినవాయుసంగ్రహణనాళము నొకదానిని బోర్లించ వలయును. ఇప్పుడు, లోపలినాళపుబిరడా నొకమారు తీసి, ఇదివరకే తూచియుంచిన పరీక్ష్యద్రవ్యముగల చిన్న హాఫ్ మన్ సీసాను లోపలికి పడవేసి వెంటనే బిరడాను బిగించవలయును.

హాఫ్ మన్ సీసాలో ద్రవము నాళపువేడికి బాష్పమై పైకుబికి దాని ఆయతనమునకు సమానమగు గాలిని మోచకనాళముద్వారా వాయుసంగ్రహణనాళములోనికి నెట్టును. ఆ గాలి ఆయతనమును దిద్ది, నిరార్థ్రవాతావరణప్రేషములో కొలువ వలయును. ఈ కొలచిన ఆయతనము ద్రవబాష్పమునదే యగును. దానిభారము హాఫ్ మన్ సీసాలో తీసికొన్న ద్రవముయొక్క భారము. గాలి ఆయతనమును ప్రమాణప్రేషతాపక్రమములకు పరిష్కరించి సాంద్రతను అనగా లీటరు బాష్పముయొక్క బరువును గణించవచ్చును.

ఉదా : 0.1286 గ్రాము కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ పరికరములో బాష్పముగ మారి 38.4 ఘ. సెం. మీ. గాలిని సంగ్రాహక నాళము లోనికి పంపినది. ఆ గాలియొక్క తాపక్రమము యను, దానిని బంధించిన నీటితాపక్రమముయను ఒక టేయగును. అది 14°C; వాతావరణప్రేషము 764 మి.మీ. సంతృప్తజలబాష్పప్రేషము 14°C వద్ద 11.99 మి.మీ. కనుక పొడిగాలి ప్రేషము 764 - 11.99 = 752 మి.మీ. అగును. ప్రమాణ పరిస్థితులలో గాలి ఆయతనము.

$$= 38.4 \times \frac{273}{287} \times \frac{752}{760} = 36.2 \text{ ఘ. సెం. మీ.}$$

ఈ 36.2 ఘ.సెం.మీ. పైనిచెప్పినట్లు ద్రవబాష్పపుఆయతనము.

$$\therefore \text{బాష్పసాంద్రత} = \frac{\text{బాష్పభారము}}{\text{బాష్పఆయతనము}} \\ = \frac{0.1286 \times 1000}{36.2} = 3.49 \text{ గ్రాము లీటరు.}$$

కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ అణుభారము = 22.4 × 3.49 = 78.2  
అణుసాంకేతికము (CS<sub>2</sub>) నుండి లెక్కకట్టిన అణుభారము = 76 అగును.

ప్రయోగఫలము యథార్థఫలముకన్న నూటికిరెండు పాళ్లుమాత్రమే పెచ్చుగా నున్నది.

బాష్పశీలములుగాని యౌగికముల విషయములో అణుభారమును నిర్ణయించుటకు బాష్పసాంద్రతా పద్ధతులు వర్తించవు. అట్టిద్రవ్యమును నీటిలో కరుగునపుడు ఆ ద్రావణముల క్వథనతాపక్రమమును, లేదా ఘనీభవన తాపక్రమమును ప్రయోగముచే నిర్ణయించి ద్రావణములో

లీనమైయున్న ద్రావముయొక్క అణుభారమును లెక్కకట్టవచ్చును. ఈ లెక్కకట్టుటకు ఆవశ్యకమగు సూత్రములను విలీనద్రావణసిద్ధాంతములను చర్చించిన ప్రకరణములో విశదముగా వివరింపబడినవి (చూ. ద్రావణములు - II) ఆ సూత్రముల వినియోగమున కావశ్యకమగు ప్రయోగ విధానములను ఇచ్చట విస్తరింతము.

ద్రావణముయొక్క క్వథనతాపక్రమము శుద్ధద్రావముయొక్క క్వథనతాపక్రమముకన్న ఎక్కువగానుండును.

ఈ క్వథనాంకోన్నతికిని, ద్రావ్యముయొక్క అణుభారమునకును గల సంబంధమును ద్రావణములు-II నందు ప్రస్తావించడమైనది.

$$M = \frac{g \times 1000 \times K}{L \times \Delta E}$$

ఇచ్చట M = ద్రావ్యముయొక్క అణుభారము ; g = గ్రాములలో ద్రావ్యభారము ; K = 1000 గ్రాముల ద్రావణములో ఒక అణుభారము ద్రావ్యము కలుగజేయు క్వథనాంకోన్నతి ; L = గ్రాములలో ద్రావ్యభారము ; ΔE = క్వథనాంకోన్నతి ; క్వథనాంకోన్నతిని నిర్ణయించుటకు బెక్ మాన్ పరికరము చాల ఉపయోగ్యమైనది.

బెక్ మాన్ విధానము : ఈ విధానములో నియతభారము శుద్ధద్రావ్యమును క్వథననాళము (2)లో ఉంచవలెను. ఈ నాళపుముఖమును బిరడాతో మూసి, ఆ బిరడాలోనున్న కన్నముద్వారా 0.01°C. పరిమితివరకు తాపక్రమవ్యత్యాసముల తెలియజేయగల సూక్ష్మతాపక్రమమాపకము (3)ను నాళమందున్న ద్రావములో దానిక్రింద చివరమునుగునట్లు ఉంచవలెను. ఈ క్వథననాళమును రెండు గోడలు గల, అంగుళీయాకారముగల కవచనాళము (1) మధ్యమున ఉంచవలయును. క్వథననాళముపై కొనను, ప్రక్కన అతికియున్న గొట్టముద్వారా ప్రతినివర్తకసంఘనకము (రిఫ్లెక్స్ కండెన్సర్) నొక దానిని బిగించవలయును, ఇట్లే కవచనాళమునుకూడ మూయవలెను. చుట్టునున్న అంగుళీయకవలయపాత్రలోకూడ లోపల నాళములో నుంచిన ద్రావద్రవ్యమునే ఉంచవలయును. ఈ పరికర సమూహమును సాజాత్తుగా మంటతగలకుండ లోపలి నాళములోని ద్రావము మరగి తాపక్రమమాపకము స్థిరతాపక్రమమును చూపువరకు జాగ్రత్తగా వేడిచేయవలెను. ఈ స్థిరతాపక్రమము శుద్ధద్రావము యొక్క క్వథనాంక మగును.

తరువాత తూచినద్రావ్యమును క్వథననాళములో నున్న ద్రావములో కరగించి మరల మునుపటియట్లు క్వథనాంకమును గుర్తించవలెను. ఇట్లు వేర్వేరుభారముల



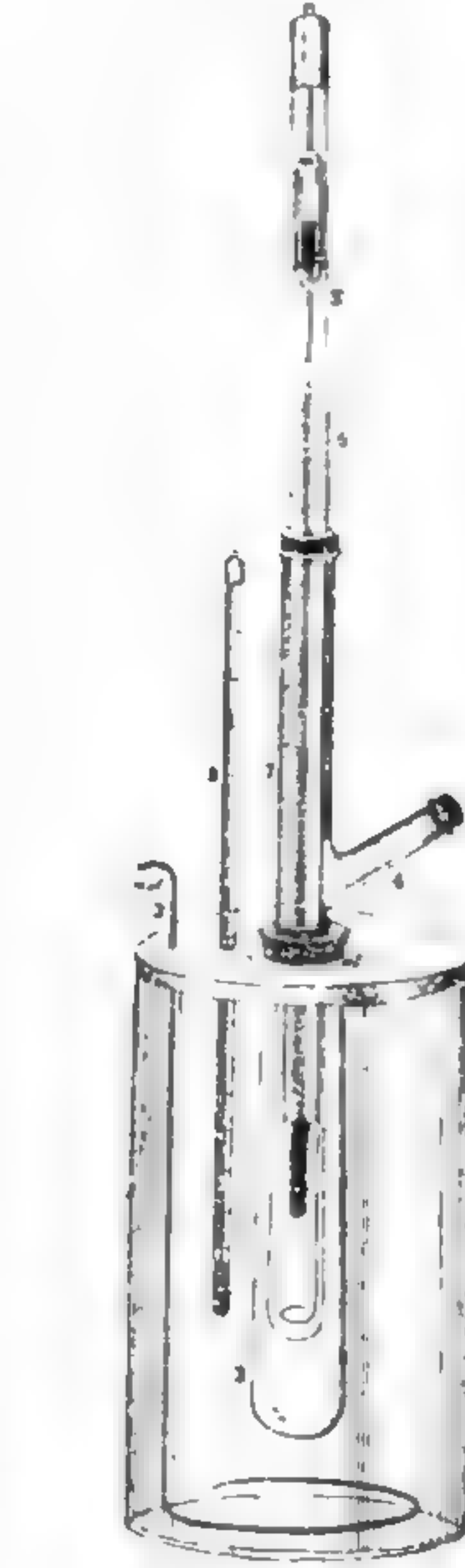
ద్రావ్యమును కరగించి వివిధసాంద్రతలుగల ద్రావణముల యొక్క క్వథనాంకములను తెలిసికొనవచ్చును.

ఇట్లుక ప్రయోగములో 0.5317 గ్రాము ద్రావ్యము 54.6 గ్రాముల బెన్జిన్ లో విలీనము చేసినప్పుడు, ద్రావ

మును చేకూర్చు శీతకరమిశ్రముగల వెడల్పుపాత్ర (1)లో క్వథననాళముకన్న కొంచెము వెడల్పుయిన నాళము (2) లో క్వథననాళమును ఉంచవలయును. శీతకరమిశ్రమునకు సాజాత్తుగా క్వథననాళముతో సంవర్కము లేకుండ చేయుటయే ఈ బహిర్నాళము (2) యొక్క ప్రయోజనము.

క్వథననాళములో నున్న ద్రావ్యముయొక్క ఘనీభవన తాపక్రమముకన్న శీతకరమిశ్ర తాపక్రమము 5°C మాత్రమే తగ్గి యుండవలెను. క్వథననాళములో నీటిని ద్రావముగా ఉపయోగించి నపుడు ఉప్పుచేర్చిన మంచుమిశ్రమును శీతకరద్రవ్యముగా ఉపయోగించవచ్చును. ద్రావము బెన్జిన్ అయినప్పుడు శీతకరముగా మంచు ఉపయోగించవచ్చును.

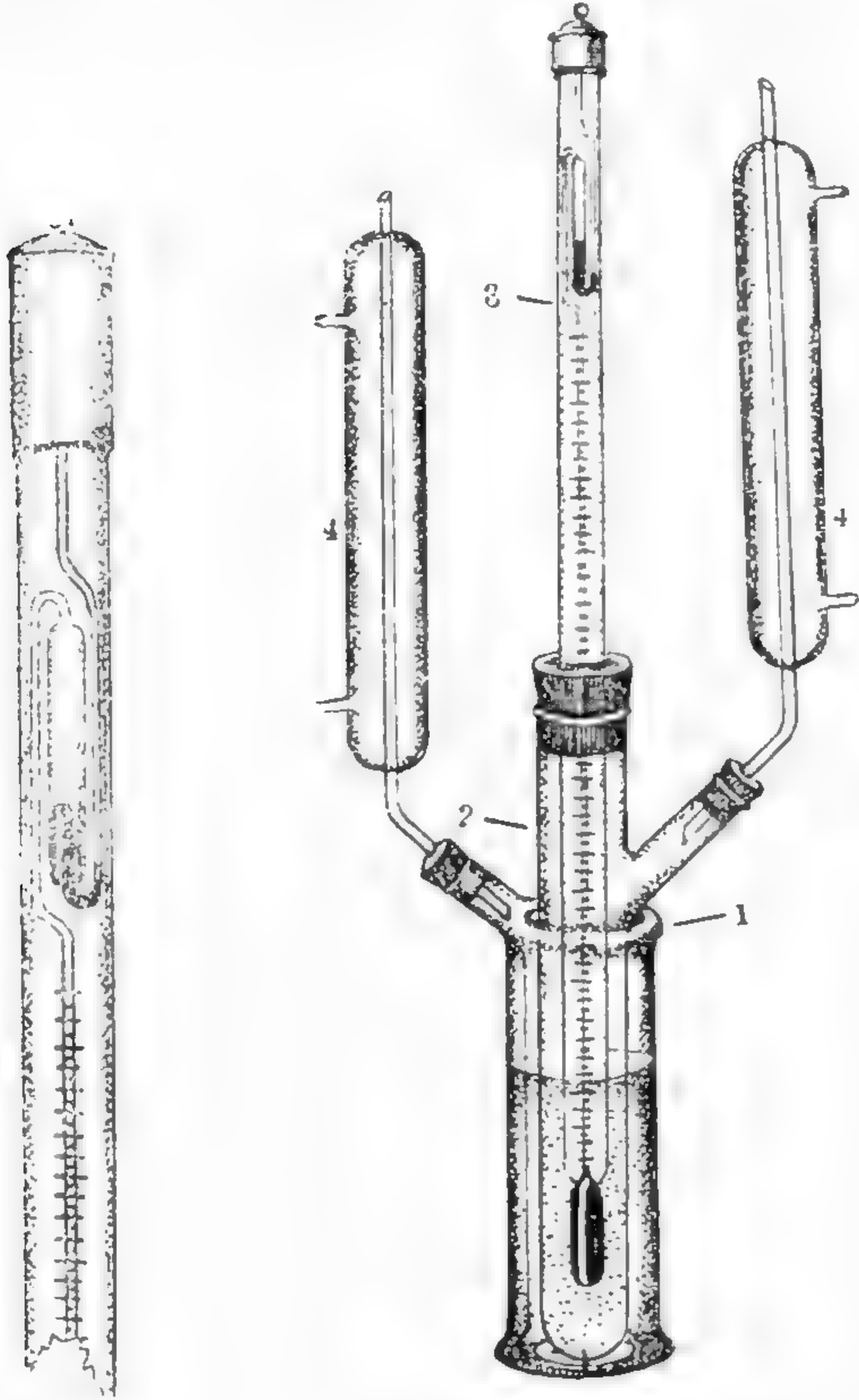
క్వథననాళములోనున్న ద్రావమును కలుపుచు తాపక్రమమును గుర్తించవలయును. ద్రావము ఘనీభవించు చిహ్నాల చూపునపుడు, అనగా ఘనద్రవ్యము ద్రావము నుండి స్ఫటికములుగా విడుచున్న సమయమున గుర్తించిన తాపక్రమము ద్రావముయొక్క ఘనీభవన తాపక్రమమగును. ఈ తాపక్రమము ద్రావమంతయు ఘనీభవించుదాక స్థిరముగా నుండును. తరువాత క్వథననాళమును పైకితీసి, మూత తీసి, గడ్డకట్టిన ద్రావమును చేతితో కరగించి, తుడిచి అందు ఇదివరకే తూచియుంచిన ద్రావ్యమును కలిపి కరగించవలయును. తరువాత నాళమును యథాస్థానమున నుంచి, తాపక్రమమాపకమును కదుపు



హిమాంకావనతి నిర్ణయమునకు బెక్ మాన్ పరికరము.

1. పైపాత్ర
2. కవచనాళము
3. కలుపు వలయము
4. ప్రక్కనాళము
5. తాపక్రమమాపకము
6. కలుపుకాడ
7. ప్రయోగనాళము
8. పైశీతలములోనున్న తాపక్రమము

సాధనమును ఎప్పటియట్లుమర్చి, ఈసారి మరల ద్రావణమును కదుపుచు తాపక్రమమును గుర్తించుచుండ వలయును. ఏతాపక్రమమువద్ద ద్రావణమునుండి ఘనీభూత ద్రావముయొక్క శకలములు వేరగుటకు ప్రారంభించునో ఆ తాపక్రమమును ద్రావణముయొక్క ఘనీభవనతాపక్రమముగా గ్రహించవలయును. ఈ రెండు ఘనీభవన తాపక్రమముల వ్యత్యాసము ద్రావణముయొక్క ఘనీభవ



బెక్ మాన్ తాపక్రమ మాపకము.

క్వథనాంకోన్నతి నిర్ణయమునకు బెక్ మాన్ పరికరము.

1. అంగుళీయకవలయపాత్ర
2. క్వథననాళము
3. నిశితతాపక్రమమాపకము
4. సంఘనకము

మగు బెన్జిన్ యొక్క క్వథనాంకము 80.36° C నుండి 80.54°C కు హెచ్చినది. ( $\Delta E = 0.18$ ) బెన్జిన్ యొక్క అణుక్వథనాంకోన్నతి  $K = 2.67^\circ C$

$$M = \frac{g \times 1000 \times K}{L \times \Delta E} = \frac{0.5317 \times 1000 \times 2.67}{54.6 \times 0.18} = 144$$

$\therefore$  ద్రావ్యముయొక్క అణుభారము = 144

ఘనీభవనాంక నిర్ణయ విధానము : బెక్ మాన్ విధానము నందు తూచిన శుద్ధద్రావ్యమును క్వథననాళము (7) లో నుంచి, కలియబెట్టుటకు వీలయిన పొడవాటికాడలో దూర్చిన ప్లాటినమ్ వలయము (6) ను, సూక్ష్మతాపక్రమమాపకము (5) ను అందుంచవలయును. క్వథననాళములోనున్న ద్రావము ఘనీభవించుటకు అనుగుణమగు శీతలపరిసర



అణుభావము - అణుభారభావము

నాంకా (హిమాంకా) వనతి ( $\Delta F$ )ని తెలియజేయును.

$$M = \frac{K \times g \times 1000}{L \times \Delta F} \text{ అను సమీకరణము (చూ. ద్రావ$$

ణము - II) హిమాంకముయొక్క తగ్గుదలకు, ద్రావ్యాణు భారమునకుగల సంబంధమును తెలియజేయును. ఇచ్చట  $K$  ద్రావణముయొక్క అణుహిమాంకావనతి;  $\Delta F$  ప్రస్తుత ద్రావణముయొక్క హిమాంకావనతి. తక్కిన గురుతులు క్వథనాంకోన్నతి సమీకరణమునందువలె చూచుకొన వలయును.

1.514 గ్రాముల పంచదారను 5.28 గ్రాముల నీటిలో కలపగా వచ్చినద్రావణము ' - 1.56° C ' వద్ద ఘనీభవించు చిహ్నాలను చూపినది. శుద్ధజలము యొక్క హిమాంకము 0°C అగును.  $\Delta F = 1.56$  జలముయొక్క అణు హిమాంకావనతి 186°C అగును.

$$\therefore M = \frac{1.86 \times 1.514 \times 1000}{5.28 \times 1.56} = 341.7$$

పంచదారయొక్క అణుభారము 341.7 గ్రా. మే.వ.న.

**అణుభావము-అణుభారభావము :** డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంత ప్రకారము రాసాయనిక సంయోగము నందుపాల్గొను అంతిమద్రవ్యభాగము పరమాణువైనట్లు, ఆవాగాడ్రో కల్పన ప్రకారము ద్రవ్యముయొక్క భౌతిక స్థితికి మూలమగు అంతిమద్రవ్యకణము అణువు. అణువు పరమాణువుల మిక్కిలి బలిష్ఠమైన సంఘాతము. మూల ద్రవ్యమునుగాని, యోగికమునుగాని ప్రబల యాంత్రికచేదన వ్యాపారమునకు గురిచేసినపుడు అల్పతమకణముగా నిలచునది అణువుకాని పరమాణువుకాదు. పై నిపేర్కొనిన యాంత్రికసాధనముల ద్రవ్యచేదనశక్తికన్న ద్రావణ వ్యాపారము పొచ్చు ద్రవ్యచేదనశక్తిని కనపరచును. ఏలన పంచదారవంటి ద్రవ్యమును నీటిలో కరగించి నపుడు నీటిలోనున్న ద్రావణశక్తి పంచదారను అణువులుగా విడగొట్టును. ద్రావణశక్తివంటి సునిశితశక్తికూడ ద్రవ్యమును పరమాణుదశకు చేదింపజాలదు. పరమాణు కూటములగు అణువులను పరమాణువులుగ విభజించి వాటి సంయోగము సంభవించునట్లు చేయగలది ఒక్క రాసాయనికశక్తియే.

అణుభారభావమును ఉపపాదించి, దానిని గేలుసాక్ యొక్క వాయువుల ఆయతన సంయోగనియమమునకు అన్వయింపజేసినది ఆవాగాడ్రో. ఆవాగాడ్రో కల్పనను అంగీకరించినచో సమాయతనము గల వివిధవాయువుల భారములు వాటి వేరువేరు అణువుల భారములయొక్క నిష్పత్తిలో ఉండును. వాయువుల విషయములో ప్రమాణ

తావక్రమ, ప్రేషపరిస్థితులందు ఒకశీటరు ఆయతనము యొక్క భారము ప్రమాణముగా అంగీకరించబడినది. ఈ శీటరు భారమునకు 'ప్రమాణ సాంద్రత' అని పేరు. హైడ్రోజన్ సాంద్రతకన్న వాయుసాంద్రతఎన్ని రెట్లెక్కువో తెలియజేయుసంఖ్యకు తారతమ్యసాంద్రత, లేదా సాపేక్ష సాంద్రత అనిపేరు అనగా ప్రమాణపరిస్థితులలో :

$$\text{సాపేక్ష సాంద్రత} = \frac{\text{వాయు సాంద్రత}}{\text{హైడ్రోజన్ సాంద్రత}}$$

$$\text{సాపేక్ష సాంద్రత} = \frac{\text{శీటర్ వాయువు యొక్క భారము}}{\text{శీటర్ హైడ్రోజన్ యొక్క భారము}}$$

ఆవాగాడ్రో సూత్రమునుబట్టి సమానాయతనములో నున్న వాయువులయొక్క అణుసంఖ్య సమానముగా నుండును గనుక :

$$\text{వాయుసాపేక్షసాంద్రత} = \frac{\text{వాయువు అణుభారము}}{\text{హైడ్రోజన్ అణుభారము}}$$

వాస్తవికముగా నొక అణువుభారము స్వల్పాతి స్వల్పము ; దానిని తూచి కనుగొనలేము. ఒక హైడ్రోజన్ అణువుభారము 2 గ్రాము లనుకొని దానికి అణుభార మని పేరు పెట్టినయెడల ఒకవాయు అణుభారము దాని అణు భార మగును కనుక :

$$\text{వాయుసాపేక్షసాంద్రత} = \frac{\text{వాయు అణుభారము}}{2}$$

$\therefore$  వాయు అణుభారము = 2  $\times$  వాయు సాపేక్షసాంద్రత  
అణుభారములను గ్రాములలో తెలియజేసి హైడ్రోజన్ అణుభారము రెండుగ్రాములని యనుకొని దానిని హైడ్రో జన్ సాంద్రతతో భాగించినయెడల  $\frac{2}{0.0898} = 22.4$  శీటర్లు

దాని గ్రామణ్యాయతనమని తేలును.

ప్రమాణపరిస్థితులలో 22.4 శీటర్ల హైడ్రోజన్ ఆయతన ములో ఎన్ని హైడ్రోజన్ అణువులుండునో, 22.4 శీటర్ల ప్రతివాయువుయొక్క ఆయతనములోకూడ, ఆవాగాడ్రో కల్పనప్రకారము అన్నే అణువులు ఉండవలయును. గనుక 22.4 శీటర్ల హైడ్రోజన్ భారము దాని అణుభారమై నపుడు, 22.4 శీటర్ల వాయువుయొక్క భారము దాని అణుభారము కావలయును. ఈ 22.4 శీటర్ల ఆయతనము నకు 'అణుఆయతనము' అనిపేరు. పై సమీకరణము గ్రాము అణుభారమును నిర్ణయించుటకు మరియొక మార్గమును సూచించుచున్నది. దీనిప్రకారము ప్రమాణస్థితిలో ఒక శీటరు ఆయతనముగల వాయువుయొక్క భారమును (వాయువుయొక్క ప్రమాణసాంద్రతను) 22.4చే గుణించి నచో ఆ వాయువుయొక్క గ్రామణుభారము లభించును.



హైడ్రోజన్ అణుభారము రెండుగ్రాములని ఎందుకు గ్రహించబడినదో ఇకమీద విశదమగును.

అణువు పరమాణువులకూర్పు అయినపుడు అణుభారము పరమాణుభారముల మొత్తము కావలయును. ఒక మూల ద్రవ్యముయొక్క పరమాణుభారము నిర్ణయించవలెనన్న, వాయుస్థితిలో దాని యోగికముల అణుభారములను ఆవాగాడ్రోసూత్రమునుబట్టి ముందుగా నిర్ణయించవలెను. ఈ యోగికముల అణుభారములను నిర్ణయించిన తరువాత రాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులను ఉపయోగించి, ప్రతి అణు భారమందును ఆమూలద్రవ్యముయొక్క రాశిని నిర్ణయించవలయును. ఆయాప్రత్యేకాణుభారములలో నున్న మూలద్రవ్య భారములలో అల్పతమభారము మూల ద్రవ్యముయొక్క పరమాణుభార మగును. ఏలన ఒక యోగికఅణువులో కనీసము ఒకటియైన మూలద్రవ్య పరమాణువు ఉండవలయును. కాని యోగికాణువులో నొకటి కంటె ఎక్కువపరమాణువు లుండవచ్చును.

ఉదాహరణమునకు ఆరు కార్బన్ యోగికముల అణు భారములు వాటిలోనున్న కార్బన్ భారములతో క్రింది పట్టికలో నీయబడినవి:

| సంఖ్య | యోగికము                              | అణు భారము | కార్బన్ భారము |
|-------|--------------------------------------|-----------|---------------|
| 1.    | కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ( $\text{CO}$ )   | 28        | 12            |
| 2.    | కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ( $\text{CO}_2$ ) | 44        | 12            |
| 3.    | కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ( $\text{CS}_2$ ) | 76        | 12            |
| 4.    | ఆసిటిలీన్ ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) | 26        | 24            |
| 5.    | బెన్జీన్ ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )  | 78        | 72            |
| 6.    | ప్రాపేన్ ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )  | 44        | 36            |

ఈ పట్టికలో 12 కనిష్టసంఖ్యగా కన్పట్టుచున్నది. కనుక దానినే కార్బన్ యొక్క పరమాణుభారముగా తీసికొనవలయును.

అణుభారమునుగాని, పరమాణుభారమును గాని సాధించినవిధానమును పరిశీలించినచో ఈ రెండును నిష్పత్తులను తెలియజేయు అంకెలేగాని నిజముగా గ్రాములలో తెలియబరుచుటకు వీలైన భారములు కావు. అనగా ఏతులామానము (తులములు; లేదా పౌనులు)లో కొలిచినప్పటికి వాటి భారనిష్పత్తి సంఖ్యలు మారవని అర్థము.

ఒక మూలద్రవ్యము యొక్క పరమాణుభారమును తెలియజేయుసంఖ్య ఆ మూలద్రవ్యపరమాణువు, హైడ్రోజన్ పరమాణువుకన్న ఎన్ని రెట్లు బరువో తెలియజేయును. కాని గ్రాములణుభారము, గ్రాముపరమాణుభారము అను

మరి రెండుపదములు రాసాయనిక శాస్త్రానుశీలనలో వాడుకలో ఉన్నవి. ఒకద్రవ్యముయొక్క అణుభారమును గాని, దాని పరమాణుభారమునుగాని తెలిపెడి సంఖ్యలను గ్రాములలో తెలుపుట పరిపాటియైనది. 18 గ్రాముల నీరు, 44 గ్రాముల కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, 36.5 గ్రాముల హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ ఆయా యోగికముల గ్రాములణుభారములు; అట్లే ఒకగ్రాము హైడ్రోజన్, 16 గ్రాముల ఆక్సిజన్, 35.5 గ్రాముల క్లోరీన్ ఆయా మూలద్రవ్యముల గ్రాము పరమాణుభారములు. ప్రతి యోగికముయొక్క అణుభారమందును ఒకే సంఖ్య  $6.02 \times 10^{23}$  అణువులుండును. ఏలయన గ్రాము అణుభారము 22.4 ప్రమాణ లీటర్ల ఆయతనములో నున్న ద్రవ్యరాశి.

అనగా హైడ్రోజన్ అణువు ఆయతనములో లేదా అణుభారములో  $6 \times 10^{23}$  అణువులున్నవని తెలిసినది. ఆవాగాడ్రో కల్పనప్రకారము ప్రతి హైడ్రోజన్ అణువు నందును రెండు పరమాణువులు ఉండుటచేత ఒకగ్రాములణు భారములో ఎన్ని అణువులుండునో ఒక గ్రాముపరమాణు భారములో అన్ని పరమాణువు లుండును. ఒకగ్రాము పరమాణుభారము హైడ్రోజన్ మరియొక మూలద్రవ్యము యొక్క గ్రాము పరమాణుభారము రాసాయనికముగా సంయోగించునప్పుడు రాసాయనిక సంయోగము పరమాణువులకూడిక గనుక, హైడ్రోజన్ గ్రాముపరమాణు భారములో ఎన్ని పరమాణువులున్నవో తక్కిన మూల ద్రవ్యముయొక్క గ్రాము పరమాణుభారములో కూడ అన్ని పరమాణువులు ఉండవలయును. ఇట్లే మిగిలిన మూలద్రవ్యముల గ్రాముపరమాణు భారములందుకూడ హైడ్రోజన్ గ్రాముపరమాణుభారమునందున్న పరమాణు సంఖ్యయే యుండును.

రాసాయనికసాంకేతికము: రాసాయనికుడు N, O, S. లేదా HCl,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  అను సాంకేతికములచే ఆయా మూలద్రవ్యములను కాని, వాటి యోగికములను గాని తెలియజేసినపుడు, ఆసాంకేతికములు ఆయాద్రవ్యములను సూచించుటయేగాక ఆద్రవ్యవిశిష్టరాశులను కూడ తెలియజేయును. ఉదాహరణమునకు O అను గుర్తు ఆక్సిజన్ నే గాక దాని గ్రాముపరమాణుభారము 16 అని కూడ తెలియజేయును. ఇట్లే HCl అను గుర్తు హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ నేగాక దాని గ్రాములణుభారము 36.5 అని కూడ తెలియజేయును. ఈ విధానము ముఖ్యముగా రాసాయనికసమీకరణములను వ్రాయుటయందు సార్థకము. ఉదాహరణమునకు:  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  అను సమీకరణము కార్బన్ ఆక్సిజన్ తో కలిసి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఏర్పడు



## అణుభావము - నవీన భౌతికశాస్త్రము

ననియేకాక ఒక గ్రాముపరమాణుభారము (12 గ్రాములు) కార్బన్ ఒక గ్రాము అణుభారము (32 గ్రాములు) ఆక్సిజన్ తోకలిసి ఒక గ్రాముఅణుభారము (44 గ్రాములు) కార్బన్ డైఆక్సైడ్ సద్దించునని సూచించును. మే. వ. న.

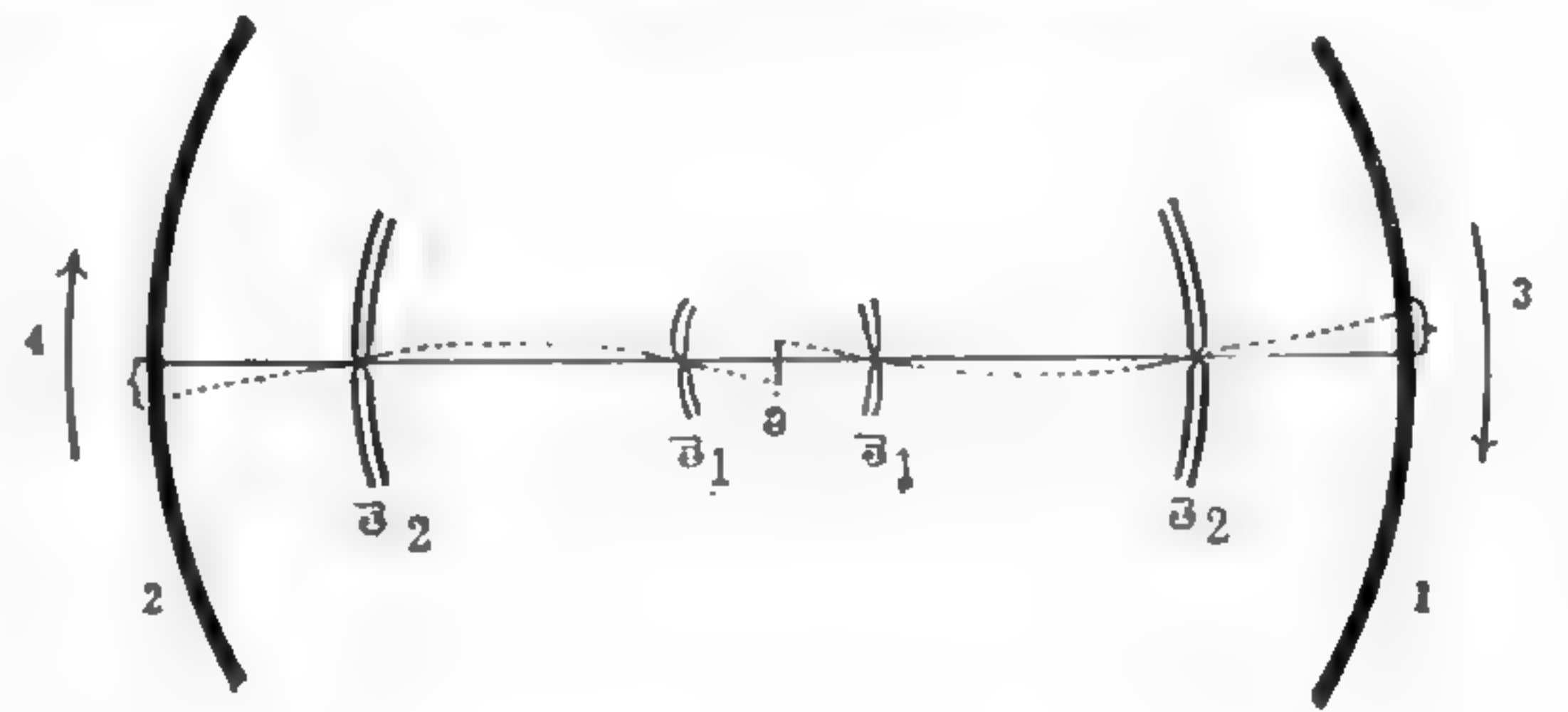
**అణుభావము-నవీనభౌతికశాస్త్రము:** రాసాయనిక శాస్త్రప్రయోజనమునకై కల్పించబడిన అణుభావము అణుభారభావముద్వారా పరమాణుభారనిర్ణయమునకు ఎట్లు సహాయపడినదో చూపియుంటిమి (చూ. అణుభావము - అణుభార భావము). అణుభావము ఆవాగాడ్రో కల్పనకుముందు 150 సంవత్సరములనుండి భౌతికశాస్త్రమందమలులో నుండెను. 17 వ శతాబ్దమునకు చెందిన గాసెండి, డేనియల్ బెర్నోలీ మొదలగు భౌతికశాస్త్రవేత్తలు వాయువులయొక్క ధర్మములను వివరించుటకై అణుభావమును కల్పించిరి. ఈ వాయువుల అణుస్థితిసిద్ధాంతము, 19 వ శతాబ్దమందు క్లాసియస్, బోల్ ట్స్ మాన్ అను జర్మను విజ్ఞానులచేతను, మాక్స్ వెల్ అను ఇంగ్లీషు విజ్ఞానిచేతను, తాపశాస్త్రముతో సమన్వయింపబడి నేటి చలదణుసిద్ధాంతముగా పరిణమించినది (చూ. అణుచలన సిద్ధాంతము పు. 125).

పరమాణురచనానుశీలన పరమాణుభావముయొక్క వాస్తవికత నెట్లు స్పష్టపరిచినదో, అట్లే మూడుస్థితులలోను ద్రవ్యధర్మముల భౌతికపరీక్ష అణుభావముయొక్క వాస్తవికతను ప్రదర్శించినది. ప్రత్యేక పరమాణుచర్యలను స్పృశరిస్తోవు చూపునట్లు ప్రత్యేకఅణువుల ప్రవర్తనలను బ్రౌన్యన్ చలనము ప్రదర్శించుచున్నది (చూ. కొల్లా యిడ్లు). ఇంతేకాక చలదణు సిద్ధాంతమునందు ప్రధాన కల్పనయొకటి కలదు. అదియేదన : ఏదేని వాయురాశిలో నున్న అణువు లన్నియు ఏ అణువుకాలణువు ప్రత్యేక వేగమును కలిగి ఉండవు. అనగా అణువులున్నన్ని ప్రత్యేక వేగములు లేవు.

వాయురాశిలోనున్న అణువు లన్నియు వర్గములుగా ఏర్పడి ఒక్కొక్కవర్గము ఒక్కొక్కవేగమును కలిగి ఉండును. దీనికి వేగవిభజననియమ మని పేరు. ఇది మొదట మాక్స్ వెల్ చే సూచించబడి తరువాత బోల్ ట్స్ మాన్ చే విస్తరింపబడినది. ప్రయోగ పూర్వకముగా అణువులలో ఇట్టి వర్గవేగములున్నట్లు రుజువైనచో మాక్స్ వెల్ కల్పనయేకాక, అణువుల వాస్తవికతకూడ రూఢమగును.

ఇట్టి ప్రయోగమును ఫైర్స్, గెర్లాక్ అను ఇద్దరు జర్మను భౌతికవిజ్ఞానులు గావించిరి. బారుచేసిన తుపాకికి ఎదురుగా భూమికి సమానాంతరముగా నొకపలక కొంత

వేగముతో ఎడమనుండి కుడివైపునకు చలించుచున్న దను కొందము. పలక కుడి అంచుకు గురిచేసి, తుపాకినుండి గుండు వదలినప్పుడు పలక చలింపనిచో గుండు సూటిగా అంచునకు తగులును. గుండు వదలిన సమయముననే పలక కదలుటకు మొదలిడినచో ఆ గుండు పలకకుడి అంచుకు కొంచము లోపలగా తగులును. ఏలన గుండు తుపాకి నాళద్వారమునుండి లక్ష్యమును చేరుటకు కొంత కాలము పట్టును. ఆ కాలములో పలక దాపలకు కొంత దూరము నడచుటచే, గుండు అంచును తప్పి లోపలికి తగులును. గుండుయొక్క వేగ మెక్కువగుకొలది అంచునకు దగ్గరగా గుండు తగిలిన చిహ్న మగపడును. ఇట్లు వివిధ వేగములుకల గుండ్లవర్షమును పలకపై కురిపించినచో, ఒకే వేగముగల గుండ్లన్నియు పలకపై ఒకేచోట తగులును. బారుచేసిన గుండ్లలో ఎన్నితరహాల వేగములుండిన పలకమీద అన్ని దెబ్బ గురుతులుండును. తుపాకి గుండ్లవంతు రజతపరమాణువులను ఒక లక్ష్యఫలకముపై పంపవచ్చును. రజతలిప్తమగు సన్నటిప్లాటినమ్ తీగను గాలి తీసివేసిన పేటికలోనుంచి, విద్యుత్ప్రవాహముచే వేడి



1, 2: వర్తులఫలకములు, తె<sub>1</sub>, తె<sub>2</sub>: చీలికలు,  
తి: వెండిపూతగల ప్లాటినమ్ తీగ.

చేసినచో తీగనుండి రజతపరమాణువులు కొంతవేగముతో అన్ని దిశలకు ప్రసరించును. ఈ పరమాణువుల మార్గములో చిత్రములో చూసినట్లు కుడిఎడమలను సన్నటి చీలికలుగల అడ్డులను జతలుగా నుంచినచో ఆ చీలికలనుండి బయటికి ప్రసరించు రజతపరమాణువులు రెండు వైపులనుంచిన మెరుగుపెట్టిన ఇత్తడి వక్రఫలకములను ఋజుమార్గములో తాకును. ఫలకము స్థిరముగా నున్నప్పుడు తీగనుండి ప్రసృతమగు రజతపరమాణువులు ఫలకముపై ఒకనియత స్థానమున తగులుకొని దానిపైని గుర్తులేర్పడును. తరువాత అతివేగముతో ఇత్తడిఫలకమును సవ్యముగా త్రిప్పినపుడు, రజతపరమాణువులు ఫలకమును చేరుటకు తీసికొనిన కాలములో ఫలకము కొంతదూరము చలించుటచే కుడివైపు మునుపటి చిహ్నమునకు కొంచెము వెనుకను, ఎడమవైపు కొంచము ముందుగను ఒకే వేగముగల రజత



పరమాణువులన్నియు ఫలకములపై చిహ్నముల ముద్రించును. పరమాణువులవేగము హెచ్చుకొలది పూర్వపు అనగా స్థిరస్థితిలో ఏర్పడిన చిహ్నమునకు, మరింతదగ్గరగా గుర్తులేర్పడును. ఇట్లు రజతపరమాణువులు స్వీకరించగలిగిన వివిధవేగముల కనుగుణముగా ఫలకముపై దగ్గరదగ్గరగానున్న వివిధరేఖలు చిత్రిత మగును. ఫలకముపై ఎన్ని రేఖ లగపడునో అన్ని రకముల వేగములను రజతపరమాణువులు స్వీకరించినవన్నమాట. ఆ రేఖల గాఢతలోనున్న తారతమ్యమునుబట్టి ఆ అణురాశిలో ఏపభాగము ఏవ వేగములో చలించుచున్నదో అంచనా వేయవచ్చును. అణువులెన్ని ఉన్నవో వేగభేదములన్ని ఉన్నచో, ఫలకముపై రజతపరమాణువులు కావించుగుర్తులు రేఖారూపమున నుండక ఫలకమంతట అవిరతముగా నంటుకొని వెండిపూతవలె కాన్పించవలెను. అట్లుగాక నియతసంఖ్యగల రేఖాసముదాయమే ఫలకముపై ప్రత్యక్షమగుటచే రజతపరమాణువుల వశములోనున్న వేగములు కూడ నియతసంఖ్య గలవియే అని రుజువైనది. అనగా తీగనుండి బాష్పరూపమున వెలువడిన రజతరాశిలోనున్న అసంఖ్యాకములగు పరమాణువు లన్నియు ఏవోకొద్ది వేగముల స్వీకరించగలవని స్పష్టమైనది, ఏ వాయువునందైన ఒక నియత ఆయతనములోనున్న అణువులసంఖ్య గణనా తీతమైన దని ఇదివరకే తెలిసికొంటిమి. వాటి కందు బాటులోనున్న వేగములసంఖ్య సంకుచిత మని ఈ ప్రయోగము రుజువు చేసినది. అందువలన అణువుల వాస్తవికస్థితి ప్రమాణరూఢమైనది. కాని ఒక్క విషయ మిక్కడ చెప్పవలసి ఉన్నది. ప్రయోగమందు రజతపరమాణువులు ఉపయోగింపబడినవికదా! ప్రయోగఫలమునుండి అణువేగ స్వభావము ఎట్లూహింపబడినదను సంశయము ఉదయించవచ్చును. కాని ఇచ్చట రజతపరమాణువులే అణువులుగా ఆచరించును. ఏలన రజతమువంటి ధాతువుల అణువులలో సాధారణముగా ఒక్కొక్క పరమాణువే ఉండును.

నియతాయతనముగల ద్రవ్యరాశిలోనున్న అణువులను లెక్కించుటకు ఇటీవల చాలప్రయోగవిధానములు కల్పింపబడినవి. ఆ విధానము లన్నియు ఇంచుమించు ఒకే ఫలితమును చూపుచున్నవి గనుక, అణువులవాస్తవికత మరింత దృఢపడినది. వాటిలో చాల నిశితమైన విధానములు రెండున్నవి.

మొదటి నిశిత విధానము: విశుద్ధమైన సంపూర్ణ కాల్సైట్ స్ఫటికము ( $\text{CaCO}_3$ ) ను ఎంచి చూచుకొని దాని అణుభారమును దాని సాంద్రతను గణించుట. బ్రాగ్ విధానమును ఉపయోగించి స్ఫటికముయొక్క జాలరు

వంటి రచనను యథార్థముగా నిర్ణయించవచ్చును. (చూ. ఎక్స్ [X-] కిరణములు: స్ఫటిక రచన) అట్టి రచననుండి స్ఫటికమందు ఒక ప్రత్యేకఅణువు ఆక్రమించు ఆయతనమును లెక్కించవచ్చును. ప్రత్యేకాణువుయొక్క ఆయతనము  $v$  ఘ. సెం. మీ. అనుకొందము. కాల్సైట్ యొక్క అణుభారము  $M = 100$  (దాని సాంకేతికము  $\text{CaCO}_3$  నుండి). దానిని స్ఫటికముయొక్క సాంద్రత ( $d$ ) చే భాగించిన, కాల్సైట్ అణుభారము ఆక్రమించు ఆయతనము  $V$  సిద్ధించును:

$$V = \frac{M}{d}$$

X-కిరణ ప్రయోగము నుండి ప్రత్యేకాణువు యొక్క ఆయతనము  $v$  అని తెలిసినది. కనుక, అణుభారము ఆక్రమించు ఆయతనము  $V$  లో  $\frac{V}{v} = N$  ప్రత్యేకాణువులు ఉండును.

రెండవ నిశిత విధానము: ఫారడే విద్యుత్ విశ్లేషణ నియమమునుండి లభ్యమయినది. అతని మొదటి నియమ ప్రకారము ఒక తుల్యభారము (ఒకగ్రాము) హైడ్రోజన్ ను విడుదల చేయుటకు 98,500 కూలామ్ల విద్యుద్రాశి కావలయును. ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ అనగా ఒక పరమాణుభారము హైడ్రోజన్. ఈ పరమాణుభారములో  $N_0$  ప్రత్యేక హైడ్రోజన్ పరమాణువు లున్నవనుకొందము. 98,500 కూలామ్ల విద్యుద్రాశి  $N_0$  పరమాణువులను విడుదలచేయును. ఒకప్రత్యేక పరమాణువును విడుదల చేయుటకు  $\frac{98,500}{N_0} = e$  కూలామ్లు కావలయును. ఇప్పుడు ప్రత్యేక హైడ్రోజన్ పరమాణువుతో కూడియున్న విద్యుద్రాశిని ఏ ప్రయోగముచేనైన నిర్ణయించగలిగినచో  $N_0$  ను లెక్కకట్టవచ్చును. మిల్లికన్ అను నొక అమెరికా భౌతికశాస్త్రవేత్త ఈరాశి 'e' ని  $1.591 \times 10^{-19}$  కూలామ్లు అని నిశితప్రయోగములచే నిర్ణయించెను.

$$\therefore N_0 = \frac{98,500}{1.591 \times 10^{-19}} = 6.02 \times 10^{23} \text{ అగును.}$$

పైని పేర్కొనిన రెండు విధానములును ఒకే ఫలితమును ఇచ్చినవి. ఈ సంఖ్య ( $N_0$ ) కు ఆవాగాడ్రోసంఖ్య అనిపేరు. దీనినుండి ప్రత్యేకాణువుయొక్కభారము దానివ్యాసము మొదలగు అణువునకు సంబంధించిన పరిమాణములను సులువుగా లెక్కించవచ్చును. ప్రతిద్రవ్యముయొక్క అణుభారమందును  $N_0$  అణువులు ఉన్నవి గనుక, అణుభారమును



అణురచన

$N_0$  చే భాగించినయెడల ప్రత్యేకాణుభారము సిద్ధించును. ఇట్లు హైడ్రోజన్ అణువుయొక్క భారము :

$$m_H = \frac{2}{6.02 \times 10^{23}} = 3.32 \times 10^{-24} \text{ గ్రాము.}$$

ఆవాగాడ్రోకల్ప్తన ప్రకారము వివిధద్రవ్యముల అణుభారములు ప్రమాణపరిస్థితులలో 22.4 లీటర్ల ఆయతనమును ఆక్రమించును. ఈ ఆయతనమును ఆవాగాడ్రో సంఖ్యచే భాగించినచో ప్రత్యేకాణువుయొక్క ఆయతనము లభించును ; అణువు గోళాకృతిలో ఉండుననుకొనినచో గోళము యొక్క ఆయతనము  $= \frac{4}{3}\pi r^3$  ( $r$  = గోళార్ధవ్యాసము) దీనినుండి అణుగోళముయొక్క అర్ధవ్యాసము నీ విధముగ తెక్కించవచ్చును.

అణువులయొక్క ఆయతనము 22.4 లీటర్లు. ఇందులో  $N_0$  ప్రత్యేక అణుగోళములు ఉన్నవి. ప్రతిగోళముయొక్క అర్ధవ్యాసము  $r$  అనుకొనినచో  $22.4 = N_0 \times \frac{4}{3}\pi r^3$  అను సమీకరణము లభించును :

$$r^3 = \frac{22.4 \times 3}{6.02 \times 10^{23} \times 4\pi} = \frac{22.4 \times 3}{6.02 \times 10^{23} \times 4 \times 3.1412}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{22.4 \times 3}{6.02 \times 10^{23} \times 4 \times 3.1412}} = 2.07 \times 10^{-8} \text{ సెం.మీ}$$

మే. వ. న.

అణురచన: అణువులు పరమాణువుల కూర్పులు, ఒక అణువునందు ఏయేజాతిపరమాణువులు ఎన్నెన్నియున్నవో తెలియజేయుసాధనమునకు రాసాయనిక సాంకేతికమని పేరు. ఉదాహరణమునకు, నీటిసాంకేతికము  $H_2O$ . ఈ అణువులో హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ పరమాణువులు ఉన్నవని తెలియజేయుటయేకాక ప్రతి ఆక్సిజన్ పరమాణువునకును, రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నట్లుకూడ ఈ సాంకేతికము చెప్పుచున్నది. ఇదిగాక  $H_2O$  అను చిహ్నాలు పరమాణుభారములను కూడ తెలియజేయును. అందువలన  $H_2O$  అను సాంకేతికము 18 గ్రాముల నీటిలో 2 గ్రాముల హైడ్రోజన్ 16 గ్రాముల ఆక్సిజన్ ఉన్నవని సూచించును. యోగికముల యొక్క శాతసంఘట్టనము నుండి ఇట్టి సాంకేతికములను సాధించవచ్చును. కేవలము

హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ పరమాణుభార నిష్పత్తిమారదు. అందుచేత అణువునందున్న పరమాణువుల మొత్తపు సంఖ్యను నిర్ణయించుటకు అణుభారము ఆవశ్యకము.

నీటి సాంకేతికము  $H_2O$  అయినచో అణుభారము 18 అగును ;  $(H_2O)_2$  అయినచో అణుభారము 36 అగును ;  $(H_2O)_3$  అయినచో అణుభారము 54 అగును. ప్రయోగమువలన నిర్ధారితమైన నీటి అణుభారము 18; అందువలన నీటిసాంకేతికము  $(H_2O)_1$ . లేదా  $H_2O$  అని తేలినది. అందువలన శాతసంఘట్టనమువల్ల సిద్ధించు సాంకేతికము పరమాణువుల సంఖ్యల నిష్పత్తినే తెలియజేయును. ఇట్టి సాంకేతికమునకు 'ప్రాయోగికాణు సాంకేతికము' అని పేరు. దీనిని అణుభారముతో సమన్వయించి మనము సంపాదించు సాంకేతికమునకు 'అణు సాంకేతికము' అని పేరు.

తీసికొన్న ఉదాహరణములో ఈ రెండు సాంకేతికములకు భేదమేమియు కనపడలేదుగాని సాధారణముగా కార్బన్ యోగికములందు ఈ రెండును పరస్పరము భిన్నములుగా నుండును. ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నందు కార్బన్, హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ తక్కు ఇతరమయిన మూలద్రవ్యము తెవ్వియు లేవని గుణాత్మక విశ్లేషణమువలన మనకు తెలిసినది.

ఒక నిర్దిష్టభారము ఆసిటిక్ ఆసిడ్ తీసికొని ఆక్సికరించగా వచ్చిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ యొక్కయు, నీటి యొక్కయు భారములను నిర్ణయించవచ్చును. ఇట్టి ప్రయోగములో క్రింది ఫలములు సిద్ధించినవి :

ఒక గ్రాము ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నుండి 1.467 గ్రాములు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, 0.800 గ్రాము నీరు లభించినవి. 1.467 గ్రాములు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ లో  $\frac{12}{44} \times 1.467 = 0.40$

కార్బన్ ఉన్నది. 0.800 గ్రాము నీటిలో  $\frac{2}{18} \times 0.800 = 0.087$

హైడ్రోజన్ ఉన్నది; మిగిలినది ఆక్సిజన్. హైడ్రోజన్, కార్బన్ ల భారములను తీసికొన్న ఆసిటిక్ ఆసిడ్ భారములో నుండి తీసివేసినచో ఉన్న ఆక్సిజన్ భారము సిద్ధించును.

ఆక్సిజన్ భారము =  $1 - (0.40 + 0.087) = 0.513$

కా : హై : ఆ :: 0.40 : 0.087 : 0.513

$$\text{నీటి శాతములు : } = \frac{0.40 \times 100}{1} : \frac{0.087 \times 100}{1} : \frac{0.513 \times 100}{1} = 40 : 8.7 : 51.3$$

ఈ సంఖ్యానిష్పత్తులనుబట్టి యోగికాణువులోనున్న వివిధ పరమాణువుల సంఖ్యలు ఇదమితమని తేల్చుటకు వీలుకాదు. పలన నీటి అణుభారము 18 అయినను, 36 అయినను

ఈ శాతములను ఆయామూల ద్రవ్యముల పరమాణుభారములచే భాగించినచో పరమాణుసంఖ్యా నిష్పత్తి లభ్యమగును.



కా : హై : ఆ ::  $\frac{40}{12} : \frac{6.7}{1} : \frac{53}{16} :: 3.33 : 6.65 : 3.33$

కాని  $3.33 : 6.65 : 3.33 = 1 : 2 : 1$  కనుక ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ప్రాయోగిక సాంకేతికము  $C_1H_2O_1$  అగును.

ఈ ప్రాయోగిక సాంకేతికము యోగికములలో ఒక్కొక్క జాతికి చెందిన పరమాణువులు ఎన్నెన్ని ఉన్నవో చెప్పదు.

రెండవమజిలీ, బాష్పస్థితిలో ఆ యోగికముయొక్క అణుభారమును నిర్ణయించుట. అణుభార నిర్ణయమునకు అనేకపద్ధతులుకలవు. (చూ. అణుభార నిర్ణయము; పు.126) వీటిలో దేనినైన ఉపయోగించి ఆసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్క అణుభారము 80 అని నిర్ణయించవచ్చును. ప్రాయోగిక సాంకేతికములోనున్న ఒక కార్బన్ పరమాణువు భారము (12). రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల భారము ( $2 \times 1$ ). ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు భారము (16) కలిసి 30 కి సమానము కాని ఆసిటిక్ ఆసిడ్ అణుభారము దీనికి రెండింతలు (60) అని తెలిసినది. అందువలన ( $CH_2O$ ) అను ప్రాయోగిక సాంకేతికమును రెట్టించినగాని దాని అణుసాంకేతికము సిద్ధించదు. కొనకు ఆసిటిక్ ఆసిడ్ అణుసాంకేతికము  $C_2H_4O_2$  అని తేలినది.

ఈ అణుసాంకేతికమైనను, యోగికముయొక్క అణువులో రెండు కార్బన్ పరమాణువులును, నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులును, రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులును ఉన్నవనియే చెప్పను. కాని, యోగికముయొక్క స్వభావమును తెలియజేయలేదు. ఏలన యోగికముయొక్క స్వభావము అందున్న పరమాణువును బట్టియే కాక ప్రధానముగా వాటి పరస్పర సన్నివేశములనుబట్టి ఉండును.

ఒకే ప్రాయోగికసాంకేతికము కలిగి అణుభారము ద్విగుణము, త్రిగుణముగా నున్నట్టియు, అణుభారము కూడ సమానమై యోగికాంశముల పరస్పర సన్నివేశములు భిన్నముగా నున్నట్టియు యోగికములు కలవు. అందువలన యోగికముయొక్క స్వభావమును వివరించుటకు ప్రాయోగికసాంకేతికముకాని, అణుసాంకేతికము కాని సంపూర్ణముగా సమర్థములుకావు.

యోగికముయొక్క గుణసర్వస్వమును వివరించగల సాంకేతికమును సంపాదించుట రాసాయనికుని పరమావధి. అట్టి సాంకేతికమునకు రచనాసాంకేతికము, లేదా సార్థక సాంకేతికము అని పేరు.

రచనాసాంకేతికములను నిర్మించుటకు సులభపద్ధతు లేవియును లేవు. యోగికముపై అనేకవిధములగు రాసాయనిక ద్రవ్యముల ప్రభావమును పరీక్షించి యోగికపు

ప్రవర్తనను నిర్ణయించి పరమాణువిన్యాసమును నిర్ణయించవలెను. ఇది సులభమైనపని కాదు. యోగికపు అణుభారము, రచనాక్లిష్టత ఎక్కువగుకొలది, ఈ పరీక్ష కష్టమగును.

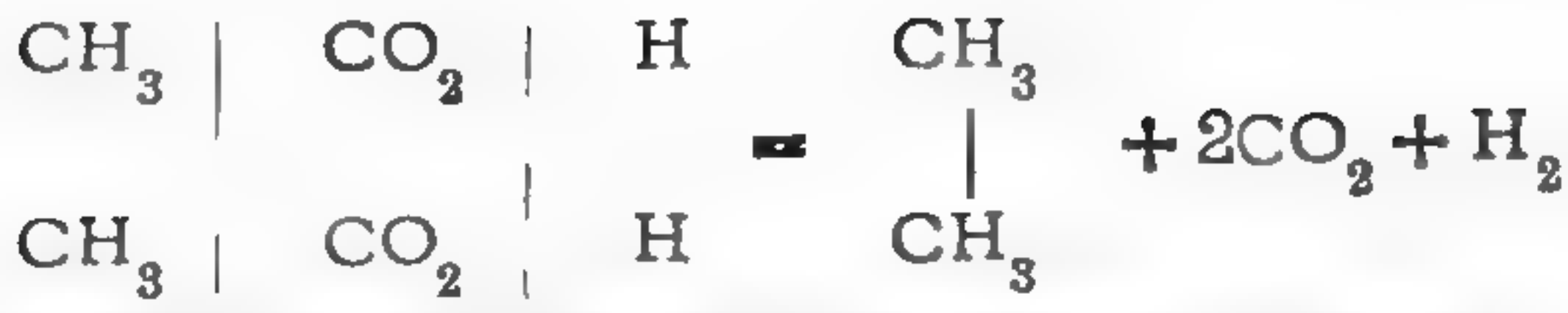
రచనా సాంకేతికమును కల్పించుటకు యోగికము యొక్క గుణపరీక్ష, అటుపై ని యుక్తిసహితమగు కుశాగ్రబుద్ధి కావలెను. మరొకసారి ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నే ఉదాహరణముగా తీసికొని రచనా సాంకేతికమును నిర్ణయింతము.

ఆసిటిక్ ఆసిడ్ అణుసాంకేతికము  $C_2H_4O_2$  అనియును, ప్రాయోగిక సాంకేతికము  $CH_2O$  అనియును చెప్పి యుంటిమి.  $CH_2O$  అనుదానిని అణుసాంకేతికముగా గలిగి దీనికి భిన్నమైనయోగిక మొకటి ఫార్మ్యూల్లిహైడ్ కలదు. అదిగాక  $C_2H_4O_2$  అనుదానిని అణుసాంకేతికముగా గలిగి ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నకు భిన్నమైన మెథిల్ ఫార్మేట్ అను యోగిక మింకొకటి కలదు; అందుచే యోగికముల స్వభావములను ప్రాయోగిక సాంకేతికముగాని అణుసాంకేతికముగాని నిరూపించలేవు.

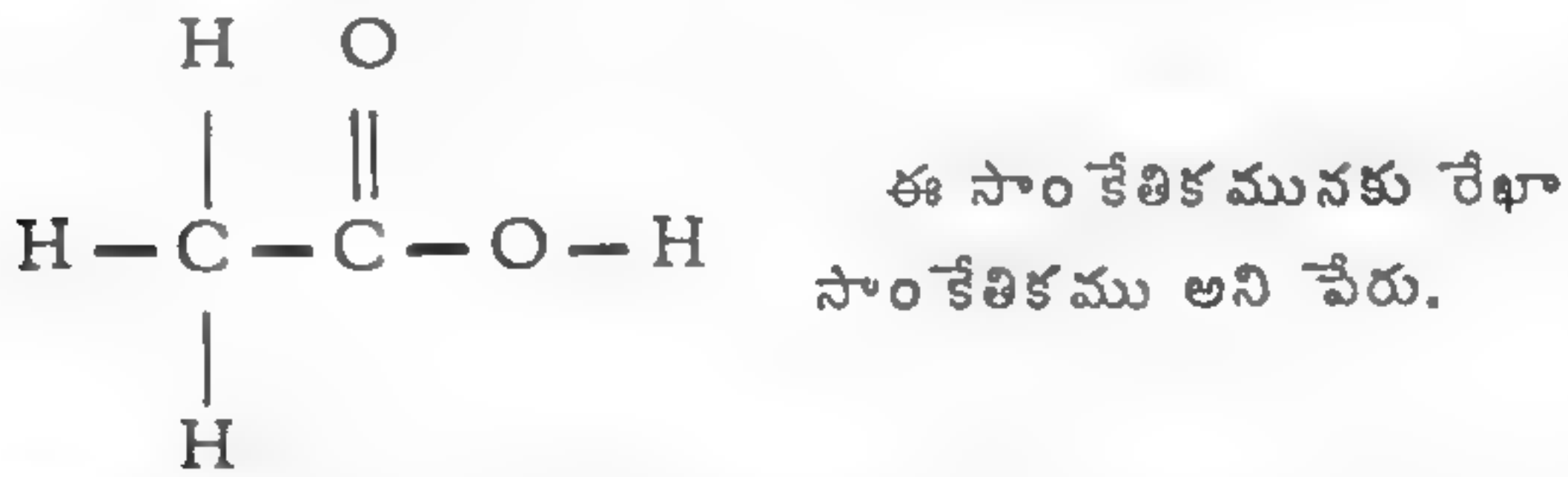
ఆసిటిక్ ఆసిడ్ పై ఏకయోజనీయధాతువు చర్యచే ఆమ్లాణువులోనున్న నాలుగు హైడ్రోజన్ అణువులలో ఒకే ఒకటి ధాతుపరమాణువుచే తొలగించబడును. తక్కిన మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులును ఆమ్లాణువులో నిలిచియుండును. అందుచేత ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు స్థానమును ఆమ్లాణువునందు ప్రత్యేకముగా చూపవలసిన అవశ్యకత కలదు. ఈ దృష్టిలో  $C_2H_4O_2$  అను సాంకేతికములో ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును కేటాయించి  $HC_2H_3O_2$  అని వ్రాయవలెను. అదిగాక ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ తో చేర్చినపుడు ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నందు కేటాయించిన హైడ్రోజన్ పరమాణువు, అందున్న రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులలో నొకదానితో జట్టుకట్టి, పైకివెడలి ఆ OH గణస్థానమున క్లోరీన్ పరమాణువొకటి ఆదేశమగును; అది కారణముగా ఆమ్లాణువునందు ధాతుపరమాణువుచే ప్రతిస్థాపింపబడు హైడ్రోజన్ ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువులో జంటగానున్నదని తెలిసినది. దీనివలన సాంకేతికమును  $C_2H_3OOH$  అని వ్రాయవలసివచ్చినది. మరల ఆసిటిక్ ఆసిడ్ సోడియమ్లవణమును విద్యుద్విశ్లేషణకు గురిచేసినచో, ఋణాగ్రమువద్ద  $H_2$ , ధనాగ్రము వద్ద  $C_2H_6$ ,  $2CO_2$  అను వాయువులు బయటికివచ్చును. విశ్లేషణమువల్ల ఈ ఫలద్రవ్యములను పడయుటకు అనుగుణముగా ఆమ్లాణువు సాంకేతికమును  $CH_3CO_2H$  అని వ్రాయవలెను. అప్పుడు 2 ఆమ్లాణువులు కలిసి ఫలద్రవ్యములు క్రింది విధమున ఏర్పడగలవు :



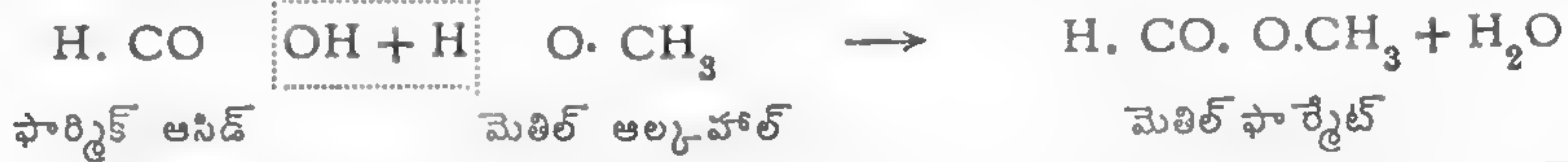
అణువర్ణమాల



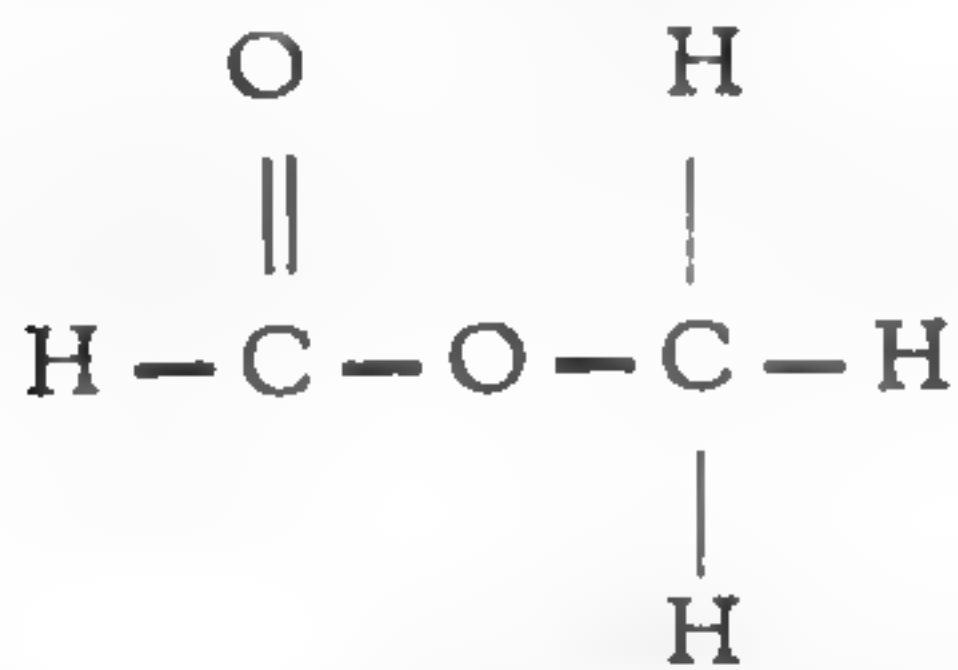
ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ను ఆక్సిహరించినపుడు లభ్యమగు ఆసిటాల్డి హైడ్రేట్ నందు కార్బోనిక్ (CO) గణ మున్నట్లు విశిష్ట ప్రక్రియల సహాయముచే రుజువు చేయవచ్చును. ఈ పై పర్యాయలోచన పర్యవసానముగా ఆసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్క రచనా సాంకేతికమును అనగా సార్థక సాంకేతికమును  $\text{CH}_3\text{COOH}$  అని వ్రాయవచ్చును. ఈ సాంకేతికము ఆసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్క రాసాయనిక చర్యనంతను సమగ్రముగా వివరించగలదు. ఇదివరకు పరిచితమైయున్న కార్బన్, ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ పరమాణువుల యోజనీయ తలను నిరూపించుటకై  $\text{CH}_3\text{COOH}$  అను రచనా సాంకేతికమును విడమర్చి క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును :



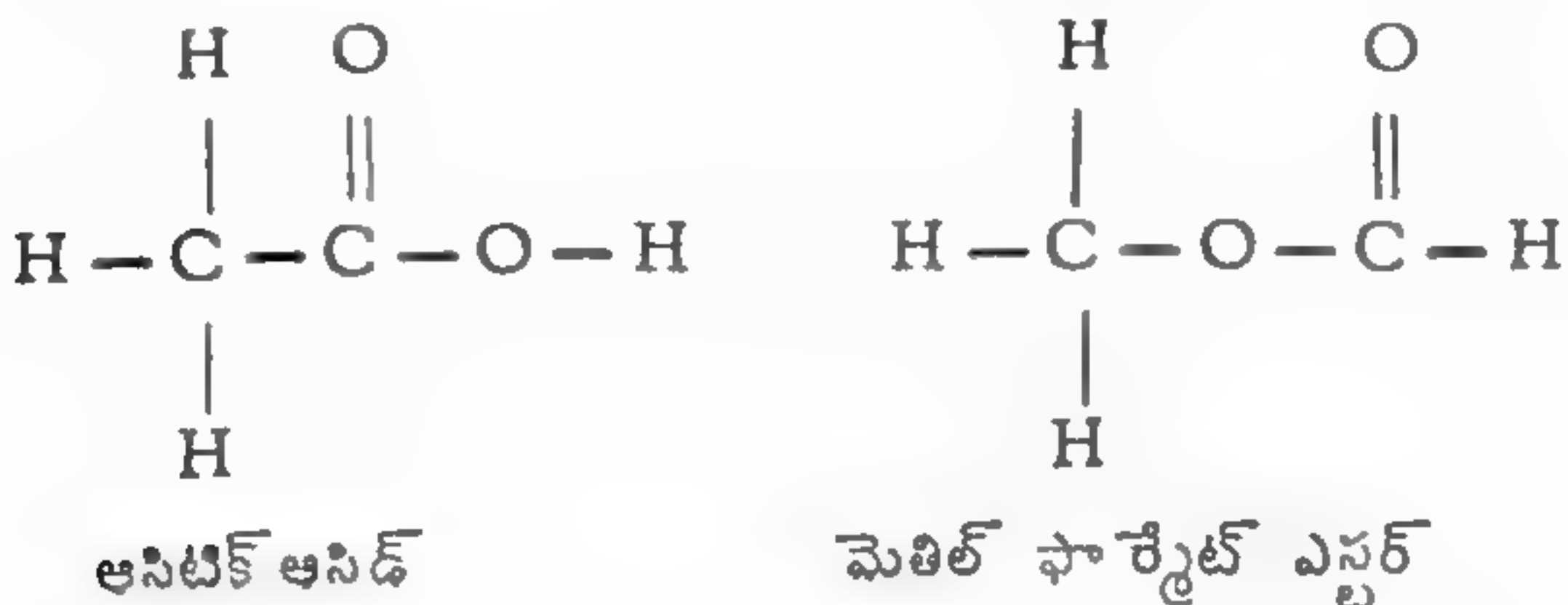
ఆసిటిక్ ఆసిడ్ అణుసాంకేతికము ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ) ను గలిగి ఖిన్నధర్మములుగల మరియొక యాగిక మున్నదని చెప్పి యుంటిమి. ఆ యాగికము ఫార్మిక్ ఆసిడ్, మెథిల్ ఆల్కహోల్ ల సంయోగమువలన ఏర్పడును.



ఇట్టి యాగికమునకు ఎస్టర్ అని పేరు. ఈ ఎస్టర్ ధర్మములయొక్క పరిశీలనవలన రచనారేఖాసాంకేతికమును క్రిందివిధముగా వ్రాయవలసియుండును :



ఆసిటిక్ ఆసిడ్ సాంకేతికమును, ఎస్టర్ సాంకేతికమును దగ్గరచేర్చి చూచినచో వాటి రచనావ్యత్యాసములు సులభముగా గోచరమగును :



ఈ రెండు రచనలలోనున్న కార్బన్, హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ పరమాణువుల సంఖ్యలు సమానములు అయినను, వాటి రచనాభేదమునుబట్టి యాగికస్వభావభేదము సంభవించినది. అణురచనా నిర్ణయమున కుపయోగించు కొన్ని పద్ధతుల చెప్పియుంటిమి. ఇంకను క్లిష్టతరమైన యాగికముల అణురచనను గుర్తించుటకు సమాంగరూపత మొదలగు సంఘటనల అనుశీలన ఆవశ్యకము (చూ. ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్లు). మే. ప. న.

అణువర్ణమాల : చూ. వర్ణమాల.

అణుసాంద్రతా నియమము : చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము.

అణ్వస్త్రములు : 'ఆటం' (పరమాణువు) విచ్ఛేదన నుండి జనించిన శక్తి ప్రాతిపదికగా బాంబులను తయారు చేయుచున్నారు, గాని 'అణువు' నుండి కాదు. అయినను అణ్వస్త్రములు అనుట వాడుకయైనది (చూ. ఆటంబాంబు). \* \* \*

అతాపకప్రక్రియ : వేడి వెలుపలకు పోవుటకుగాని లోపలికి ప్రవేశించుటకుగాని వీలులేని పరిస్థితులలో జరిపించబడు ప్రక్రియకు 'అతాపకప్రక్రియ' అని పేరు. ప్రక్రియ యందు పాల్గొను ద్రవ్యవిశేషములను వేడికి చొరరాని ఆవరణయందు బంధించి ప్రక్రియను అతాపక పరిస్థితులలో జరిపించ వచ్చును. కాని, జగత్తులో వేడికి

బొత్తిగా చొరరాని ద్రవ్యములు ఏవియు లేవు. అందువలన తాపనిరోధకములగు ఆవరణలను సృజించుట దుర్లభము. కాని, ఒక ప్రక్రియను ఒక పాత్రలో అతిశీఘ్రముగా జరిపించినచో లోపలినుండి వేడి పాత్రగోడల ద్వారా వెలుపలికి పోవుటకుగాని, వెలుపలి నుండి లోపలికి వచ్చుటకుగాని కాలావధి చాలదు. అతాపకప్రక్రియను ప్రాయోగికముగా నిర్వహించుటకు ఇదియే ఉపాయము.

శక్తిశాస్త్ర నియమములను ప్రాయోగికముగా స్థాపించుటయందు అతాపకప్రక్రియకు మహత్తరమైన ఉపయోగము కలదు (చూ. శక్తిశాస్త్రము).

అతాపకప్రక్రియకు ప్రతియోగియగు ప్రక్రియ సమతాపప్రక్రియ. అనగా, వేడిని బాహ్యముగా చొరనిచ్చు పాత్రలో జరిపించు ప్రక్రియ. ప్రక్రియ జరుగునంత కాలమును, పాత్రలో ప్రక్రియలో పాల్గొనుచున్న ద్రవ్యములు, పరిసరములతో తాపసమతాస్థితిలో నుండును. ప్రక్రియజరుగునపుడు పాత్రలో ఉష్ణము జనించిన వైనున్న



పరిసరములు దానిని తగ్గించియు, ఉష్ణత లోటువడినచో పరిసరములు దానిని సరఫరాచేసియు, మొత్తముమీద పాత్రయొక్క తాపక్రమమును స్థిరముగా నుంచును. ఒకే ప్రక్రియను అతాపక, సమతాప పరిస్థితులలో ప్రత్యేకముగా జరిపించినపుడు, ప్రక్రియాఫలములు చాల భిన్నముగా నుండును. ఉదాహరణమునకు - ఒక నిర్దిష్ట రాశివాయువుపై నున్న ప్రేషమును తగ్గించినను, హెచ్చించినను, దాని ఆయతనము విలోమ నిష్పత్తిలో హెచ్చుట, తగ్గుట తటస్థించునని బోయిల్ నియమము సూచించును. కాని, వాయువును, పరిసరములును పరస్పరతాప వినిమయ పరిస్థితులలో నున్నపుడే ఈ నియమము చెల్లును. అతాపకపరిస్థితులలో ఒకవాయువుపై ప్రేషమును మార్చినచో, సిద్ధించు ఆయతనము బోయిల్ నియమము\*ను అనుసరించదు (చూ. వాయువులు).

అధిచూషణ : చూ. కొల్లాయిడ్లు.

అనిశ్చయతా సూత్రము : న్యూటన్ చే ప్రతిపాదితమైన గతిశాస్త్రనియమముల సర్వతోముఖ విజయము, వర్తమాన సంఘటనల జ్ఞానమును ఆధారముచేసికొని భావి సంఘటనల పూర్వ నిర్దేశము నిరపహతముగ సాగింపవచ్చునను అచల విశ్వాసమును వైజ్ఞానికులకు జనింప చేసినది. “ప్రాథమిక తేజోమేఘములందు పరమాణువుల విదిత విభజన స్థితిని ఆశ్రయించి, మహామేధావి యగు గణితజ్ఞుడు విశ్వము యొక్క భావి చరిత్రనంతటిని ముందుగా నిర్దేశించ గలడు.” అను లాప్ లాస్ (1749-1827) చేసిన ప్రతిజ్ఞ నాటి వైజ్ఞానికుల ప్రపంచ సంఘటనల నిశ్చిత పథానువర్తనమును గురించిన భావమును వెల్లడి చేయుచున్నది.

ఈ అపోహను పరిత్యజించుట - నేటి వైజ్ఞానిక దృక్పథ విశిష్టలక్షణము. విశ్వరచనకు అంతిమ ఘటకములగు ఎలక్ట్రాన్ల, ప్రోటాన్ల ప్రవర్తనకు అశిథిల నిశ్చితత్వ సూత్ర మన్వయించునట్లగపడదు. దృష్టాంతమునకు ఒక కాంతికణము (ఫోటాన్) నకు గాని, ఎలక్ట్రాన్ నకుగాని రెండు గమనమార్గములు ఎదురు పడినపుడు అవి ఏ మార్గమును పట్టునో అను స్రశ్నకు సంభావ్యతాగణనను ఆశ్రయించియే సమాధానము నీయగలము. ఒకప్రయోగమందది ఒక మార్గమును స్వీకరించును. మునుపటి పరిస్థితులందే ప్రయోగమును మరల మరల గావించినచో అది ఇతర మార్గమును స్వీకరించును. ఈ ప్రయోగమును పలు మారులు మరల మరల గావించితిమేని, ఆ కాంతికణము

లేదా ఎలక్ట్రాన్ ఆ మార్గముల దేనిని అనుసరించునో ఆ లెక్కను శాతముల క్రింద వ్యక్తపరుచవచ్చును ఇట్టి ప్రయోగముల ఫలితములను ఆధారముగ చేసికొని ఆ కాంతికణము ఆ రెండిటి నొక మార్గమును స్వీకరించుటకు గల సంభావ్యతను ఒకనియమరూపమున వెల్లడి చేయవచ్చును.

ఇట్లు దాని చలన ప్రకారమునకు గల సంభావ్యతనే సూచించగలము గాని దాని వర్తమాన స్థితినుండి దాని భావి ప్రవర్తనను నిశ్చయముగ నిర్దేశించలేము. కాని ఎలక్ట్రాన్ల చాలినంత సంఖ్యను గ్రహించినచో (వైజ్ఞానికుని అన్వేషణకు విషయమగు ఏ ద్రవ్య శకలమందైనను ఎలక్ట్రాన్ల బహుళ సంఖ్యాపరిస్థితియే ఉండును) ఈ బాహుళ్యమందు వీటి వైయక్తిక వికారచేష్టలు పరస్పర పరిమార్జితములగుటచేత వాటి సామూహిక ప్రవర్తన నిశ్చిత నిర్దేశమునకు విషయము కాగలదు.

ఎలక్ట్రాన్ గతిని తగినంత నైశిత్యముతో పరీక్షించితిమేని అది ఏమార్గమును పట్టునో నిశ్చయముగ చెప్పటకు వీలిచ్చు పరిస్థితుల గుర్తించవచ్చు నని మన మొక వేళ అనుకొనవచ్చును. కాని దాని గతిని చెరచకుండ ఎలక్ట్రాన్ ను పరీక్షించలేము. ఏలన బాహ్యప్రపంచముతో అది ప్రతికరించు సందర్భమునందే దాని ఉనికిని మనము గుర్తించగలము. ప్రపంచ సంఘటనలయందు పాల్గొనని ఎలక్ట్రాన్ ప్రత్యవేక్షణ విషయము కానేరదు. ఇంతేకాదు వస్తువులు కంటికగపడవలె ననిన వెలుతురు అవసరముకదా! అట్టి వెలుతురుశక్తి ఒక క్వాంటం మేరకైన ఉపభుక్తము కాకుండ ఎలక్ట్రాన్ మన లక్ష్యపథమున పడదు (గరిష్ఠ సామర్థ్యముగల సూక్ష్మదర్శని పరికరమందైనను అది మన కంటి కగపడదు). ఇట్లు ఎలక్ట్రాన్ ను గుర్తించుటకు ఉపయుక్తమైన శక్తికణము దాని చలనమును పూర్వ నిర్దేశమునకు వీలుగానంత చెరచును. ఈ విషయమును గురించి తీవ్రసమాలోచనను గావించిన సైజన్ బర్గ్ విజ్ఞాని “ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్థానము, చలనవేగము ఈ రెండిటిలో నేదో ఒక దానినే నిశ్చయముగ ప్రయోగముచే నిర్దేశించగలము. రెండిటిని ఒకేమారు నిశ్చయముగ నిరూపించలేము” అను ‘అనిశ్చయతా సూత్రము’ ను నిర్వచించెను. స్థాననిర్దేశమును నిశితముగాజేయ ప్రయత్నింతుమేని ఆ మేరకు వేగనిరూపణము అనియతమగును. వేగమును యథావస్థితముగ గణించనెంతుమేని స్థానము అస్పష్టమగును. ఎలక్ట్రాన్ ప్రవర్తన నిశితనిర్దేశ విషయమైననూ మన మాన పరికరములు సహజముగా అసమర్థములని ఈ సూత్రము వ్యక్తపరచుచున్నది అని యందుమా? లేదా

\* అనగా,  $p \propto \sqrt{E}$  స్థిరపదము, అను సమీకరణమును అనుసరించదు.  $p \propto E$  స్థిరపదము అను సమీకరణమును అనుసరించును.



ప్రపంచ స్థూల వస్తుప్రవర్తనకు అన్వయించు అశీథిల కారణతానియమము ప్రకృతియందు మౌలిక సంఘటనలకు పట్టదని సూచించుచున్న దందుమా ! ఈ విషయమై నేటి వైజ్ఞానికులు రెండువిరుద్ధపక్షముల విభక్తమై యున్నారు. ప్రకృతి సహజముగనే అనిశ్చయ స్థితియందున్నదని పలుకు వారు, ఎన్నడును ఆవిష్కార విషయము కాని కారణతానియమమును గృహీత పక్షముగ స్వీకరించనేల ? మన మాన పరికరములు అశీథిల నిశ్చితత్వమును నిరూపించ సమర్థములు కానిచో ప్రకృతియందు నిశ్చితత్వమును నిరూపించ సమర్థములు కానిచో ప్రకృతియందు నిశ్చితత్వమున్నదని ఎందుకు అనుకొనవలెను. ప్రత్యవేక్షణీయాంశముల పరిత్యజించినచో వివరణ సాధ్యముకాదను ప్రస్తుత వైజ్ఞానిక దృక్పథ మందీ ప్రశ్న ఎంతేనియు సార్థకము. ప్రత్యవేక్షణీయములన భౌతిక ప్రక్రియలచే గుర్తించబడునవి. దృష్టాంతమునకు భ్రమణమును స్వీకరించిన ఒక వస్తువు ప్రదర్శించు కేంద్రావసారిబలములను అన్యనిరపేక్షముగ ఆ వస్తువునకు గల సంబంధమును ఆధారముగ చేసికొని న్యూటన్ వివరించెను. ఐన్ స్టయిన్ సిద్ధాంతము ప్రకారము నిరపేక్ష ఏ భౌతిక ప్రక్రియలకును వివృతి విషయముకాదు. ఇంకనొక దృష్టాంతము. బోర్ మొదటి పరమాణురచనా సిద్ధాంతమందు కేంద్రకముచుట్టు భ్రమించుచుండు ఎలక్ట్రాన్ ఒక కక్ష్యనుండి ఇంకొక దానికి దాటుచుండు ననుకొనవలె నని చెప్పెను. ఎలక్ట్రాన్ దాట్లను గ్రహించినపుడే అది ఇతర ప్రపంచముతో ప్రతికరించును. అనగా దాని ప్రవర్తన ప్రత్యక్షగోచరమగును. దాటుటకు పూర్వమది పరమాణు కక్ష్యలో స్థిరముగా తిరుగుచున్నపుడు ప్రత్యవేక్షణ విషయము కానేరదు. అందువలన బోర్ పరమాణు ప్రతికృతియందు అప్రత్యవేక్షణీయాంశము ఒకటి గలదు. అందువలననే హైజన్ బర్గ్ తన పరమాణు సిద్ధాంతములో అప్రత్యవేక్షణీయాంశముల నన్నిటిని బహిష్కరించెను. ప్రకృతి మౌలిక సంఘటనల నుండి నిశ్చితత్వ బహిష్కారము ప్రస్తుత వైజ్ఞానిక దృక్పథమునకు తగి యున్నదియే. కాని అనిశ్చిత సంఘటనల భావించుట సాధ్యమా అను ప్రశ్న ఇంకనూ సమాధానము నపేక్షించు చునే యున్నది. మే. వ. స.

**అనునదనము :** ఈ పదము ప్రాయోగిక శాస్త్రములలో రెండు సందర్భములలో - 1. భౌతిక విజ్ఞానము. 'ధ్వని' ; 2. రాసాయనిక శాస్త్రము - మనకు తారసిల్లు చున్నది. ఇప్పుడు వీటి ప్రత్యేక అర్థములను పరిశీలించము.

**ధ్వనిలో అనునదనము:** ప్రక్కచిత్రములో సందంశమందు విగించబడి కొనను గోళము కలిగిన స్ప్రింగ్ ఒకటి చిత్ర

తమైయున్నది. అట్టి పరికరమును మన మొక వైపునకు వ్రేలితో కొంచము ఒరిగించి చట్టునవదలివేసిన, స్ప్రింగ్ అటునిటు కొంతసేపటివరకు కంపించును. దాని సహజ కంపనవేగము సెకనుకు 10 చొప్పున ఉన్నదనుకొందము.



సందంశములో విగించిన గోళము కలిగిన స్ప్రింగ్

సెకనుకు 25 మార్లు ఇటు నటు దానిని ఊపగల బలమును, విశ్రాంతస్థితిలో ఈ స్ప్రింగ్ పై ప్రయోగించిన ఏ మ గు నో చూతము. బలము ప్రయోగించుటకు మొదలిడిన కొలది కాలములో స్ప్రింగ్ నియతముగా సెకనుకు 25 మార్లు ఇటు నటు ఊగుటకు ప్రారంభించును. కాని, ఈ అవస్థలో స్ప్రింగ్ యొక్క కంపనవిస్తారము చాల తక్కువగ నుండును. ఏలననగా, గోళముతో కూడు

కున్న స్ప్రింగ్ తన సహజకంపన వేగమగు సెకనుకు 10 కంపనములతో స్పందించుటకు యత్నించును. అనగా, తన సహజ స్పందన వేగముకన్న ఎక్కువగానున్న స్పందనవేగమును తనకు బలవంతముగా నంటగట్టిన పైబలపుప్రవృత్తిని ప్రతిఘటించుటకు కొంతవరకు ప్రయత్నించును. ఇట్టిస్థితిలో స్ప్రింగ్ యొక్క స్పందనము బలాత్కారస్పందన మన బడును. ఇప్పుడు బాహ్యప్రేరణబలముయొక్క ఆవృత్తిని సెకనుకు 25 నుంచి 10 వరకు తగ్గించిన, స్ప్రింగ్ కంపన విస్తారము గరిష్ఠమూల్యమును గ్రహించును. స్ప్రింగ్ యొక్క ఈస్థితి అనునదనము అందుము.

**రాసాయనిక శాస్త్రము**ందు మనకు తారసిల్లు అనునదనమును గురించి ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్లు అను శీర్షిక చూడనగును. మే. వ. స.

**అనుస్మృత ధర్మములు :** చూ. ద్రావణములు II.

**అపురూప ధాతువులు :** చూ. అపురూప మృత్తులు.

**అపురూప మృత్తులు :** ఊరమృత్తు లని పిలువబడు కాల్షియమ్, జేరియమ్ ఆక్సైడ్లవంటి కొన్ని త్రియోజ



నీయ ధాతువుల ఆక్సైడ్లకు మృత్తులని పేరు. ఈ ధాతువులరుదుగా దొరుకుటచే వీటి ఆక్సైడ్లకు అపరూపమృత్తులని పేరు. ఈ ధాతువుల సంఖ్య పదునైదు. అవి ఆవర్తక్రమములో 57 వ మూలద్రవ్యమగు లేంఠెనెమ్ నుండి 71 వ మూలద్రవ్యమగు లూటీషియమ్ వరకు వ్యాపించియున్నవి. ఈ ధాతువు లన్నియు త్రియోజనీయములు. సిరియమ్, లేంఠెనెమ్, ప్రాసియోడిమియమ్లు చతుర్వీజనీయములుగా కూడ ప్రవర్తించును. రాసాయనికముగా నివి అత్యంత సదృశములు. అందుచే నివి అన్నియు కలిసియే ప్రకృతిలో ఖనిజములుగా దొరుకును. వాటిని ప్రత్యేకముగా విడదీయుట దుస్సాధ్యము. ఈ ధాతువు లన్నియు మిక్కిలి ప్రబలమైన ఆక్సిహరణద్రవ్యములు. ఇవి తక్కిన మూలద్రవ్యములతో రాసాయనికముగా సంయోగించినపుడు ఆవిర్భవించు అమితమైన ఉష్ణతాశక్తియే వీటి ఆక్సిహరణ సామర్థ్యమునకు కారణము. ఆక్సిజన్ కార్బన్ డైఆక్సైడ్, తేమ - వీటి సంవర్కమున ధాతువులు మార్పు చెందును. ఈ ధాతువులను మూడు తరగతులుగ విభజించవచ్చును : 1. సిరియమ్మృత్తులు ; 2. టెర్బియమ్మృత్తులు ; 3. యిట్టెర్బియమ్మృత్తులు.

క్రింది పట్టిక ప్రత్యేకధాతువుల పరమాణుభారములను, వాటి లవణములయు, ఆక్సైడ్లయు రంగులను చూపించును :

### 1. సిరియమ్ మృత్తులు

| ధాతువు               | పరమాణుభారము | లవణపురంగు                                    | ఆక్సైడ్ రంగు |
|----------------------|-------------|--|--------------|
| సిరియమ్ (Ce)         | 140.18      | Ce III రంగు లేనిది<br>Ce IV పసుపు లేదా ఎరుపు | —            |
| లేంఠెనెమ్ (La)       | 138.92      | రంగులేదు                                     | —            |
| ప్రాసియోడిమియమ్ (Pr) | 140.91      | లేతఆకుపచ్చ                                   | పసుపుపచ్చ    |
| నీవోడిమియమ్ (Nd)     | 144.27      | గులాబి                                       | డీదా         |
| సమేరియమ్ (Sm)        | 150.35      | చిలకపచ్చ                                     | పసుపు        |

### 2. టెర్బియమ్ మృత్తులు

| ధాతువు           | పరమాణుభారము | లవణపురంగు | ఆక్సైడ్ రంగు |
|------------------|-------------|-----------|--------------|
| యూరోపియమ్ (Eu)   | 152.0       | గులాబి    | గులాబి       |
| గెడోలినియమ్ (Gd) | 157.28      | రంగులేదు  | రంగులేదు     |
| టెర్బియమ్ (Tb)   | 158.93      | గులాబి    | గులాబి       |

### 3. యిట్టెర్బియమ్ మృత్తులు

| ధాతువు             | పరమాణుభారము | లవణపురంగు      | ఆక్సైడ్ రంగు |
|--------------------|-------------|----------------|--------------|
| డిస్ప్రోసియమ్ (Dy) | 162.51      | ఆకుపచ్చ        | రంగులేదు     |
| హోల్మియమ్ (Ho)     | 164.94      | నారింజ         |              |
| ఎర్బియమ్ (Er)      | 167.27      | ఎరుపు          |              |
| థూలియమ్ (Tm)       | 168.94      | లేతనీలిఆకుపచ్చ | —            |
| యిట్రియమ్ (Y)      | 88.91       | రంగులేదు       | రంగులేదు     |
| యిట్టెర్బియమ్ (Yb) | 173.04      |                |              |
| స్కాండియమ్ (Sc)    | 44.98       |                |              |
| లూటీషియమ్ (Lu)     | 174.99      |                |              |

వాటి యాగికములలో నివి అల్యూమినియము మొదలగు త్రియోజనీయ మూలద్రవ్యముల పోలియుండవు. ద్వియోజనీయజ్వరమృత్తులగు కాల్షియమ్, బేరియమ్ ధాతువులతో వీటికి సాదృశ్యములు మెండు. కాని యిట్టెర్బియమ్ తరగతికి చెందియున్న ధాతువులు సిరియమ్ తరగతికి చెందిన వాటంత జ్వరములుకాక అల్యూమినియమును పోలియుండును.

వీటిలో లేంఠెనెమ్, సిరియమ్, నీవోడిమియమ్లు తక్కిన వాటికన్న మెండుగా దొరుకును. యూరోపియమ్, టెర్బియమ్, థూలియమ్లు బహు అరుదు.

మొదటితరగతి ధాతువులు మోనజైట్, స్పైరైట్, ఆలనైట్ ఖనిజములలో విస్తారముగా నుండును. రెండవ తరగతి ధాతువు లన్నియు సామర్ స్కైట్ లో దొరకును. మూడవ తరగతికి చెందిన ధాతువులనిచ్చు ఖనిజములు గెడోలిన్జైట్, గ్సెనోటైమ్, యూగ్సెనైట్.

అపరూపమృత్తుల ఉనికి : నార్వే, యునై టెడ్ స్టేట్స్, దక్షిణ అమెరికా (బ్రెజిల్), ఇండియా (తిరువనంతపురము కోస్తా), ఆస్ట్రేలియా, సిలోన్ దేశములలో అపరూప మృత్తుల నిచ్చు ముడిఖనిజములు లభించుచున్నవి.

యాగికములు - ఆక్సైడ్లు : హైడ్రాక్సైడ్లను, నైట్రేట్లను, ఆక్సలేట్లను కొంచెము కష్టముగా సల్ఫేట్లను కాల్చుటవల్ల ఆక్సైడ్లు లభ్యమగును. కాని ఆక్సైడ్ల గుణములు వాటిని తయారుచేయు విధానమును బట్టి ఉండును. ఆక్సలేట్ల నుండి తయారు చేయబడిన ఆక్సైడ్లు రాసాయనికముగా చాల చురుకైనవి.

హైడ్రాక్సైడ్లు : అమోనియానుగాని, పొటాష్ జ్వరమునుగాని ఈ ధాతువుల లవణద్రావణములకు చేర్చిన హైడ్రాక్సైడ్లు ఏర్పడును. ఇవి జిగురుగానుండు ద్రవ్యములు ; అవతేపక ద్రవ్యాధికములో మరల విలీనము కావు.



## అపురూప మృత్తులు

ఈ ఆక్టెన్సిడ్ల ఉత్పత్తి తాపము అత్యధికము. తక్కిన ధాతువులేవియు ఆక్సిజన్ తో ఇంత రాసాయనికమైత్రిని కనుపరచవు. అందుచే ఈ ధాతు ఖనిజములనుండి ధాతువులను వేరుచేయకుండ విద్యుత్ సహాయమున ఆక్సిహరణము వలన లభ్యమగును. 'మిష్ మెటల్' అను పేరుగల మిశ్రమ ధాతువు అల్యూమినియముకన్న బలవత్తరమైన ఆక్సిహరణ సాధనము. అందుచే దీనిని ధాతుఆక్టెన్సిడ్లనుండి ధాతువులను విడదీయు గోల్డ్ స్మిట్ విధానమందు ముఖ్యముగా వాడుదురు. ఈ ధాతువులకు ఆక్సిజన్ తో రాసాయనికాను రాగ మధికమగుటచేత ఆక్సిహరణ విధానమున వీటిని సంపాదించుట కష్టము. విద్యుద్విశ్లేషణ విధానము వీటి సాధనకు సులభమైన మార్గము.

ఆక్టెన్సిడ్ల లవణాధారత కొంచె మించుమించుగా ధాతువుల పరమాణుభారముపట్టి యుండును. సిరియమ్ వర్గమునకు చెందిన ధాతువుల ఆక్టెన్సిడ్లకు లవణాధారగుణము గరిష్ఠము. అందునను La, Pr, Nd, Ce III, Tm, టెర్బియమ్ మృత్తులు, యిట్రెర్బియమ్ మృత్తులు, Sc, Ce IV ఈ నిరూపిత క్రమములో లవణాధారత తగ్గును.

ధాతుసాధన : అపురూపమృత్తులను మిశ్రమ నుండి ప్రత్యేకముగా విడదీయుటకుముందు వీటిని తక్కిన సాధారణద్రవ్యములనుండి వేరుపరచుట అవశ్యకము. ఈ పృథక్కరణమునకు రెండు విధానము లున్నవి. అందు మొదటిది ఆక్సలేట్ విధానము ; రెండవది సల్ఫేట్ విధానము.

1. ఆక్సలేట్ విధానమునందు అపురూపమృత్తుధాతువుల ఆక్సలేట్లు ఖనిజామ్లములలో కరుగవు. అందుచే మిశ్ర ధాతువులుగల ఆమ్లద్రావణమునకు అమోనియమ్ ఆక్సలేట్ కలిపినచో అపురూపమృత్తుల ఆక్సలేట్లు మాత్రము అవక్షేపముగా బయటకు వచ్చును. మొదట అవక్షేపము ముద్దగా అంటుకొనుచున్నట్లుండినను క్రమముగా అది స్ఫటికముగా మారును.

2. సల్ఫేట్ విధానమునందు తాపక్రమము పొచ్చిన కొలది ద్రావణీయత తక్కువగుట ఈ సల్ఫేట్ల విశిష్ట గుణము. అందుచేత సల్ఫేట్ల మిశ్రమను వేడిచేసినచో అపురూపమృత్తుధాతువుల సల్ఫేట్లు మెల్లగా క్రిందికి అవక్షేపించి సాధారణ సల్ఫేట్లు ద్రావణములో నిలచిపోవును.

ధాతు శోధన : ఈ పై రెండు విధానములలో దేనిచేత నైన వేరుపరచబడిన అపురూపధాతు లవణమిశ్రమను ప్రత్యేకధాతు యాగికములక్రింద విడదీయుటకు వివిధ విధానములు కలవు. ఇందు ముఖ్యముగా ఉపయోగించు నవి : 1. స్ఫటికీకరణ విధానము ; 2. లవణాధార తార

తమ్యతావిధానము. ఈ విధానములు స్థూలముగా క్రింద వివరించడమైనది :

అపురూపమృత్తుధాతువుల సల్ఫేట్లు ద్రావణీయత లో చాల తారతమ్యమును కనపరచును. ఈ ద్రావణీయతా భేదము డబుల్ సల్ఫేట్లయందు అధికముగాను, డబుల్ నైట్రేట్లలో అంతకన్న ఎక్కువగాను కననగును. అందుచే స్ఫటిక పృథక్కరణమునకు డబుల్ నైట్రేట్ల ఉపయోగము పొచ్చు.

ఈ స్ఫటికపృథక్కరణము తక్కినవాటివంటిదే ; కాని దీని నిర్వహణ చిత్రమైనది. దీనిని ఫలప్రదముగా నిర్వహించుటకు వేలకొలది స్ఫటికీకరణములు అవసరము. అది క్రింది విధానమున నిర్వహించనగును :

కొనకు శుద్ధమై తూచుటకుచాలినంత ద్రవ్యరాశిని సంపాదించవలెననిన ప్రారంభద్రవ్యరాశి అనేక కిలో గ్రాము లుండవలయును. ఈ రాశిగల ద్రావణమును ఆరు లేక ఎనిమిది అంశలుగా, ఆంశికస్ఫటికీకరణమునకును గురి చేయవలయును. ఇందలి ప్రతిఅంశను మరల ఆంశికస్ఫటికీకరణము కావించవలయును. తక్కువ ద్రావణీయత కలిగినభాగము వెలువడి ఎక్కువ ద్రావణీయతకలిగిన భాగము శేషద్రావణములో విలీనమై యుండును. మొదటి అంశముయొక్క శేషద్రావణమును రెండవఅంశనుండి లభ్యమైన స్ఫటికములతోను, రెండవ అంశసంబంధమైన శేషద్రావణమును మూడవఅంశనుండి వచ్చిన స్ఫటికములతోను, ఇట్లే తుదిఅంశవరకును కలుపవలయును. ఇట్లు లబ్ధ ములగు మిశ్రములన్నిటిని మరల మరల స్ఫటికీకరణము కావించుచు స్ఫటికములు, శేషద్రావణముక్రిందను వేరు పరచి తక్కువద్రావణీయతగల అంశనుండి లబ్ధమగు శేష ద్రావణమును పొచ్చుద్రావణీయతగలిగిన స్ఫటికీకృతాంశతో చేర్చవలెను. ఇట్లు ప్రతిఅంశమును ఉపయోగించి వీటిని మరల ఆంశికస్ఫటికీకరణమునకు గురిచేసినచో మొదటి అంశలు కనిష్ఠ ద్రావణీయత కలిగినవి. తుది అంశలుగా మిగిలియున్న శేషద్రావణములోనున్న ద్రవ్యములు గరిష్ఠ ద్రావణీయతగల ద్రవ్యములై ఉండును. వేలకొలది ఆంశికరణములను నిర్వహించిన తరువాత లబ్ధ మగు ప్రథమ అంత్యభాగములు ఇంచుమించుగా శుద్ధ ద్రవ్యములుగానే పరిణమించును. ఇట్లు రెండుకొనల శుద్ధ ద్రవ్యములను వేరుపరచిన తరువాత మధ్యాంశలను మరల ఆంశికరించవలయును. కాని ముందుకన్న ఆంశికరణ ప్రయోగసంఖ్య తగ్గుచుండును. ఇట్లు లేంటెనెమ్, టెర్బియమ్ మధ్యనున్న మృత్తులను విడదీయ వచ్చును.



లవణాధార తారతమ్యవిధానమునందు అపురూప మృత్తుధాతు ఆక్సైడ్ల లవణాధారతలయందు చాల హెచ్చుతగ్గులున్నవి. ఈతారతమ్యము వీటిని ఒకదానినుండి మరియొకటి వేరుపరచుటకు ఉపయోగించ వచ్చును. లవణ మిశ్రద్రావణమునకు హైడ్రాక్సిల్ అయన్లుగల ఏ ద్రావణమునైన కొంచెము కొంచెముగా కలిపిన దుర్బల తమమైన లవణాధారము ముందు అవక్షేపముగా దిగును. తరువాత బలమైన లవణాధారములు, కొనకు బలవత్తమ మైన లవణాధారములు బయటపడును. ఈ అంశావక్షేప ములను ఆప్లుములో మరల విలీనముచేసి తిరిగి ఆంశిక అవక్షేపములను కావించి ఈ పద్ధతిని అనేకసారులు పర్యాయక్రమమున సాగించిన అపురూపమృత్తులను వేరు వేరుగా విడదీయవచ్చును.

కాని ఒక విషయముమాత్రము జ్ఞాపక ముంచుకొన వలయును. ఒకేపద్ధతిని వాడుకచేసి ఈ మృత్తులను విడ దీయుట దుస్సాధ్యము. తరుచుగా విడదీయుటకు వీలులేని భాగములు కూడ లభ్యమగుచుండును. అట్టిపరిస్థితిలో పద్ధతిని మార్చినచో విభజన మరికొంతమట్టుకు సాగించ వచ్చును. అందుచే అనేకవిధములగు స్ఫటికీకరణములను, లేక స్ఫటికీకరణములతో అవక్షేపవిధానములను కూడ మార్చి మార్చి ఉపయోగించినఫలము పొందవచ్చును. అప్ప టికిని కొన్నికొన్ని ధాతువులవిషయమై వాటి శుద్ధత్వమును రాసాయనికముగా రుజువు పరచుట వీలుకాదు. అట్టిచో ఆప్టన్ యొక్క మాస్ స్పెక్ట్రోగ్రఫీ విధానమే శరణ్యము.

లబ్ధమైనధాతువుశుద్ధమో, కాదో కనుగొనుటకు రెండు మార్గములు కలవు. అందు మొదటిది-వివిధాంశలనుండి ధాతువుయొక్క తుల్యకభారమును నిర్ణయించి అది ప్రతి అంశకును మారకుండునంతవరకు ఆంశికస్ఫటికీకరణమో, ఆంశికఅవక్షేపమునో సాగించుట.

రెండవది ధాతువుల వర్ణపట విమర్శన - విచూషిత వర్ణపటము ఈ పరిశోధనయందు ఎక్కువ ఉపయోగకరము. రంగుగల మృత్తులు విశిష్టమగు విచూషితవర్ణపటమును చూపును. అనగా అట్టి ప్రతిమృత్తుయొక్క వర్ణపటము నందును ప్రత్యేకమగు విచూషితపట్టికలు కననగును (చూ. వర్ణమాల ఫలకము). మే. వ. న.

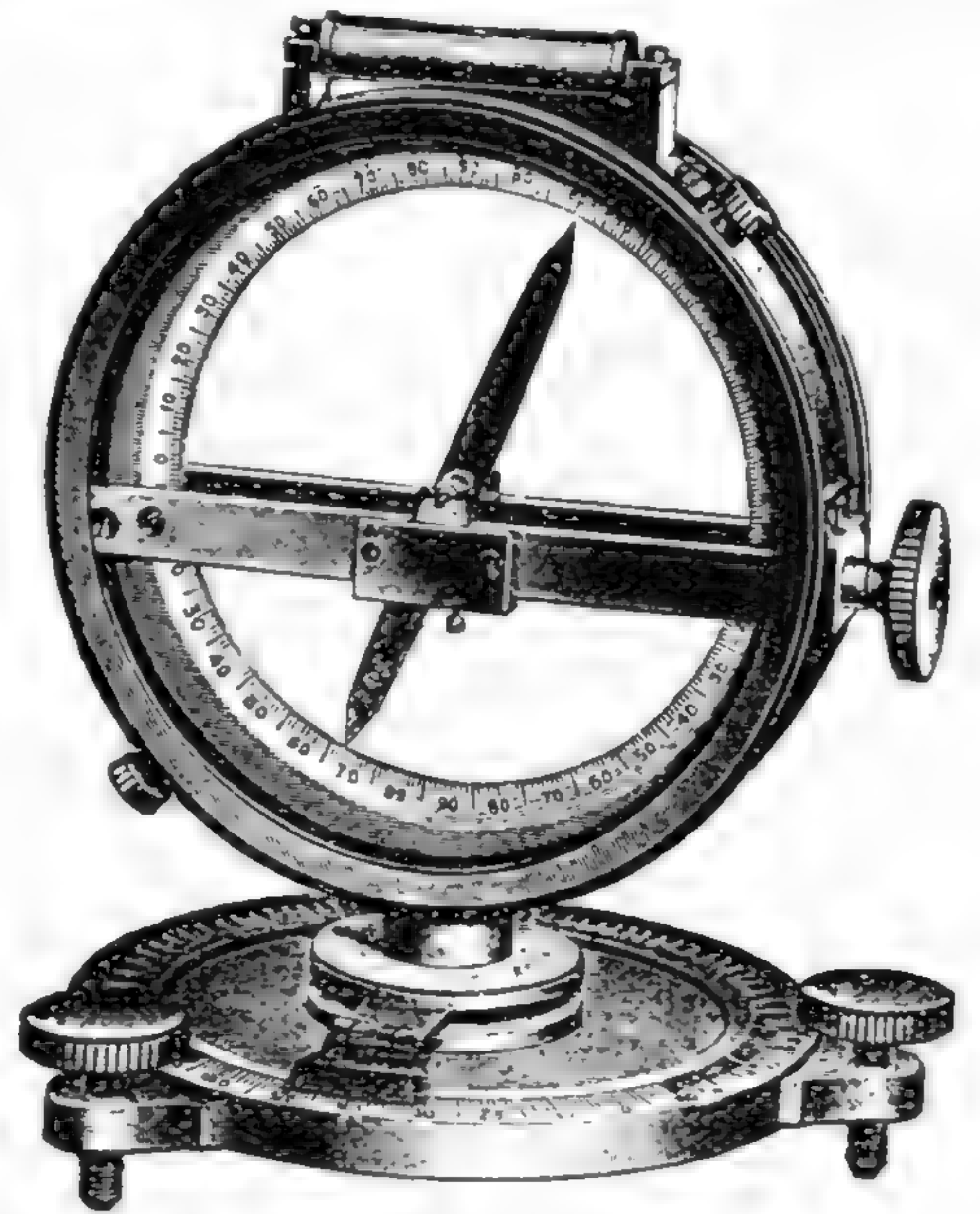
అపురూప వాయువులు : చూ. బడవాయువులు.

అభినతివర్తులము : అయస్కాంత సూచి ఉత్తర, దక్షిణములవైపు చూపించునను విషయమును, 17 వ శతాబ్దాదిని గిల్బర్ట్ అను భౌతిక విజ్ఞాని భూమికూడ ఒక పెద్ద అయస్కాంత మను సిద్ధాంతముచే వివరించెను. భూఅక్షమునకు 17°ల ఏటవాలులోనున్న పెద్ద శలా

కాయస్కాంతమువలె భూమి ఆచరించుచున్నదనుకొని నచో భూమియొక్క అయస్కాంతత్వము మనకు తెల్ల మగుచున్నది. అనగా, భూమియొక్క అయస్కాంత షేత్రాక్షము భూమియొక్క అక్షముతో ఏకీభవించలేదు.

అమెరికాఖండమును ఆవిష్కరించిన కొలంబస్ ఎల్లెడల తన అయస్కాంత సూచి ఒకే దిక్కును సూచించ దను విషయమును కనిపెట్టెను. ఉత్తరధ్రువమునుండి అయ స్కాంత సూచి చూపించు మళ్లుదలకు 'అయస్కాంతవిన మనము' (మాగ్నెటిక్ డిప్) అని పేరు.

అయస్కాంతసూచిని ఊర్ధ్వలంబాధారముపై ఉంచి నపుడు అది సాధారణముగ ఉత్తర, దక్షిణములను చూపును. ఈ దిక్సూచన భూమియొక్క అయస్కాంత షేత్రము ఎల్లెడల ఊతిజసమానాంతరముగ నున్నదను కొనుటకు అవకాశమిచ్చుచున్నది. కాని, భూమియొక్క అయస్కాంత షేత్రము చాలచోట్ల ఊతిజ సమానాంతర ముగ లేదు. కాని, సాధారణ అయస్కాంతసూచి సూచ



అభినతి వర్తులము

నలో మనకు ప్రదర్శించబడునది భూమిఅయస్కాంత షేత్ర ఊతిజసమానాంతర ఘటకము. దీనికి లంబదిశలో ఒక ఊర్ధ్వ లంబఘటకముకూడ ఈ అయస్కాంత షేత్ర మున కున్నట్లు మన మొకచిన్నపరికరముచే నిరూపించ వచ్చును. అయస్కాంత సూచిని ఊతిజ సమానాంతర అక్షముపై వ్రేలదీసిన, దాని ముల్లు ఊతిజ సమానాం తరదిక్కును సూచించదు. భూమిపై కొన్నిచోట్ల ఆ ముల్లు ఊతిజ సమానాంతర రేఖక్రిందికి 70°ల కోణమువరకు



## అభిసరణప్రేషము

గూడ దిగునట్లు అగవడును. ఇట్టిసూచికి 'అభినతిసూచి' అని పేరు. ఈ సూచియొక్క అభినతికోణమును సూచించుటకు దాని వెనుకప్రక్క అంకితఅంగుళీయకాకార మాన మొకటి తగిల్చియుండును. దీనికి అభినతివర్తులము అని పేరు. జి. సు. రె.

**అభిసరణప్రేషము :** చూ. ద్రావణములు II ద్రవాభిసరణప్రేషము.

**అమెరిసియమ్ :** మూలద్రవ్యము. జి. టి. సీజార్గ్ ; ఆర్. ఎ. జేమ్స్ ; ఎల్. ఒ. మోర్గన్ అను అమెరికా భౌతిక విజ్ఞానులచే కృత్రిమంగా పరమాణు యంత్రముల నుండి సాధింపబడినది. దీని పరమాణ్వంకము 95; సంకేతము Am. పరమాణుభారము : 243 ఇది ఆక్టినియమ్ శ్రేణికి చెందియున్నది. \* \* \*

**అమోనియా :** చూ. నైట్రోజన్.

**అయన్లు - అయనీకరణము :** పరమాణు కేంద్రకము చుట్టు తిరుగుచున్న ఎలక్ట్రాన్లకు తగినంత శక్తి నిచ్చినట్లయిన అవి పరమాణువునుండి విడిపోవును. అప్పుడు పరమాణువులో ధనవిద్యుదావేశము ఎక్కువయగును. అటువంటి స్థితిలోనున్న పరమాణువులను 'అయన్లు' అందురు. అట్లు అయనీకృతస్థితిలోనికి తెచ్చుపద్ధతికి 'అయనీకరణము' అని పేరు.

పరమాణువునుంచి ఒకే ఎలక్ట్రాన్ ను తీసివేయగా 'ఏక అయనీకృతము' అనియు, రెండింటిని తీసివేయగా 'ద్విఅయనీకృతము' అనియు, .... ఈ విధముగా పరమాణువు యొక్క ధనవిద్యుత్ పరిమాణమును గుర్తింతురు.

**అయనీకరణసాధనములు :** పైని వివరించిన అయనీకరణము అనేకవిధములుగ జరుపవచ్చును. ఇందులో ముఖ్యమైన పద్ధతులు 1. సంఘట్టనము ; 2. వికిరణపద్ధతి ; 3. వేడిమి మొదలైన ఇతరశక్తులు.

1. సంఘట్టన పద్ధతు లన్నిటికిని మూల సూత్రము : సాధారణ స్థితిలో నున్న పరమాణువులోని వివిధ ఎలక్ట్రాన్లు కేంద్రకమునకు వివిధ పరిమాణముగల శక్తులతో సంధించబడి యుండును. స్థూలముగా చెప్పినప్పుడు ఈ శక్తి పరిమితి కేంద్రకమునకు, ఆ ప్రత్యేక ఎలక్ట్రాన్ కు గల దూరమునుబట్టి ఉండును. ఎలక్ట్రాన్ కు, కేంద్రకమునకు గల దూరము హెచ్చుచున్న కొలది ఈ శక్తి తగ్గును. అన్నిటికన్న తక్కువబలముతో కేంద్రకమునకు బంధించబడిన ఎలక్ట్రాన్ అయనీకరణ కార్యమందు పరమాణువునుండి విడిపోయి పరమాణువు ఏకాయనీకృత మగును. ఈ ఎలక్ట్రాన్ నకు, కేంద్రకమునకు మధ్యనున్న శక్తి 'శ' అయినచో, దానిని పరమాణువు

నుండి తీసివేయుటకు అధమము 'శ' శక్తిని వినియోగించవలయును. కనుక ఏ తీరుగ నైనను పరమాణువునకు ఆ మాత్రము శక్తిని ఇచ్చినప్పుడే అది 'అయన్' అగును. అతివేగముగాచలించు ద్రవ్యరాశికి గతిశక్తి ఉన్నది. త్వరగా చలించుచున్న ఎలక్ట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు మొదలగు సహజ సూక్ష్మకణములు పైనిచెప్పబడిన 'శ' కు సమాన మయిన శక్తితో గాని ఆ పరమాణువును డీకొనినచో ఆ ప్రత్యేక ఎలక్ట్రాన్ దానినుండి విడిపోవుటకు అవకాశము గలిగి ఆ పరమాణువు అయనీకృతమగును. ఈ పరిస్థితిని సంఘట్టనపద్ధతి అని చెప్పవచ్చును.

ఈ సంఘట్టన అనేకరీతులుగా సంభవింపవచ్చును. కనుక ఈ పద్ధతిని తిరిగి వివిధరకములుగ విభజింపవచ్చును.

వాయురూపములో నున్న ద్రవ్యరాశిలోని అణువులు అతిత్వరితముగాచలించు ఎలక్ట్రాన్లవల్ల గాని, ఇతర అణువులవల్ల గాని అయన్లు కావచ్చును. అతి త్వరితముగా చలించు ఎలక్ట్రాన్లను క్రింది విధముగా జనింప జేయవచ్చును. ఒక టంగ్ స్టన్ తీగలో విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసిన మామూలు ఎలక్ట్రిక్ గోళమందువలె తీగ ప్రజ్వలించును. అట్టితీగనుండి ఎలక్ట్రాన్లు పైకి చిమ్ముబడును. ఆ వెలువడిన ఎలక్ట్రాన్లను ధనవిద్యుత్ షేత్రములోనికి పంపిన అవి త్వరితములై గమనశక్తిని చేకూర్చుకొనును. ఇట్టి గమనశక్తిగల ఎలక్ట్రాన్లను వాయుద్రవ్య పరమాణువులలోనికి ప్రసరింపజేసినప్పుడు అయనీకరణము సంభవించును. అందులకు కావలసిన పరిస్థితి : గమనశక్తి = 'శ'.

2. వికిరణ పద్ధతియందు ద్రవ్యముపై అనగా, పరమాణువులపై తగినంత శక్తిగల కిరణములు పడునట్లుచేసిన అయనీకరణము సంభవించును. ఇటువంటి పద్ధతికి ఉపకరించు ముఖ్యకిరణములు : (అ) X-కిరణములు ; (ఆ)  $\gamma$ -కిరణములు ; (ఇ) కాస్మిక్ కిరణములు. అప్పుడప్పుడు తీవ్రతమైన అతినీలలోహితకిరణములను కూడ ఈ పనికై వాడవచ్చును. ఈ పద్ధతిలోని సిద్ధాంతమును క్లుప్తముగా క్రింది విధముగా పొందుపరుపవచ్చును. నేటి క్వాంటమ్ సిద్ధాంతరీత్యా ఒక కిరణ ప్రసారము యొక్క పౌనఃపున్యము  $\nu$  అయినచో ఆ కిరణము యొక్క శక్తి E, క్రింది సమీకరణమువల్ల తెలియనగును :

$$E = h\nu$$

పై సమీకరణములో h అనునది ప్లాంక్ స్థిరాంకము. దానివిలువ  $6.61 \times 10^{-27}$  అర్గ్ సెకనులు. కనుక, ఒక ప్రత్యేకకిరణపు  $\nu, \frac{E}{h}$  అను నిష్పత్తికి సమానమైనపుడు గాని, లేదా అంతకన్న ఎక్కువైనపుడుగాని ఆ రకపు

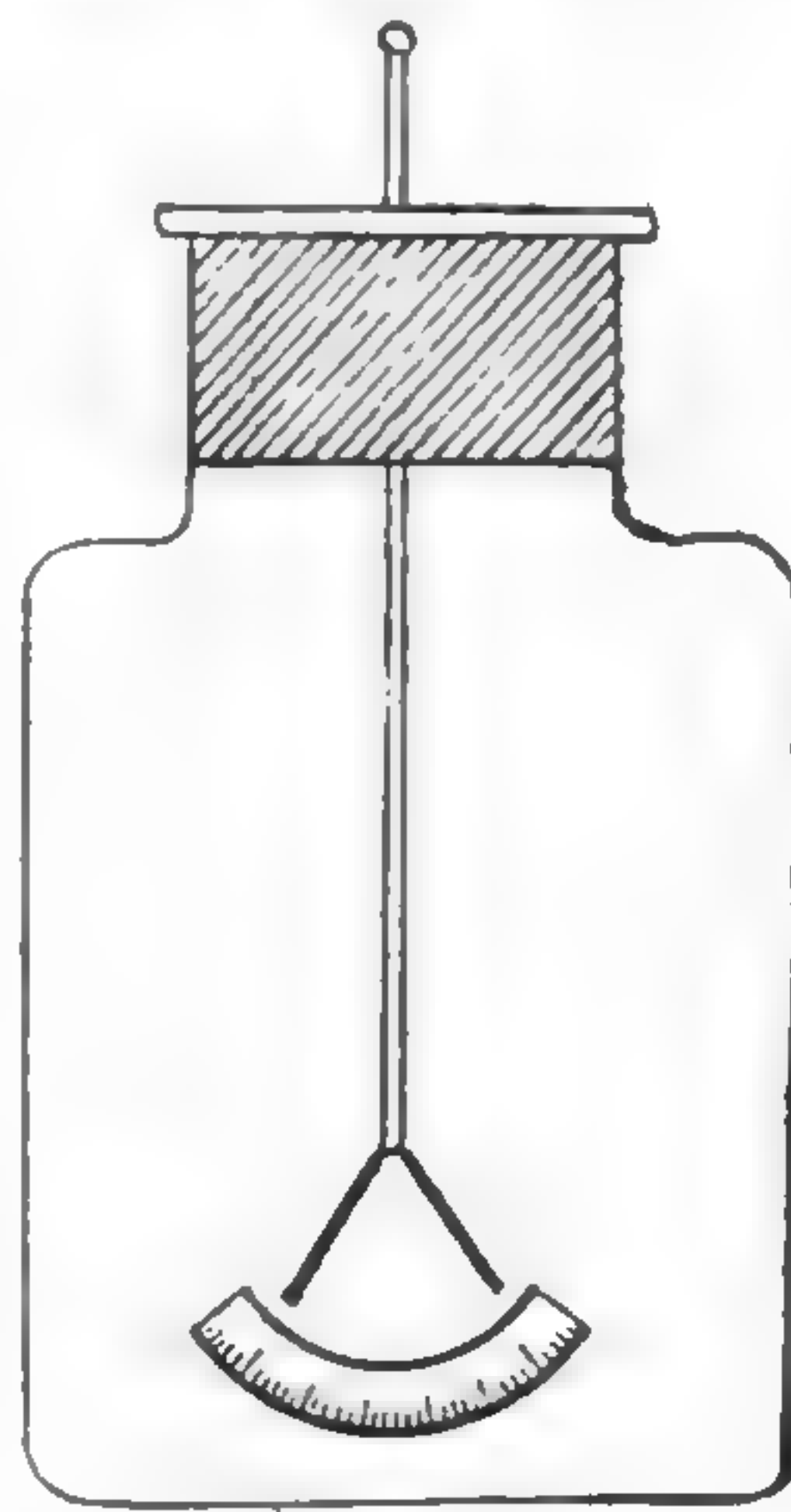


కిరణములు ఆ పరమాణువుపై ప్రసరించిన అయనీకరణము సంభవించునని సులభముగా గ్రహించవచ్చును. పైని చెప్పిన మూడురకముల (X-కిరణములు,  $\gamma$ -కిరణములు, కాస్మిక్ కిరణములు) కిరణముల పానఃపున్యము ఎక్కువగా నుండుటచే వీటి క్వాంటంశక్తి అయనీకరణమునకు అవకాశమిచ్చును.

వేడిమి పద్ధతులందు సాధారణ తాపక్రమపరిస్థితులలో వాయుద్రవ్యములు విద్యుత్ శక్తిని ప్రవహింపనీయని అవిద్యుద్వాహకములుగా నుండును. ఉదాహరణమునకు ఒక గాజుగొట్టములో గాలిని తక్కువ ప్రేషమునందుంచి విద్యుత్ యంత్రమునకు మధ్య అమర్చి దానియందు ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రసారమును కొలుచు యంత్రము పెట్టినచో అందులో ప్రసారము ఏమియు అగుపించదు. కాని ఆనాళమును బున్ సెన్ జ్యాలతో తీవ్రముగా వేడిచేసిన, వేడెక్కినకొలది విద్యుత్ ప్రసారము కనబడును. అంటే గాలియొక్క అవిద్యుద్వాహకగుణము తగ్గి, విద్యుద్వాహకగుణము హెచ్చిన దన్నమాట. దీనిసిద్ధాంతము నీరీతిగా వివరించవచ్చును. వాయుద్రవ్యములోని పరమాణువులు అనుక్షణము సంచరించుచు వేడిమి శక్తివలన గమనవేగము కలిగియుండును. కాని, సాధారణ తాపక్రమములవద్ద ఈ గమనశక్తి అయనీ కరణమునకు సరిపోయిన 'శ' అంత ఉండదు. కాని, ఆ వాయువును తీవ్రముగా వేడిచేసినకొలదియు పరమాణువుల గమనము త్వరితమై తగినంతఉష్ణతాశక్తి కలిగినప్పుడు ఈ గమనశక్తి అయనీ కరణమునకు సరిపోయినంత హెచ్చయి, ఆ స్థితిలో కొన్ని పరమాణువులు డీకొని తమ ఎలక్ట్రాన్లను పోగొట్టుకొనును. అందుచే అవి అయన్లుగా మారును. అయన్లు విద్యుదా విష్టములగుటచే ఇందు ధనవిద్యుదావిష్టములు ఋణవిద్యుదగ్రమువైపును, ఋణవిద్యుదావిష్టములు ధనవిద్యుదగ్రమువైపును పయనించును. ఇదియే విద్యుత్ ప్రవాహమగుటచే వేడిమివలన అయనీకరణము జరిగినదని చెప్పవచ్చును.

అయన్ ప్రవాహము: పైని ఉదహరించిన ప్రయోగములలో అయనీకరణము వలన విద్యుత్ ప్రవాహము కలుగునని తెలిసినది. దీనినే అయనీకరణప్రవాహమందురు. వివిధ పద్ధతులలో అయనీకరణము జరిగినప్పుడు సంభవించు అయన్లను తగిన విద్యుత్ క్షేత్రములో ఉంచి వచ్చిన ఈ అయన్ ప్రవాహము సంభవించును. అది కొలుచుటకు కొన్ని ముఖ్య సాధనలగురించి కొంతవరకు క్లుప్తముగా తెలిసికొనుట ఆవశ్యకము. ఆ మాపకములలో మొట్టమొదటిది స్వర్ణపత్రవిద్యుద్దర్శని (పటము చూడుడు).

ఈ పరికరములో ముఖ్యభాగము నిలువుగాఉన్న ఇత్తడి కడ్డీ. దీని పైకొన ఒక గుండువలె ఉండును. దాని క్రింది చివరను రెండు పలుచని బంగారురేకులు ఉండును. ఈ



I స్వర్ణపత్రవిద్యుద్దర్శని

కడ్డీ ఒక గాజుపాత్రలో నుండును. ధాతువునకును, ఇత్తడి కడ్డీకి విద్యుత్ సంబంధము లేకుండా అది ఎబొనైట్ బిరడాగుండ దోపబడియున్నది. దీని నుపయోగించు విధానము చాల సులభగ్రాహ్యము. మొదట ఇత్తడి గుండును విద్యుదావిష్టమైన ఇతర వస్తువుతో తాకిన బంగారురేకులు రెండును దూరముగా విడిపోవును. దానికి కారణము రెండును సమావిష్టమగుటయే. ఈ రేకులు ఎంతదూరము జరిగినవో తెలియ చేయుటకై ఎదురుగా ఒక స్కేలు ఉన్నది.

గాజుపాత్రలో సాధారణస్థితిలో గాలిగాని, ఇతర వాయుద్రవ్యముగాని ఉండిన అది విద్యుత్ ప్రసారముకు ప్రతికూలగుణము కలదగుటచేత రేకులురెండును విడివిడిగనే యుండును. కాని, ఆ గాజుపాత్రవద్దకు ఏదైన రేడియో ధార్మిక వస్తువు తెచ్చినను, లేదా అందులోని వాయువును X-కిరణములకుగాని, గామాకిరణములకుగాని గురిచేసినను లేదా, పైని వివరించినట్లు ఇతర విధముల అయనీకరణము కలుగజేసినను అయన్ ప్రవాహము కొంత ప్రవహించుటచేత రేకులమీద విద్యుత్ ప్రేషము ఆ అయనీకరణ తీక్షణత ననుసరించి క్రమముగానో, ఆకస్మికముగానో తగ్గిపోయి రెండు రేకులును తిరిగి దగ్గరకు చేరుకొనును. ఇందువలన అయన్ ప్రవాహమును కొలువవచ్చును.

ఇక 20 వ శతాబ్దపు ప్రయోగవిచిత్రములలో ఒకటి అయిన మరొక యంత్రముకూడ ఉన్నది. కంటికి అగుపడని అతిసూక్ష్మ పరిమాణములోనున్న ఈ అయన్లను గురించి దీనితో అనేక ప్రయోగములు శాస్త్రజ్ఞులు చేసినారు. దీనిని అయనీకరణమందిరము అందుగు (ప్రక్క పుటలోని II వ పటమును చూడుడు).

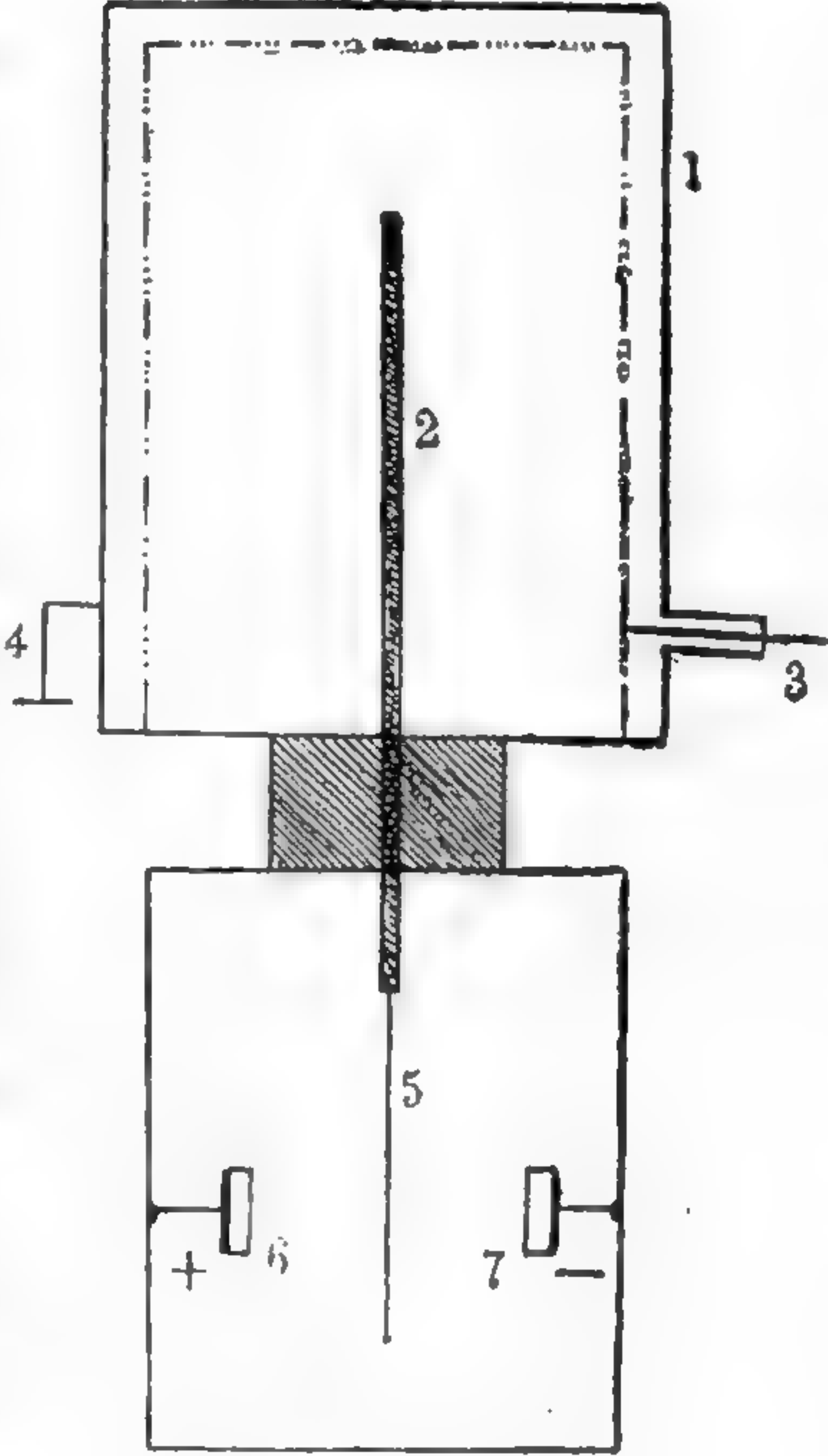
1 అనునది అయనీకరణప్రయోగములందు వాయువులుండెడి పేటిక. ఆ పేటిక గోడలకు తగలకుండా అందులో చుక్కలగీతలతో కనపర్చిన తీగవల యుండును. అధిక



## అయస్ నిర్ధాంతము

ప్రేషవిద్యుద్బటమాలయొక్క ధనవిద్యుత్ ధ్రువము 3 వద్ద ఆ తీగ వలకు కలుపబడియుండును. పాత్ర వెలుపలిగోడ భూమికి (4) కలప

బడి యుండుటచే దానివిద్యుచ్ఛక్తి శూన్యముగా నుండును. ఇందు లో మధ్యగా ఒక కడ్డీ (2) అమర్చబడియుండును. దానిచివర 5 అన్న సన్నటి క్వార్ట్జ్ తీగతగు మాత్రముగా పట్టి లాగియుండును. ఆ తీగకు రెండు ప్రక్కలను 6, 7, అన్న ప్లేటువిరుద్ధ విద్యుచ్ఛక్తి లను కలిగియుండును.



II అయస్ నికరణమందిరము

1. వాయుపులుండే పేటిక, 2. కడ్డీ,
3. ధనవిద్యుత్ ధ్రువము, 4. ఎర్త్.
5. క్వార్ట్జ్ తీగ, 6, 7. విరుద్ధ విద్యుచ్ఛక్తిగల ప్లేటులు.

పై పాత్ర లో అయస్ నికరణము సంభవించిన అందుమూలముగా క్వార్ట్జ్ తీగకు

విద్యుత్తు ఆవహించును. దాని ధన, ఋణ నైజములను బట్టి అది కొద్దిగా నొక ప్లేటు ప్రక్కకు ఒరుగును. అది ఎంత ఒరిగినదో తెలిసికొనుటకు పైని సున్నితమైన కొలతలు చేయకల మైక్రోస్కోపు అమర్చబడియుండును.

పైపరికరము చాల సున్నితము అగుటవలన అయస్ నికరణ ప్రయోగములలో చాల ఉపయోగకరముగ నున్నది. రా. వెం. సుం.

అయస్ నిర్ధాంతము : చూ. విద్యుద్రాసాయనిక శాస్త్రము I

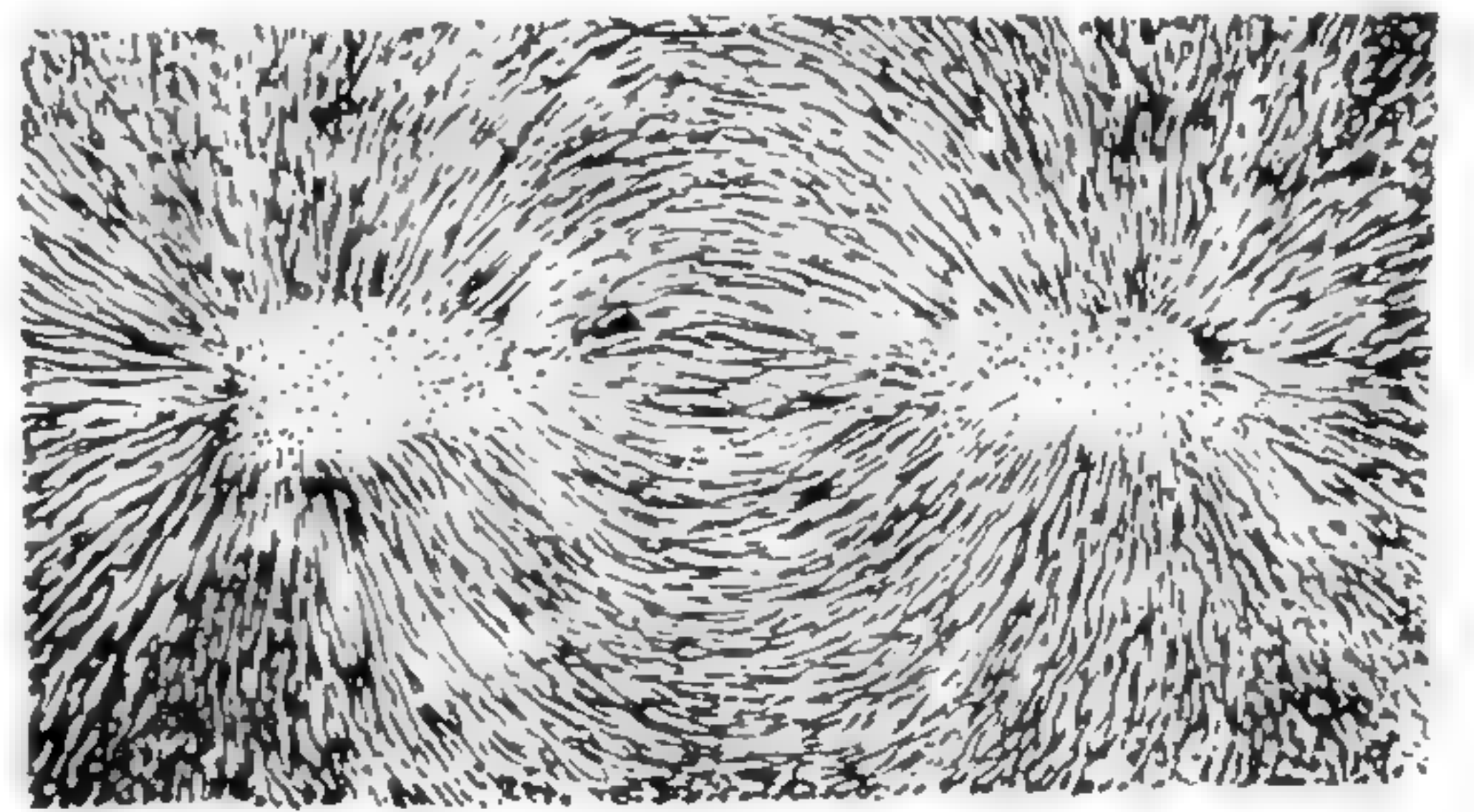
అయస్కాంత క్షేత్రము : క్రిస్తుశక్తమునకు కొన్ని శతాబ్దముల పూర్వమే ఇనుమును ఆకర్షించుశక్తి లోహకాంతమునకు కలదని గ్రీకులు తెలుసుకొనిరి. లోహకాంతరాపిడిచే ఉక్కుముక్క కూడా ఇనుమును ఆకర్షించుటను పూర్వులు గమనించిరి. కృత్రిమ అయస్కాంతములను తయారుచేయుటకు గట్టి ఉక్కు అతిశ్రేష్ఠమైన దని 1729 లో 'సెర్వింగ్టన్ సావరీ' కనుగొనెను. అందుచే

అయస్కాంత లక్షణములలో ముఖ్యమైనదొకటి ఇనుము నాకర్షించుట.

అయస్కాంతము, ఇనుపముక్క ఒకదానినొకటి తాకకుండ నున్నప్పటికినీ, అయస్కాంతముచుట్టునున్న క్షేత్రములోనున్న ఇనుపముక్కను అయస్కాంత మాకర్షించును. దీనినే 'దూరక్రియ' అందురు. అయస్కాంత క్షేత్రముయొక్క ఉనికిని, దాని లక్షణములను ఇనుపరజను సహాయమునగాని, అయస్కాంతసూచి సహాయమునగాని గ్రహింపవచ్చును. ఇందు మొదటిపద్ధతి: ఒక చదువైనబల్లపై సన్నని ఇనుపరజనును పరచి దానిపై ఒక అయస్కాంతమును పెట్టి, పిమ్మట బల్లను నెమ్మదిగా చేతివేళ్లతో తట్టినచో, బల్లపై నున్న ఇనుపరజనులో కొంత భాగము అయస్కాంతధ్రువములవద్ద సంకులముగా చేరుకొనును. మరికొంత భాగము రేఖలుగా సర్దుకొనును. ఈ రేఖలకు 'అయస్కాంతబలరేఖ' అని పేరు. అయస్కాంతపు బలరేఖలు అన్నిదిశలకును వ్యాపించు ననియు, అవి అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువమువద్ద ప్రారంభమై, దక్షిణధ్రువముచేత అంతమొందుననియు ఫారడే ఊహించెను.

ఎట్టి యానకము సహాయము లేకుండ అయస్కాంతధ్రువములు ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకొనును, అపకర్షించుకొనును అను భావము ఫారడేకు అభిమతము కాలేదు. అందుచే అయస్కాంతబలరేఖలచే నిండియున్న ప్రదేశ మొకటి అయస్కాంతమును చుట్టి ఉండునని ఫారడే ఊహించెను.

అయస్కాంత బలరేఖలవలన అయస్కాంత క్షేత్రపు దిశను, అక్కడ ఆ క్షేత్రపు తీక్షణతను తెలిసికొనవచ్చును.



అయస్కాంతము చుట్టును ఇనుపరజను అమరిక

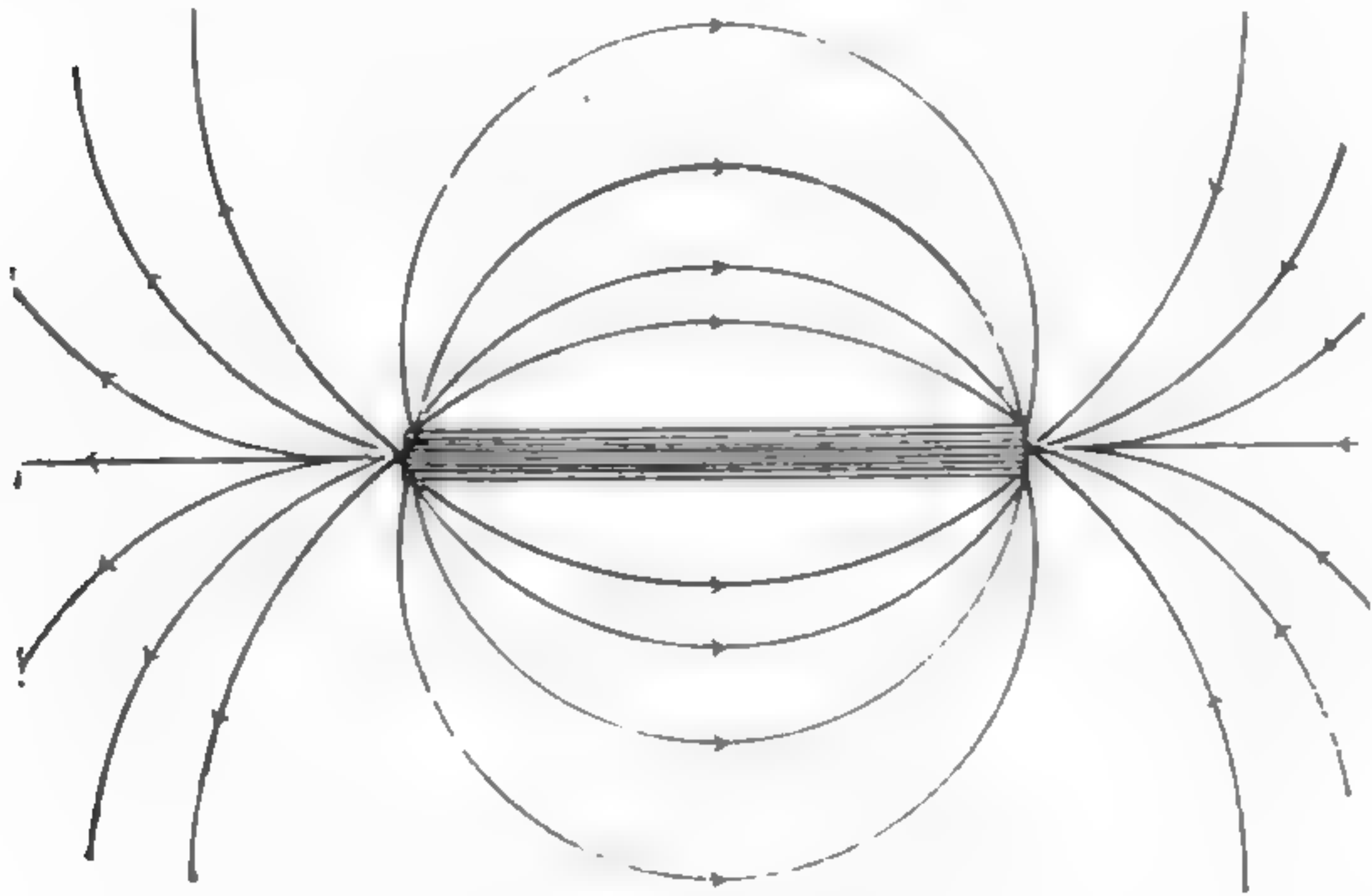
ఒక బిందువువద్ద పడైనను ఒక అయస్కాంతమునకు సంబంధించిన క్షేత్రదిశ ఎట్లున్నదో కనుగొనవలెన్నచో ఆ బిందువుగుండ పోవుచున్న అయస్కాంతమునకు చెందిన బలరేఖను గుర్తించవలెను. పిమ్మట ఆ బిందువువద్ద ఆ బలరేఖ కొక 'స్పర్శరేఖ' ను గీయవలెను. ఈ స్పర్శరేఖ యొక్క దిశయే అక్కడ ఆ అయస్కాంత క్షేత్రపు దిశ



ప్రదేశములోని బలరేఖల సాంద్రత అక్కడి అయస్కాంత షేత్రతీక్షణతను సూచించును. అనగా, అయస్కాంతబల రేఖలు ఎక్కడ ఎక్కువగా గుమిగూడి యుండునో అక్కడ అయస్కాంత షేత్రతీక్షణత పొచ్చనియు, ఎక్కడ బలరేఖలు పలుచగా నుండునో అక్కడ తక్కువనియు అర్థము. దీనిని బట్టి అయస్కాంత షేత్రబలము అయస్కాంతధ్రువముల నెంత గరిష్ఠపరిమాణమును పొందియుండునని స్పష్టమగును.

అయస్కాంత షేత్రములోని ఒక బిందువువద్ద అయస్కాంతపుశక్తిని లెక్కించగలిగినచో అక్కడ అయస్కాంత షేత్రతీక్షణతను నిర్ణయించవచ్చును. అయస్కాంతశక్తి యొక్క యూనిట్ కు 'గౌస్' అని పేరు. ఏ బిందువు వద్ద ఒక యూనిట్ ధ్రువము ఒక 'డైన్' యాంత్రశక్తితో అవకర్షించబడునో ఆ బిందువువద్ద అయస్కాంత షేత్ర తీక్షణతను ఒక గౌస్ అని వ్యవహరించును. అట్లే ఒక బిందువు వద్ద  $m$  శక్తిగల ధ్రువము  $m$  డైన్ల యంత్రశక్తితో అవకర్షించబడిన, ఆ బిందువువద్ద అయస్కాంతపుశక్తి  $H$  గౌస్ లందురు. బలవత్తరమైన అయస్కాంతధ్రువముల మధ్య నున్న షేత్రములు బలవత్తరమైన అయస్కాంత షేత్రములు.

ఒక అయస్కాంత షేత్రపు బలరేఖలను ఇనుపరజను కంటెనుగూడ బాగుగ చిన్న అయస్కాంతసూచి సహాయమున గుర్తింపవచ్చును. అయస్కాంతసమీపమున అయస్కాంత సూచినుంచి, అది చూపు దిశను ఒక రేఖద్వారా గుర్తించవలెను. ఆ రేఖ ఒక కొనవద్ద అయస్కాంతసూచి



అయస్కాంత షేత్రబలరేఖలు

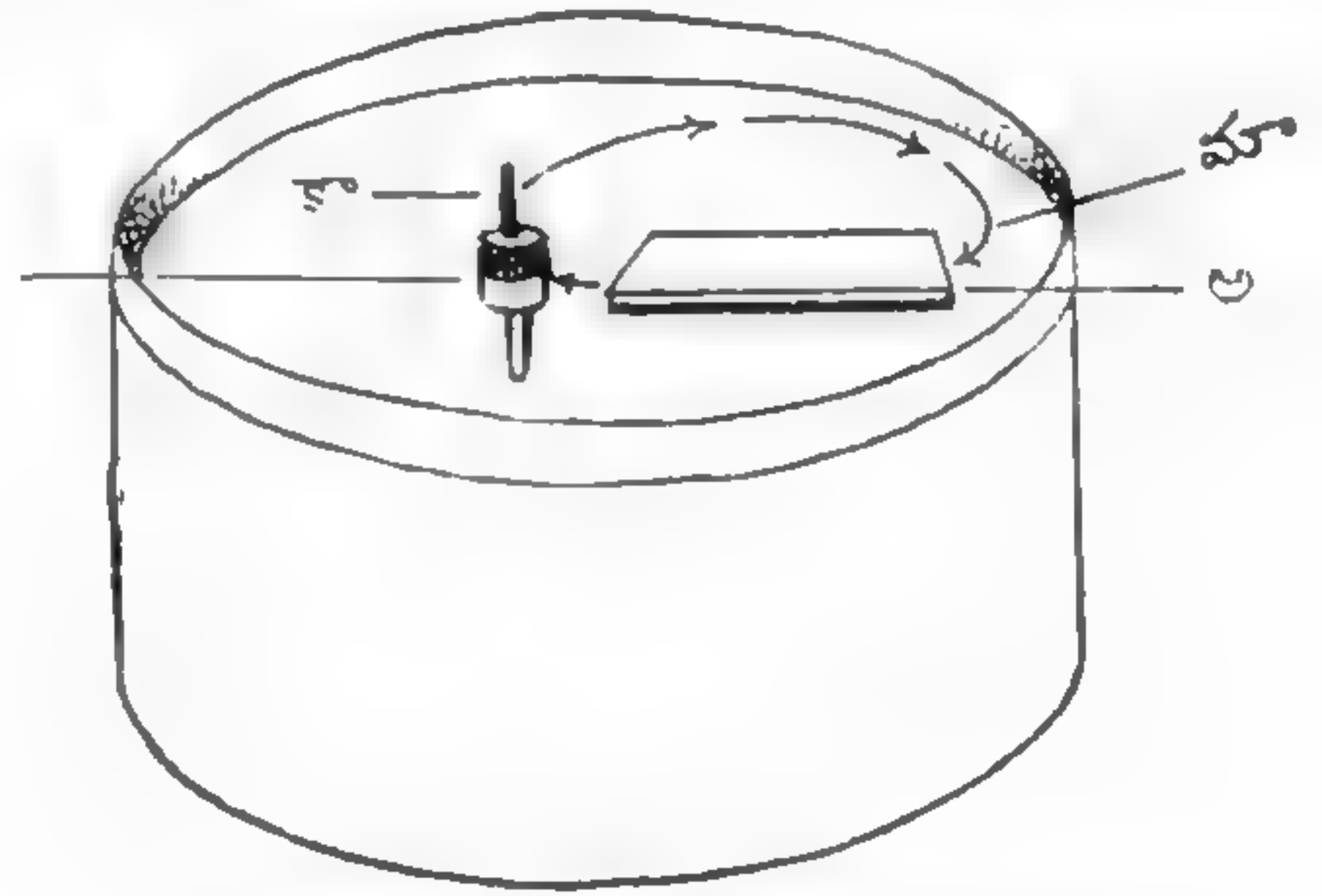
మరలఉంచి, అది అప్పుడు చూపుదిశను మరొక రేఖద్వారా గుర్తించవలెను. ఈ విధముగ గుర్తించినపుడు లభ్యమగు రేఖలు అయస్కాంత షేత్రమునకు చెందిన బలరేఖలు పై పటములో చూపినట్లుండును.

అయస్కాంత షేత్రములలో సమరూప షేత్రములు, విషమరూప షేత్రములు అని రెండురకము లున్నవి. ఏ

అయస్కాంత షేత్రములోని బలరేఖలన్నియును సరళముగను, ఒక దానికొకటి సమాంతరముగ నుండునో, అవి ఒక చోట గుమిగూడక, వేరొకచోట వల్చబడక షేత్రమందంతటను సమానసాంద్రముగ నుండునో అట్టి షేత్రమును 'సమరూప షేత్ర'మని పేర్కొందురు. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణము భూమి యొక్క షైలిజ షేత్రము.

సమరూప షేత్రము కానిది విషమరూప షేత్రము. ఒక శలాకాయస్కాంతమునకుగాని, గుర్రపునాడు అయస్కాంతమునకుగాని చెందిన అయస్కాంత షేత్రములు విషమరూప షేత్రములు. ద్విధ్రువము యొక్క షేత్రము గూడ విషమరూప షేత్రమే. భూమి, శలాకాయస్కాంతము - వీటి సంయుక్త షేత్రములు గూడ విషమరూపములే. ముందు పుటలో నున్న పటములలో ఆయా షేత్రములందు బలరేఖ లే రీతిగా వ్యాపించియున్నవో చూడవచ్చును.

బలరేఖ లక్షణములు : (1) ఒక అయస్కాంత షేత్రములో చిన్న అయస్కాంతసూచి నుంచినప్పుడు, దాని

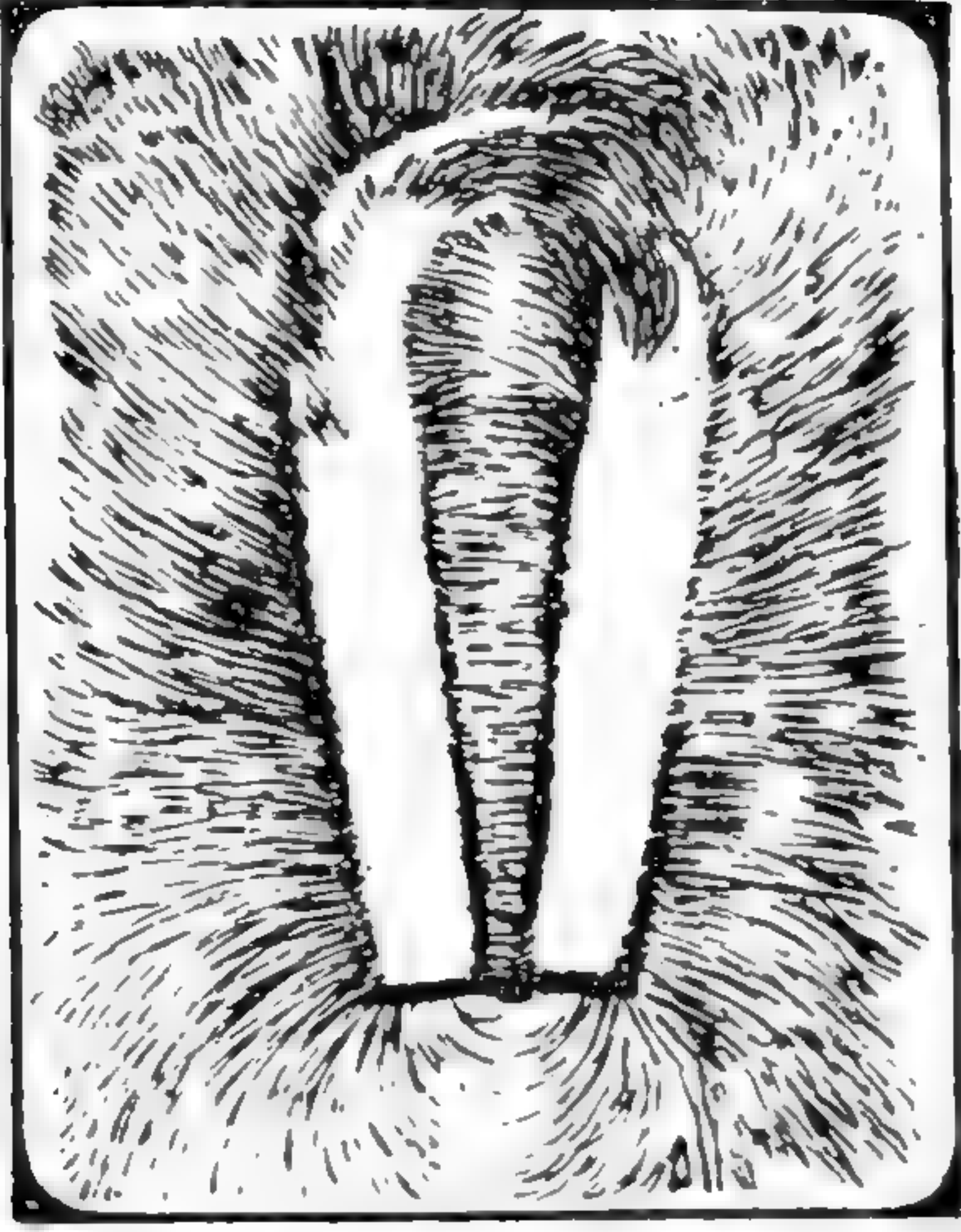


అ. అయస్కాంతము, మా. మార్గము, కా. జీలుగు బెండు కార్కు

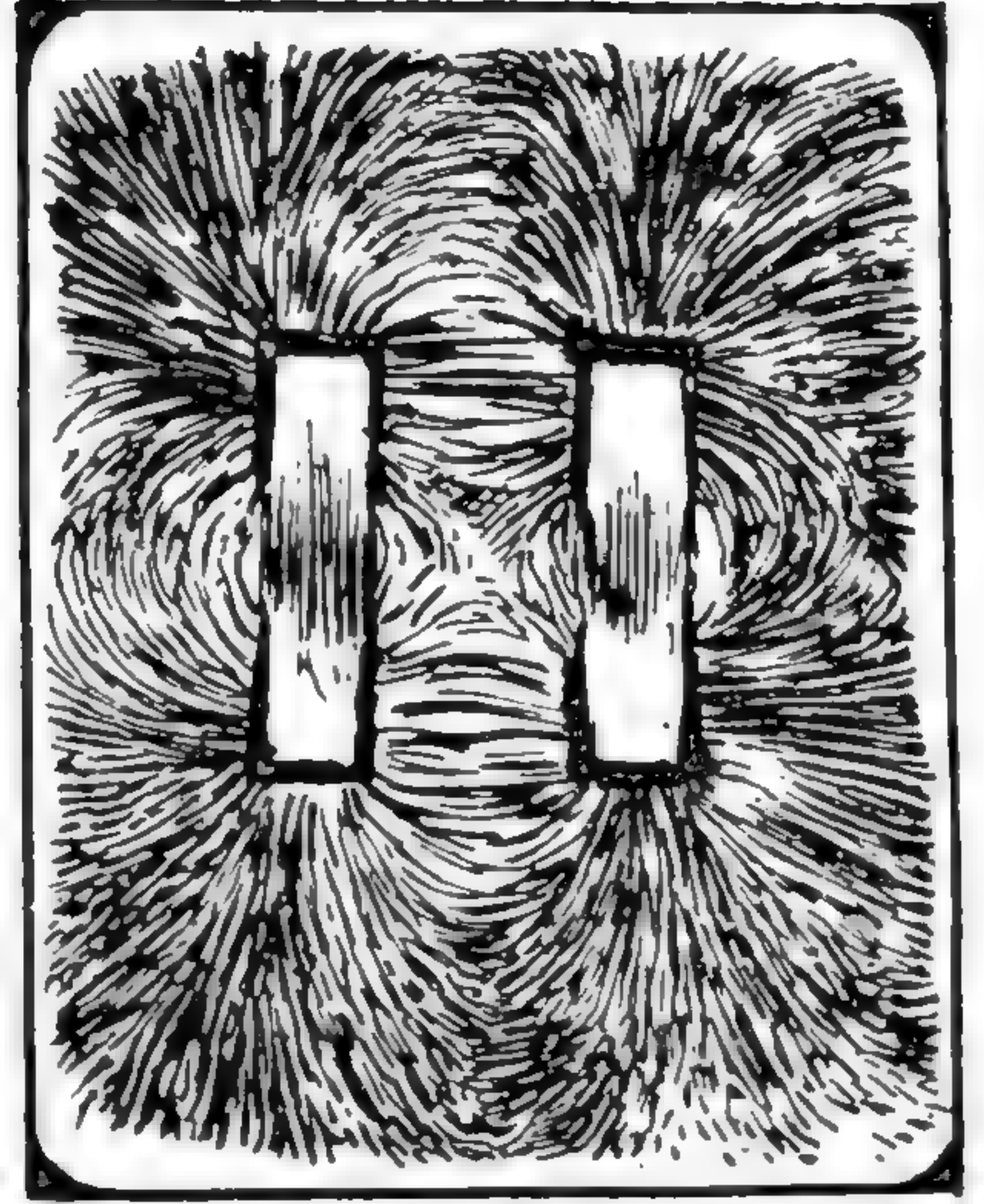
ఉత్తర ధ్రువము ఏ దిశను సూచించునో దానిని బలరేఖ యొక్క దిశగా పరిగణించుట సంప్రదాయము. బలరేఖ ఎల్ల వేళల ఉత్తరధ్రువమునుండి బయలుదేరి దక్షిణ ధ్రువమువద్ద అంత మొందును. ఈ విషయమును క్రింది ప్రయోగము సహాయమున సులభముగ బోధపరుచుకొనవచ్చును.

ఒక అయస్కాంతసూచిని జీలుగు బెండునకు ఊర్ధ్వముగ గుచ్చి నీటిపై తేల్చుము. తరువాత దానిని నీటిపై నున్న దండాయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువమువద్దకు తీసికొనివచ్చి వదులుము. అది దక్షిణధ్రువమువద్దకు ఋజుమార్గమున పోక క్రిందిపటములో చూపినట్లు వక్రముగనున్న బలరేఖ ద్వారా పోవును. అందుచేత బలరేఖ ఉత్తరధ్రువమునుండి బయలుదేరి దక్షిణధ్రువమువద్ద అంత మొందునట్లు కనిపించును.

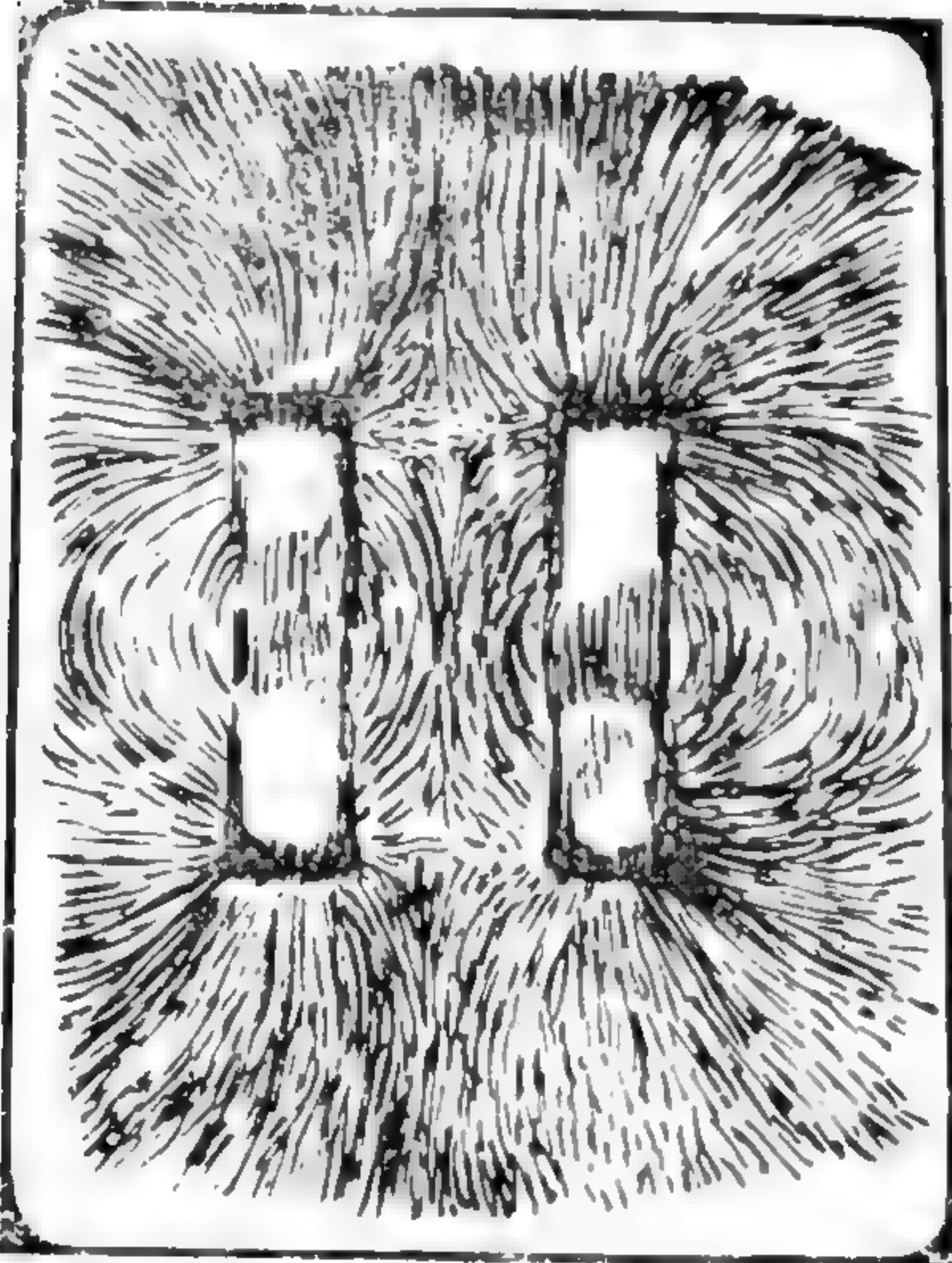




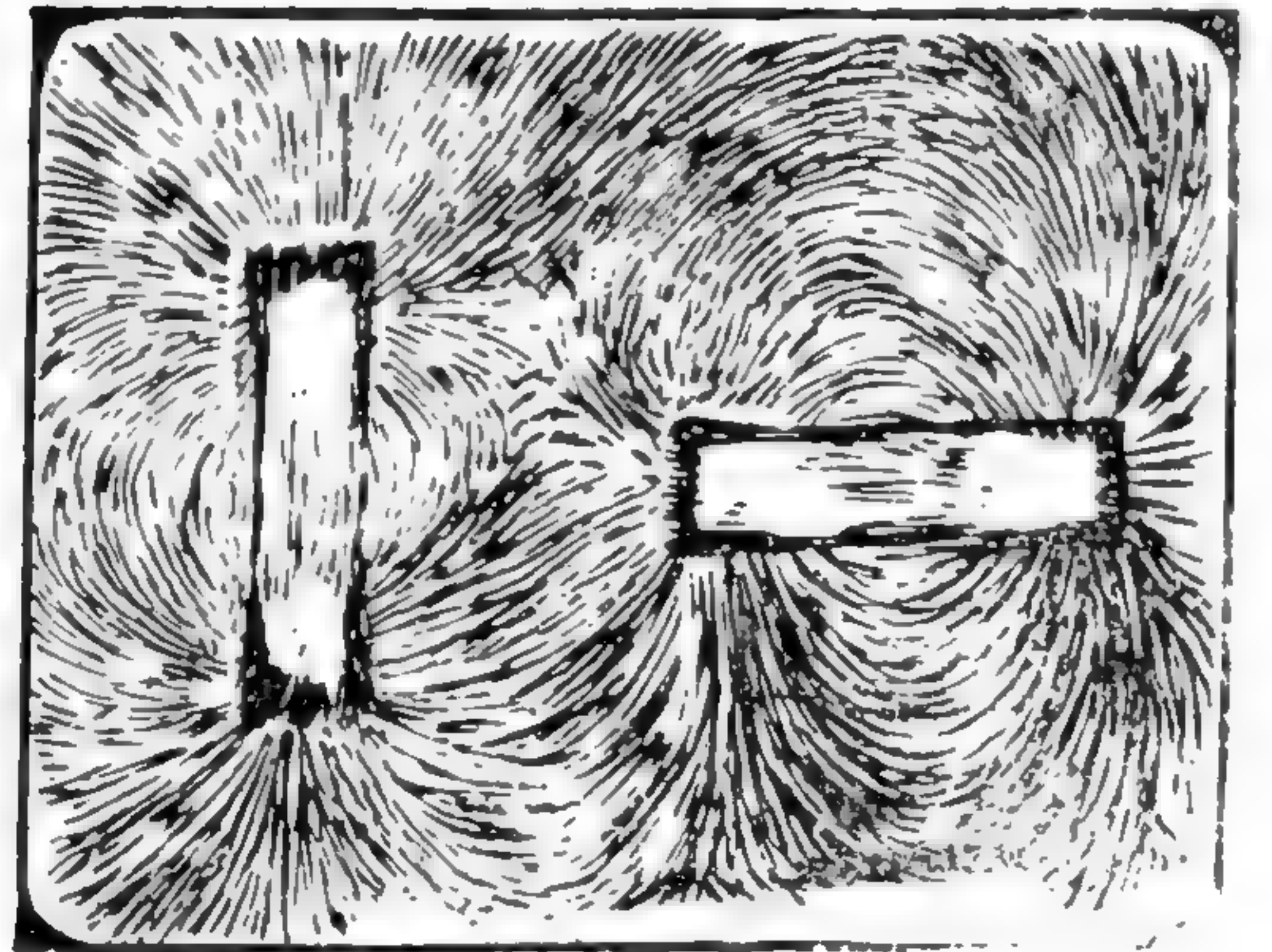
గుర్రపునాడు అయస్కాంతము



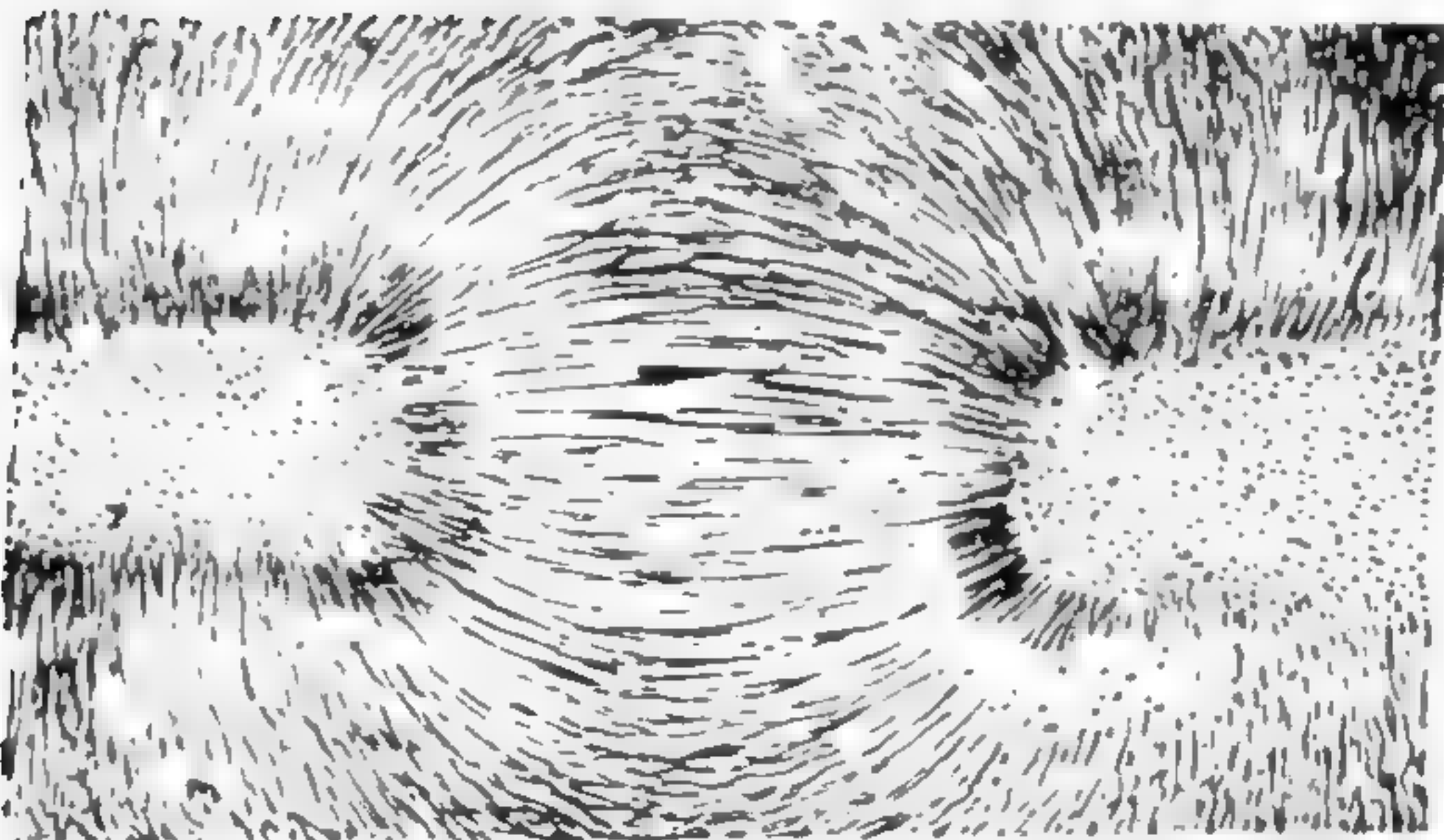
సరూపద్రువములకూడకలిగిన రెండు  
శలాకాయస్కాంతముల బలరేఖలు



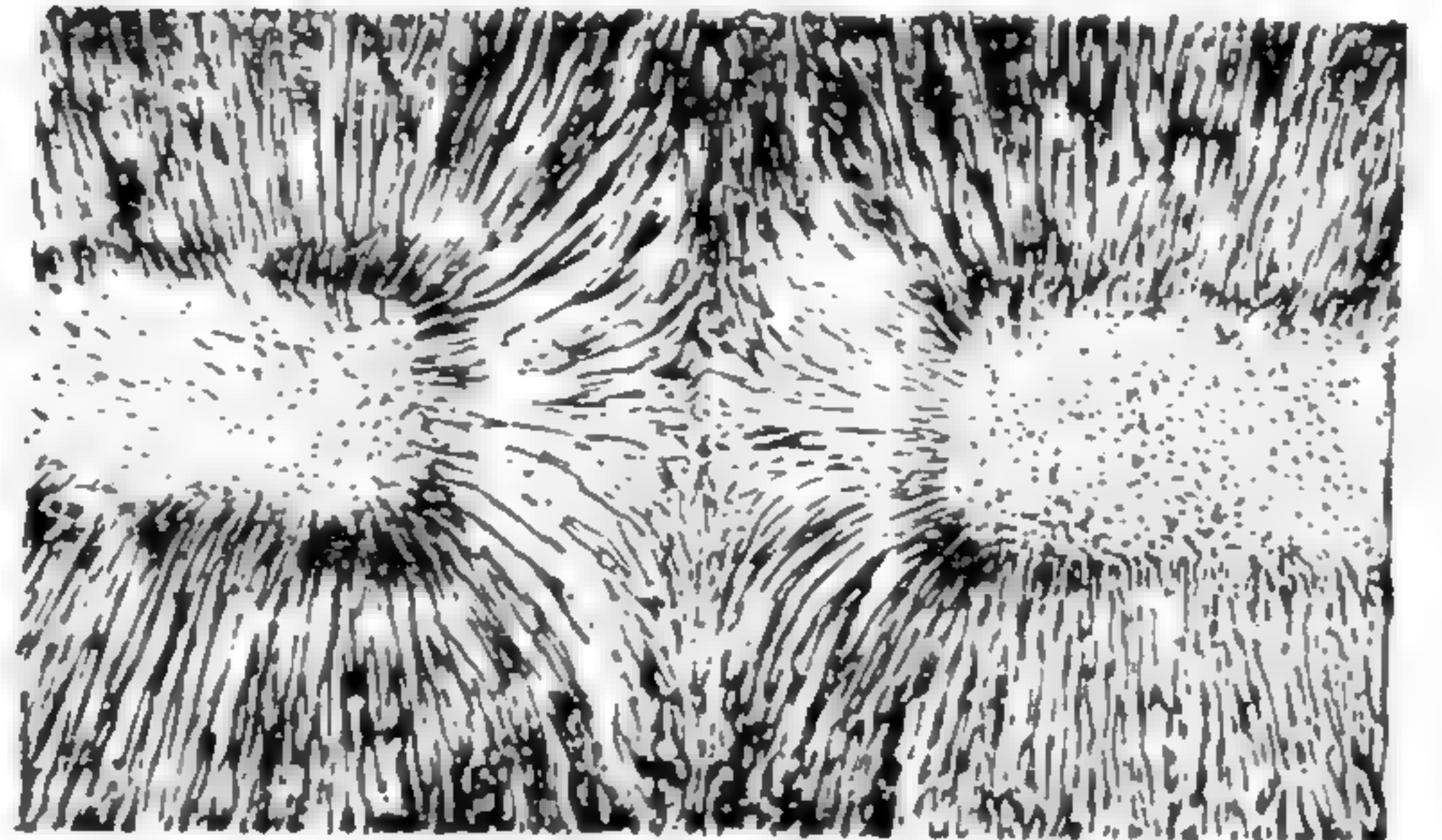
విరుద్ధద్రువములకూడికలిగిన రెండు  
శలాకాయస్కాంతముల బలరేఖలు



ఒక దానికొకటి లంబముగానున్న రెండు  
శలాకాయస్కాంతముల బలరేఖలు



విరుద్ధద్రువముల మధ్య బలరేఖలు



సరూపద్రువముల బలరేఖలు



(ii) ఒకే అయస్కాంత క్షేత్రమునకు చెందిన రెండు బలరేఖలు ఒకదానినొకటి ఖండించుకొనవు.

అయస్కాంతధ్రువముల లక్షణములు : i. అయస్కాంతపు ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువములను విడదీయుట అసంభవము. ఒక అయస్కాంతమును రెండు ముక్కలుగా చేసిననూ, తిరిగి ఆ రెండు ముక్కలునూ ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువములను కలిగియుండును. ii. విజాతీయ ధ్రువములు ఆకర్షించుకొనును; సజాతీయ ధ్రువములు అపకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణ (అపకర్షణ) బలము (a) ఆ రెండు ధ్రువముల బలముల గుణ్యమునకు అనులోమముగను, (b) ఆ రెండుధ్రువముల మధ్యనున్న దూరపువర్గమునకు విలోమముగను ఉండును. అందుచే అయస్కాంతబలరేఖలు రబ్బరుత్రాడువలె అనుదైర్ఘ్యముగా సంకోచించుచు, వ్యాకోచించుచు నుండును.

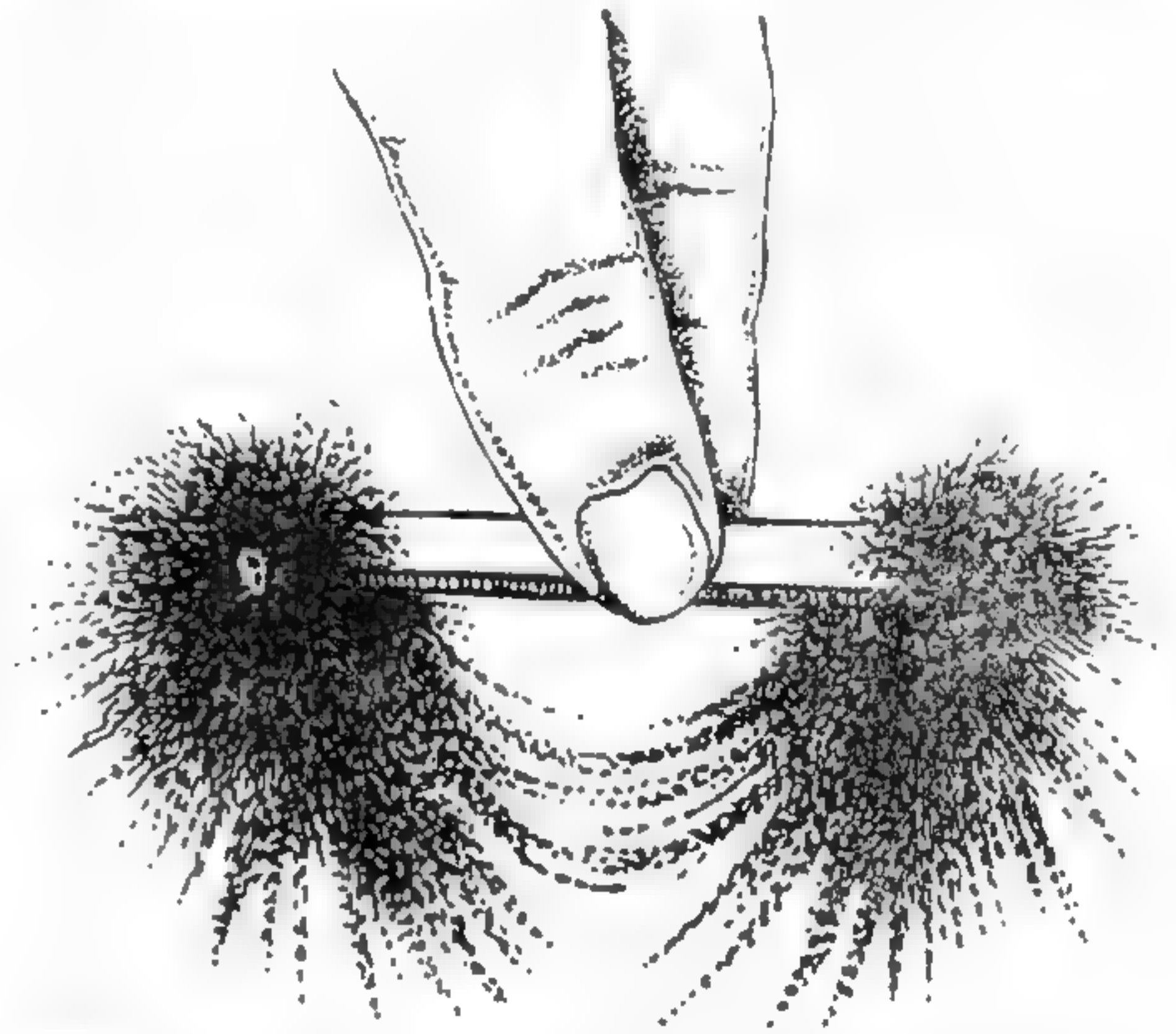
అయస్కాంత సమీపముననేగాక, విద్యుత్ ప్రవాహము చుట్టుగూడ అయస్కాంత క్షేత్రము గలదు. ఈ సత్యమును మొట్టమొదట డేనిష్ శాస్త్రవేత్త అర్ స్టెడ్ 1819 లో కనుగొనెను. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రము గూడ, అయస్కాంతముచుట్టునుండు అయస్కాంత క్షేత్రపు లక్షణములను కలిగియుండును (చూ. అయస్కాంతము). కే. తా.

అయస్కాంతము : ఆసియామైనరులోని మగ్నీషియా రాష్ట్రముందు లభించే కొన్ని ఇనుపఖనిజపు ముక్కలకు ఇనుమును ఆకర్షించేగుణ మున్నదని చాలకాలము క్రిందటనే తెలిసినది. ఈ గుణమునుబట్టి ఆ ఇనుపఖనిజమునకు 'అయస్కాంతమ'ను పేరు వచ్చినది. మగ్నీషియా రాష్ట్రమున దొరకుటచే దానికి 'మాగ్నెట్' అనియును, దాని స్వభావమునకు 'మాగ్నెటిజమ్' అనియు నామకరణము చేసిరి. ఈ ఖనిజము యొక్క రాసాయనికరచన  $Fe_3O_4$ . దీనియందు ఇనుము యొక్క  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$  ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్, ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ అను రెండు ఆక్సైడ్ లున్నవి. అయస్కాంతమునకు ఇనుము నాకర్షించులక్షణమేగాక మరియొక ముఖ్యలక్షణముగూడ కలదు. పురిలేని పట్టుదారముతో వ్రేలాడగట్టినయెడల అది ఉత్తరదక్షిణములను చూపును. ఈ గుణమునుబట్టి సముద్రముపై దిక్కులు చూపుటకు దిక్సూచిగ వాడుకలోనున్నది. ఈ లక్షణముచే ఈ ఇనుప ఖనిజమునకు దిగ్గర్శకము అనుపేరు కల్గినది. దీనినే సూదంటురాయి (లోడ్ స్టోన్) అనుట గూడ కద్దు.

స్వాభావిక అయస్కాంతమునకు నియతాకారముండదు. ఉక్కుకడ్డిమీద స్వాభావిక అయస్కాంతమును ఒకవైపు నుండి మరియొకవైపునకు కొన్ని పర్యాయములు రాచి

నచో ఆ ఉక్కుకడ్డియందు అయస్కాంతలక్షణములు ఉద్భవించును. ఇట్టి అయస్కాంతమును కృత్రిమ అయస్కాంతము అందురు. కృత్రిమ అయస్కాంతములను విద్యుత్ప్రేరేపణచే గూడ తయారుచేయవచ్చును. కృత్రిమ అయస్కాంతములను మన ఇచ్చవచ్చిన ఆకృతిలో తయారొనరించుకొనవచ్చును. సాధారణముగ అవి కడ్డిరూపమునగాని, గుర్రపునాడముల ఆకారమున గాని, సూది ఆకారమున గాని ఉండును.

ధ్రువములు : కడ్డిరూపమున నున్న అయస్కాంతమును ఇనుపరజనున పొర్లించినచో ఇనుపరజను దాని రెండు చివరలనుమాత్రము కుచ్చులుగా అంటుకొనును. మధ్యను రజను ఎక్కువగా అంటుకొనదు. అయస్కాంతములో ఇనుపరజనుపై అధికతమాకర్షణచూపు బిందువులను ధ్రువము అందురు. ప్రతి అయస్కాంతమునకును రెండు ధ్రువము లుండును. ఈ అయస్కాంతధ్రువములను



ఇనుపరజనును ఆకర్షించిన శలాకాయస్కాంతము

కలుపు రేఖను 'అయస్కాంతలక్షణము' అందురు. అయస్కాంతమును ఒక సూదిమొనపై నిలబెట్టికాని, పురిలేని పట్టుదారముతో వ్రేలాడగట్టికాని సమతలమున స్వేచ్ఛగా తిరుగునట్లు చేసినచో అది ఉత్తరదక్షిణదిక్కుగా నిలచును. ఉత్తరదిక్కునుచూపు ధ్రువమును ఉత్తరాన్వేషక ధ్రువమనికాని, ఉత్తరధ్రువమనిగాని అందురు. దక్షిణదిక్కును చూపు ధ్రువమును దక్షిణాన్వేషకధ్రువమనిగాని, దక్షిణధ్రువమనిగాని అందురు.

వ్రేలాడగట్టబడిన అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువము చెంతకు మరియొక అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువమును తెచ్చినచో అవి పరస్పరము అవకర్షించు (తిరస్కరించు) కొనును. అట్లుగాక దక్షిణధ్రువమును తెచ్చినచో అవి ఆకర్షించుకొనును. ఇట్లే రెండు దక్షిణధ్రువములమధ్య తిరస్కరణము (అపకర్షణము), దక్షిణ, ఉత్తర ధ్రువముల



## అయస్కాంతము

మధ్య ఆకర్షణమును కాననగును. దీనినిబట్టి సజాతి ధ్రువములు పరస్పర అపకర్షణమును, విజాతిధ్రువములు పరస్పరాకర్షణమును చూపునని విదితము.

**ప్రేరితఅయస్కాంతత్వము :** ఒక ఇనుపకడ్డికి సమీపమున అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువముంచిన ఆధ్రువము ఇనుపకడ్డిని ఆకర్షించును. అదే సమయమున ఇనుపకడ్డిని పరీక్షించినచో ఆకడ్డియందు తాత్కాలికముగ ధ్రువము లేర్పడినట్లు కాననగును. ధ్రువమునకు దగ్గరగానున్న చివరను విజాతిధ్రువమును, దూరముగనున్న చివరను సజాతిధ్రువమును కడ్డిలో ఏర్పడినట్లు నిరూపింపవచ్చును. అట్లే ఉత్తరధ్రువముకాక దక్షిణధ్రువమును దగ్గరకు తీసికొనివచ్చినను సమీపమున విజాతిధ్రువమును దూరమున సజాతిధ్రువమును ఏర్పడును. ఇట్లు ఇనుపకడ్డిలో ఏర్పడిన ధ్రువములను ప్రేరిత ధ్రువములనియు, దానియందలి అయస్కాంతత్వమునకు ప్రేరితఅయస్కాంతత్వ మనియు పేర్లు. ఇనుమున నిట్లు ప్రేరేపింపబడిన అయస్కాంతత్వము ప్రేరేపకధ్రువమును తొలగించినంతనే అదృశ్యమగును. ఇనుమునందు అయస్కాంతత్వమును సులభముగ ప్రేరేపింపవచ్చును. కాని, అది నిలచియుండదు. ఉక్కుయందట్లుకాదు. ఉక్కునందు అయస్కాంతత్వమును సులభముగ ప్రేరేపింపజాలము. కాని, ఒకమారు అయస్కాంతత్వమును పొందినచో ఉక్కు దానిని సులభముగ గోల్పోదు. అందుచేతనే స్థిరముగ నుండునట్టి అయస్కాంతములను ఉక్కుతో చేయుదురు. ఈ ఉక్కును ప్రత్యేకముగ కోబాల్ట్ ధాతువునుగాని, క్రోమియమ్ ధాతువునుగాని ఇనుముతో కలిపి చేయుదురు. తాత్కాలికఅయస్కాంతము (విద్యుదయస్కాంతము)లందు మెత్తని ఇనుమునుగాని, నైలాయి అసు లోహము (35% సిలికన్ చేర్చబడిన ధాతుమిశ్రమము)ను గాని పెర్మెల్లాయి (78.5% నికెల్, తక్కినది ఇనుము)ని గాని ఉపయోగింతురు.

అయస్కాంతములపై గట్టిగొట్టినను వాటిని వేడిచేసినను అవి తమ అయస్కాంతత్వమును కోల్పోవును. ఈ క్రింది పేర్కొనిన తాపక్రమములకు పైని వేడిచేసిన ఆయాలోహములు అయస్కాంతశక్తిని పూర్తిగకోల్పోవునని క్యూరీ కనుగొనెను. ఈ తాపక్రమము క్యూరీతాపక్రమములనెదరు. నికెల్  $358^{\circ}\text{C}$ , ఇనుము  $770^{\circ}\text{C}$ , కోబాల్ట్  $1120^{\circ}\text{C}$ .

**విద్యుదయస్కాంతత్వము :** 1819 లో విద్యుత్ ప్రవహించుతీగకు క్రిందున గాని, మీదనుగాని సమముగా నుంచబడిన అయస్కాంతపు సూది, తీగకు లంబముగా ఉండునట్లు తిరుగునని ఆర్ స్టెడ్ కనుగొనెను. విద్యుత్తు

ప్రవహించుచున్న రెండుతీగల మధ్య నుదయించు బలము లనుగూర్చి ఆంపియర్ (1820) ప్రయోగములు కావించి వాని మధ్యనుండు సంబంధమును నిర్ణయించెను. ఆ సంవత్సరముననే ఆరాగో విద్యుత్ ప్రవాహమును ఉపయోగించి ఇనుమును అయస్కాంతముగ మార్చెను. ఈ విషయము లన్నియు ఆంపియర్ 1825 లో వ్రాసిన వ్యాసమున సమగ్రముగ చర్చించెను. ఇందలి ముఖ్యవిషయము : విద్యుత్ ప్రవహించు తీగచుట్ట, అదే వైశాల్యము, మందము కలిగిన ఒక ఇనుపబిళ్ల రెండు ముఖముల రెండు ధ్రువములు ఉండునట్లు అయస్కాంతీకరణము పొందినచో ఎట్టిలక్షణములను గల్గియుండునో అట్టిలక్షణములనే కల్గియుండును. వలయాకారముగ విద్యుత్ ప్రవహించినచో ఆ వలయము ఒక అయస్కాంతపుబిళ్లగా భావించవచ్చునని ఇతని నిరూపణ.

అయస్కాంత రేఖల కడ్డముగనొక విద్యుద్వాహకమును పోనిచ్చినచో ఆ వాహకమందు విద్యుత్తు ప్రేరేపింపబడునని ఫారడే కనుగొనెను (1831). ఇది చాల ముఖ్యమైన ప్రయోగ ఫలము. నేడు విద్యుత్ ను అధికముగ ఉత్పత్తి చేయు పెద్ద యంత్రము లన్నియు ఈ ప్రయోగఫలముపై ఆధారపడియున్నవే. ఫారడే అనుచరుడైన మాక్స్ వెల్ విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమును (1865) ప్రతిపాదించి, కాంతి కూడ విద్యుదయస్కాంత ప్రసారము అని నిరూపించెను. విద్యుదయస్కాంత తరంగములను జనింపజేసి, వాని యాధార్థ్యమును హెర్ట్స్ 1888 లో స్థిరపరచెను.

**డయా-పారా-ఫెర్రో-మాగ్నెటిజమ్ :** 1778 లో బిస్మత్తు, ఆంటిమోని ధాతువులు అయస్కాంత ధ్రువములనుండి అపకర్షింపబడినట్లు ఎస్. జె. బ్రుగ్మన్స్ కనుగొనెను. కాని, ఈ పరిశీలన ప్రాముఖ్యమును అప్పటి వైజ్ఞానికులు గ్రహింపలేదు. 1845 లో అయస్కాంతలక్షణములు కేవలము ఇనుము సంబంధమైన ధాతువులకేకాక అన్ని వస్తువులకు కలవనియు, కాని, ఇనుమునందుకంటె చాల అల్పముగ నుండు ననియు ఫారడే కనుగొనెను. అయస్కాంత లక్షణములనుబట్టి వస్తువులను రెండు విధములుగ భాగింపవచ్చును :

1. డయామాగ్నెటిక్ ద్రవ్యములు : అయస్కాంతపు ధ్రువములచే అపకర్షింపబడి, ఆ ధ్రువములను కలుపు బలరేఖలకు అడ్డముగ నుండునట్లు తిరుగును.

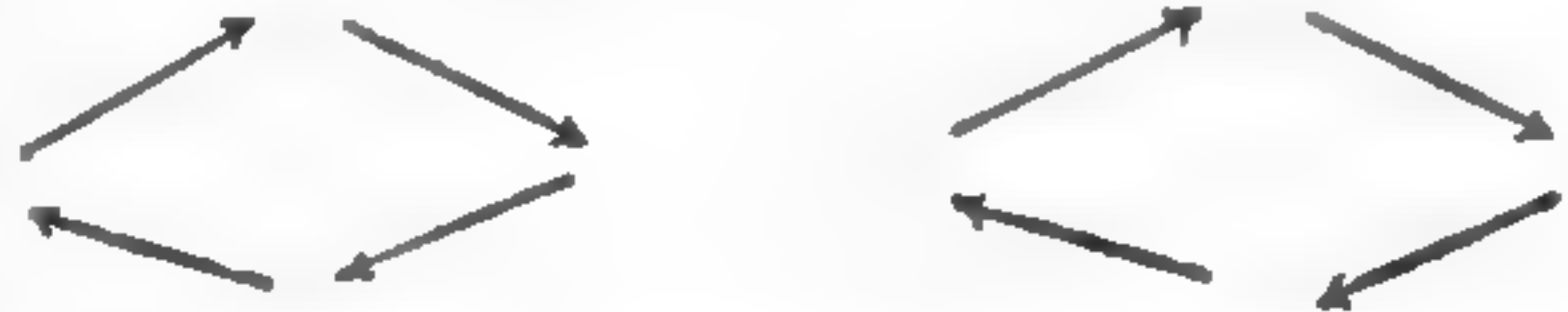
2. పారామాగ్నెటిక్ ద్రవ్యములు : ధ్రువములచే ఆకర్షింపబడి బలరేఖల దిక్కుగా నుండునట్లు తిరుగును. ఇనుము, కోబాల్ట్, నికెల్ ధాతువులందు ఆకర్షణము పారామాగ్నెటిక్ వస్తువులకంటె విపరీతముగ అధికముగ



నుండుటచే ఈ ధాతువులకు వేరుగ ఫెర్రోమాగ్నెటిక్ ద్రవ్యములను పేరు వాడుచున్నారు.

అయస్కాంతత్వసిద్ధాంతము : ఒక అయస్కాంతమును రెండుముక్కలు చేసినచో ప్రతిముక్కయు అయస్కాంతముగ ఏర్పడుచున్నది. ఇట్టి విభాగమును కొనసాగించినచో చివరకు మిగులునవి అణువులు. విభజించగా ఏర్పడిన ప్రతిభాగమును గూడ రెండు ధ్రువములు కల్గిన అయస్కాంతమగుటచే అణువులు కూడ అయస్కాంతములై యుండవలెనని

ఊహింపవచ్చును. ఇట్టి వాదమును మొదట ప్రతిపా



అయస్కాంతక్షేత్రమందు చిన్న అయస్కాంతసూచియొక్క దిక్పి ర్దేశములు.

లకు గొంపోవు కపుల్సు (రిస్టోరింగ్ కపుల్సు) ఉండునని భావించెను. అట్టిశక్తులే ఉన్నఎడల ఆరోపితక్షేత్రమును తొలగింపగనే ఇనుము యొక్క అయస్కాంతత్వము అదృశ్యము కావలెను. కాని అట్లు జరుగుటలేదు. దీనికి సరియైన సమాధాన మిచ్చినవాడు జె. ఏ. యూంగ్ (1890). అయస్కాంతీకరణమునకు పూర్వము అయస్కాంత అణువులు తమ విజాతీయ ధ్రువములు దగ్గరగ నుండు నట్లు పూర్ణఅయస్కాంత వలయముల క్రింద ఏర్పడి

యుండుననియు, అందుచే అయస్కాంతత్వము బైటకు గోచ

రించినవాడు వీబరు (1804 - 1891). ఈ వాదమును 'అణుఅయస్కాంతవాద మని' చెప్పుదురు. అణువులలో ప్రవహించు విద్యుత్ప్రవాహములనుబట్టి అణువులు అయస్కాంతభావమును పొందవచ్చునని ఆంపియర్ ఊహించెను. దీని నాధారముగజేసికొని వీబరు తన వాదమును ప్రతిపాదించెను. అణువులలో విద్యుద్వాహకవలయములు ఉన్నచో ఆ అణువులను అయస్కాంతక్షేత్రమున ఉంచినచో, ప్రేరితములగు విద్యుత్ప్రవాహములవలన డయామాగ్నెటిక్ అపకర్షణ కలుగునని ఇతని నిరూపణ. పారామాగ్నెటిక్ ద్రవ్యముల అణువులలో విద్యుత్ప్రవాహములు ఉన్నచో అవి అయస్కాంతము లగును. అయస్కాంతీకరణమునకు పూర్వము ఈ అణువులు అన్నిదిశలలోను తిరిగి యుండుట వలన ద్రవ్యమందు అయస్కాంతత్వ మగుపించదు. కాని, పై నుండి ఒక అయస్కాంతీకరణ క్షేత్రమును ఆరోపించిన తమ ఉత్తరధ్రువములు ఒక్కొక్కదిక్కుగ ఉండునట్లు తిరుగును. ఆ క్షేత్రబలమును పోల్చించిన కొలదిని అణువులు కూడ ఎక్కువగా ఏకముఖములై ఆ వస్తువుయొక్క అయస్కాంతత్వము పోచ్చును. ఇట్లు చేసినచో ఒకానొక క్షేత్రబలపరిమాణమునకు అణువులన్నియుకూడ క్షేత్రానుగుణముగా తిరిగిపోవుటవలన అయస్కాంతశక్తి అత్యున్నతస్థితిని పొందును. ఇంక క్షేత్రబలము పోల్చినను వస్తువు అధిక అయస్కాంతత్వమును పొందజాలదు. ఈ స్థితిని సంతృప్తస్థితి అందురు. ఇనుమును అయస్కాంతీకరించినపుడు ఇట్టి సంతృప్తస్థితి కలుగుచుండుటచే ఈ వాదము బలపడుచున్నది. కాని, ఈ సందర్భమున ఒక్క ప్రశ్న ఉదయించుచున్నది. అయస్కాంతీకరణశక్తిని ఆరోపింపగనే ఏల అయస్కాంతీక అణువులు క్షేత్రపుదిక్కుగా తిరిగిపోవు? దీనికి తొలుదొల్త సరియగు సమాధానము దొరకలేదు. వీబరు అణువులమధ్య వానిని తమ స్థానము

రముకాదనియు, అయస్కాంతీకరణక్షేత్రము ఆరోపితముకాగానే ఈ వలయములు విచ్చిన్నమై అణువులు క్షేత్రపుదిక్కుగా తిరుగుటకు మొదలుపెట్టుననియు, క్షేత్రబలము పోల్చినకొలది ఎక్కువ అణువులు ఇట్లు తిరుగుచు వచ్చి ఒకానొక క్షేత్రబలమునకు అన్నియు గూడ తిరిగిపోయి సంపూర్ణ అయస్కాంతీకరణము ఏర్పడు ననియు అతడు వచించెను. కొన్ని దిక్సూచికలను తీసికొని ఒక సమతలము గల బల్లపై నుంచి, పై నుండి ఒకానొక అయస్కాంతీకక్షేత్రమును ఆరోపించగా దిక్సూచికలలో నిట్టి మార్పులే క్రమముగ కనపడును. పటము : ఆరోపిత క్షేత్రబలము క్రమముగ పోల్చింపగా దిక్సూచికలయందు కలుగు మార్పులు. 1895 లో క్యూరి చాల వస్తువుల సస్పెన్షబిలిటీ (అయస్కాంత గ్రహణ సామర్థ్యము) లను కొలిచెను. అతడు వస్తువుల డయామాగ్నెటిజమ్ తాపక్రమముచే మార్పుచెందలేదనియు, పారామాగ్నెటిక్ సస్పెన్షబిలిటీ తాపక్రమమును బట్టి విలోమముగ మారుననియు కనుగొనెను.

ఎలక్ట్రాన్ - క్వాంటమ్ సిద్ధాంతములు : 19 వ శతాబ్దాంతమున ఋణవిద్యుత్కణములైన ఎలక్ట్రాన్లు కనుగొనబడుటయేకాక వాని విద్యుత్పరిమాణము, ద్రవ్యరాశి నిర్ణయింపబడెను. లోరెన్ట్స్ ఎలక్ట్రాన్లు వస్తుతత్వమున కట్లు ఆధారభూత మగుచున్నది తెలుపు సిద్ధాంతమును ప్రవేశ పెట్టెను. ఈ ఎలక్ట్రాన్లను ఆధారముగ తీసికొని 1905 లో లాంజ్ వా, క్యూరి కనుగొనిన ఫలితములను సిద్ధాంతరీత్యా సమర్థించెను. అణువులలో వలయాకారముగ తిరుగుచున్న ఎలక్ట్రాన్ లే వీబరు భావించిన విద్యుత్ప్రవాహ వలయములు. ఎలక్ట్రాన్ వలయాకారముగ తిరుగుచున్నప్పుడు దానికి ఒక మాగ్నెటిక్ మోమెంటు (అయస్కాంత బిభ్రమిష) ఏర్పడును. ఈ



## అయిడిమెట్రీ

మోమెంటు లన్నియు కలిసినప్పుడు, ఒక దానికొకటి వ్యతిరేకముగ ఉండి మొత్తము మీద ఒక మాగ్నెటిక్ మోమెంటు ఏర్పడు అవకాశమున్నచో అది పారామాగ్నెటిక్ వస్తువుగును.

అణువుల అయస్కాంతీకరణమునుబట్టి వస్తువులోపల ఒక అణుక్షేత్రము ఏర్పడునను సిద్ధాంతము చేసి, దానిని బట్టి పారామాగ్నెటిక్ ద్రవ్యముల యొక్కయు, ఇనుము మొదలైన ఫెర్రోమాగ్నెటిక్ ద్రవ్యముల యొక్కయు ప్రవర్తనమును 1907 లో పి. వైస్ సమర్థించెను. ఫెర్రోమాగ్నెటిక్ ద్రవ్యములను గూర్చి చేసిన పరిశోధనలనుబట్టి ఇతడు పరమాణువులోని మాగ్నెటిక్ మోమెంటులన్నీ ఒకానొక మూలపరిమాణము యొక్క గుణిజములని వచించెను దీనిని 'వైస్ మాగ్నెటాన్' అందురు. ఈ వాదము పూర్తిగా సంతృప్తికరము కాకపోయినను పరమాణువుల ప్రవర్తనమును అర్థము చేసికొనుటకు చాల వరకు ఉపకరించెను.

వలయాకారమున తిరుగు ఎలక్ట్రాన్, సంప్రదాయ సిద్ధాంతమును బట్టి, తనశక్తిని కోల్పోవలసి యుండును. కాని, అట్లు జరుగుటలేదు. సిద్ధాంతములో ఏర్పడిన ఈ లోటును నీల్స్ బోర్ పరమాణువులకు క్వాంటం సిద్ధాంతమును వినియోగించి చాలవరకు తీర్చెను. అతని సిద్ధాంతమునుబట్టి పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ ఏ వలయములో నైనను తిరుగుటకు వీలుండదు. ఎలక్ట్రాన్ కొన్ని వలయములలో మాత్రమే తిరుగగలడు. ఎలక్ట్రాన్ కోడియగతి భారమునకు కొన్ని ప్రత్యేకపు విలువలు మాత్రమే ఉండగలవు. దీనినిబట్టికూడ పరమాణువులలో ఏర్పడు అయస్కాంతబిభ్రమిష ఒక మూల అయస్కాంత బిభ్రమిషకు గుణిజముగా ఉండవలెనని తేలుచున్నది. ఈ మూలపరిమాణమును బోర్ మాగ్నెటాన్ అందురు. ఇది వైస్ మాగ్నెటాన్ కు రమారమి 5 రెట్లుండును. దీని విలువ

$$\frac{h.e}{4.\pi.m} \quad h = \text{ప్లాంక్ స్థిరాంకము} = 6.610 \times 10^{-27}$$

$$e = \text{ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశము} \quad m = \text{ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి(మాస్)}.$$

$$\frac{e}{m} = 1.749 \times 10^7. \quad \text{దీనినిబట్టి బోర్ మాగ్నెటాన్}$$

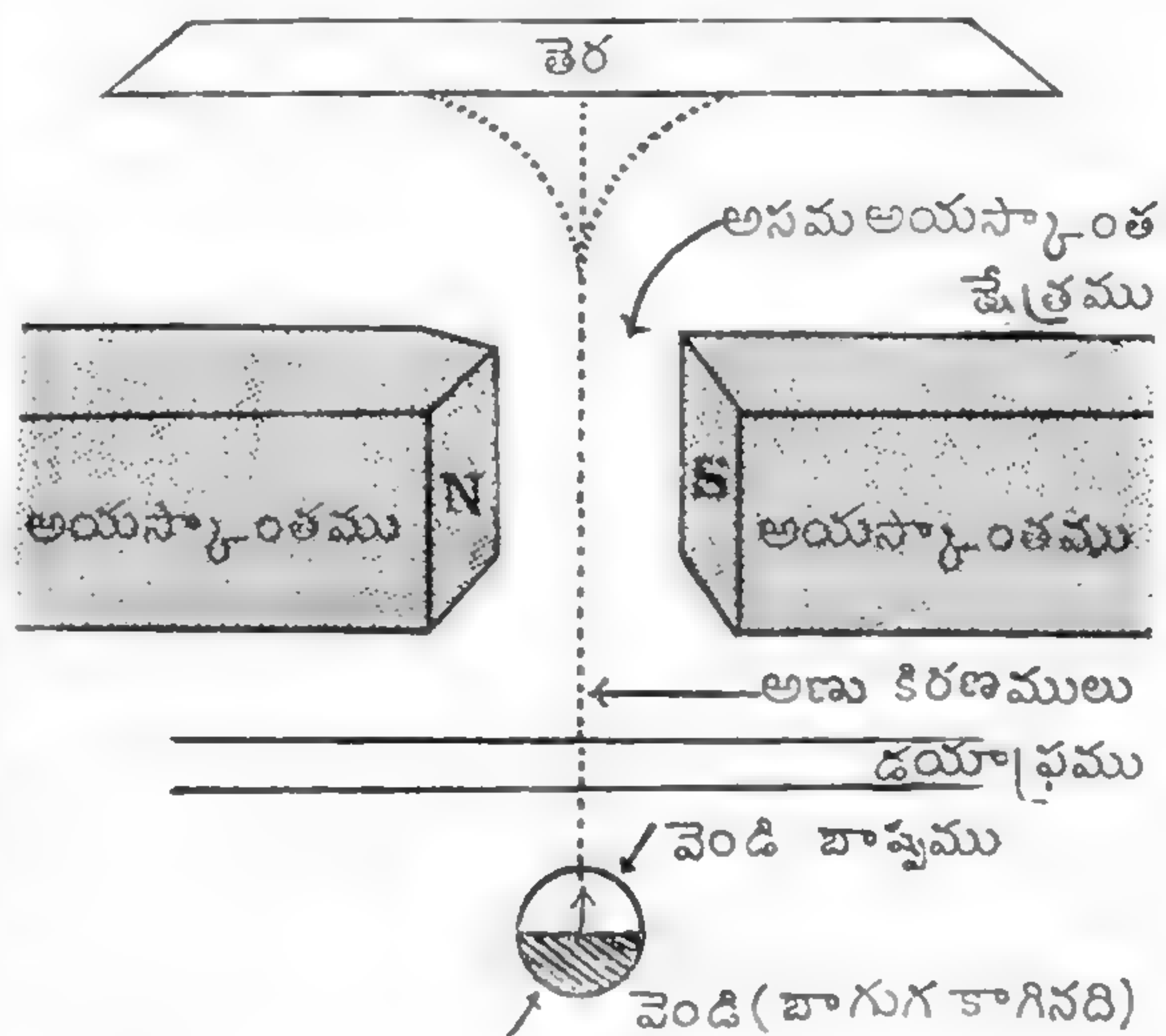
$$\text{పరిమాణము } 0.925 \times 10^{-20} \text{ (e. m. u.) అని తేలుచున్నది.}$$

నీల్స్ బోర్ సిద్ధాంతమును రుజువుచేయుటకు ఫైర్స్, గెర్లాక్ అణుకిరణములను ఒక అసమ అయస్కాంతక్షేత్రమున పోనిచ్చి అణుకిరణములు ప్రక్కకుబోయిన దూరమునుబట్టి ఆ అణువుల అయస్కాంతపు మోమెంటు

$$e. m. u. = \text{ఎలక్ట్రోమాగ్నెటిక్ యూనిట్లు.}$$

అను నిర్ణయించిరి. వారి ప్రయోగ విధానము ప్రక్కపటమున చూపబడినది.

అయస్కాంతక్షేత్రము, ఒక మంగలికత్తి ఆకారమున నున్న అయస్కాంతము, నలువలుకలుగానున్న అయస్కాంతము వీటి మధ్య ఏర్పడియున్నది. ఇది అసమక్షేత్రము. అణువులకు అయస్కాంతశక్యమున్న యెడల అవి కుడివైపునకో, ఎడమవైపునకో మరలి అణుకిరణపుంజము రెండుగా విడిపోవలెను. ఫైర్స్, గెర్లాక్ ప్రయోగమున వెండి పరమాణుకిరణములు సరిగానటులే, రెండు పుంజములుగా విడిపోయెను. దీనివలన బోర్



అసమ అయస్కాంతక్షేత్రములో వెండిపరమాణువుల మార్గవిచలనము

సిద్ధాంతము సమర్థింపబడి అణువులయందు అయస్కాంతశక్యమున్నట్లు ప్రయోగరూపమున నిర్ధారణచేయబడినది. స్పెక్ట్రోస్కోపు ద్వారా కనుగొనబడిన శేమాన్ ఫలితము కూడ అయస్కాంత అణువాదమును బలపరచుచున్నది. డి. సు.

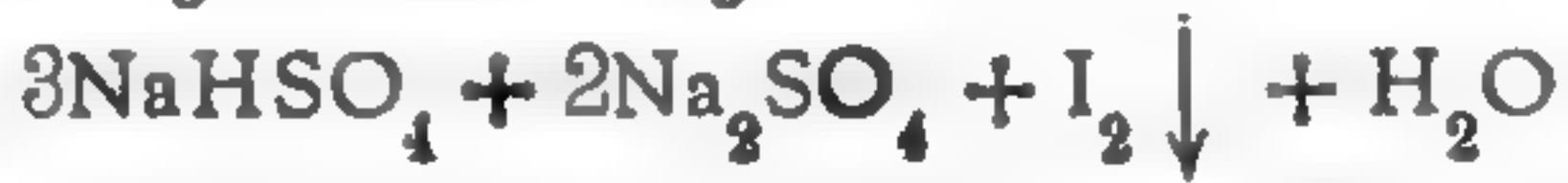
అయిడి మెట్రీ : చూ. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము.

అయిడిన్ : అధాతు మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 53; పరమాణుభారము 127.91; అణుసాంకేతికము  $I_2$ , క్షుధనాంకము  $185^{\circ}\text{C}$ ; ద్రవాంకము  $113.6^{\circ}\text{C}$ . అయిడిన్ కూడ ఇతర హేలోజన్ (క్లోరిన్, బ్రోమిన్, ఫ్లోరిన్) ల వలె యోగికరూపములలో లభించును. 'కెల్పు' అను సముద్రపు రెల్లులో అయిడిన్ 0.1% - 0.3% మాత్రమే ఉండును. చిక్రిదేశమునందున్న సోడియమ్ నైట్రేట్ ఖనిజములో టన్నుకు 8 ఔన్సులవంతున సోడియమ్ అయిడేట్ అను



అయిడిన్ యోగికము కలదు. ఇదియే నేటి అయిడిన్ పరిశ్రమకు ఆధారము. దీనిని నీటిలో కరిగించి, స్ఫటికీకరణమువలన సోడియమ్ నైట్రేట్ ను వేరుచేయగా మిగిలెడు ద్రావణమునందు అయిడిన్ 0.2% ఉండును. కాలి ఫోర్నియాలోను, జావాలోను, నూనె ఉత్పత్తియగుస్థలము నందును, భూగర్భమునుండి పైకి ఉబుకు నీటిబుగ్గలయందును, అయిడైడ్లు ద్రావణముగా నుండును. ఆల్గే అనబడు నాచు విశేషములందుకూడ అయిడిన్ యోగికము లున్నవి.

చిలీ సాల్టపీటర్ నుండి సోడియమ్ నైట్రేట్ ను వేరు చేయగా మిగిలిన మాతృద్రావణమునకు తగినంత సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ ను లెక్కకట్టి కలుపుదురు. ఈ లవణము ఆక్సి హరణసాధనముగాను, ఆప్లముగాను పనిచేసి సంయోగ స్థితినున్న అయిడిన్ ను పైకి విడుదలచేయును. నీటియందు అయిడిన్ ద్రావ్యత అతితక్కువగుటవలన చాలద్రవ్యము అవశేషముగా దిగును. ఇందలి రాసాయనిక క్రియల క్రింది సమీకరణముచే సూచింపవచ్చును :



ఇట్లు అవశేషముగా లభించిన అయిడిన్ ను వడియగట్టి ఉత్పత్తనక్రియవలన శుద్ధిచేయుదురు.

సముద్రపురెల్లుయొక్క బూడిదయందున్న సోడియమ్, పొటాసియమ్ అయిడైడ్లనుండికూడ అయిడిన్ తయారు చేయుదురు. నార్వేదేశమునందు సముద్రపురెల్లును ఎండ బెట్టి కాల్చి ఆ బూడిదనుండి పొటాసియమ్ సల్ఫేట్, సోడియమ్, పొటాసియమ్ క్లోరైడ్లను ఆంశికస్ఫటికీకరణము వలన వేరుచేయుదురు. మాతృద్రావణమునందు అయిడైడ్లు మిగులును. దానికి మాంగనీస్ డై ఆక్సైడ్ ను సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను కలిపి రిటార్ట్ లో వెచ్చచేసినపుడు 'ఊదారంగు' అయిడిన్ ఆవిరి లభించును. ఆ ఆవిరిని చల్లార్చి స్ఫటికములుగా మార్చుదురు. ఆ స్ఫటికములను తిరిగి ఉత్పత్తన ప్రక్రియవలన శుద్ధిచేయుదురు.

గుణములు ; సాధారణముగా అయిడిన్ మిలమిల మెరసెడి నల్లని రాంబిక్ స్ఫటికాకృతిగల ఘనద్రవ్యము. సామాన్య తాపక్రమములోనే అయిడిన్ కొంచెము బాష్ప రూపముగా మారును. ఈ బాష్పము కొంచెము ఊదారంగుగా ఉండును. గాలికన్న బరువైనది ; పీల్చిన ముక్కుమందును. నీటిలో అతి తక్కువగా (4000 పాళ్లలో 1 పాలు) కరుగును. పొటాసియమ్ అయిడైడ్ నీటి ద్రావణములో ఎక్కువగా కరుగును. అందుచేత  $\text{I}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{KI}_3$  అను రాసాయనిక చర్యవలన  $\text{KI}_3$  అను

నూతనయోగికముపర్పడును. కాని సారాయి, క్లోరో ఫార్మ్, బెన్జీన్, కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ మొదలగు కార్బన్ యోగికద్రావణములందు విరివిగా కరుగును. సారాయి ద్రావణములను 'టింక్చర్' లందురు. అది కముకుదెబ్బల వాపు తీయుటకును, గాయముల మాన్పుటకును వైద్యులు వాడుదురు. పిండిపదార్థములతో అయిడిన్ చక్కని నీలి రంగును ఇచ్చును. విడి అయిడిన్ ను గుర్తించుటకిది సులభ మార్గము. పదిలక్షలపాళ్లు నీటిలోకలిసియున్న 1 పాలు అయిడిన్ ను కూడ ఈ రంగునుబట్టి గుర్తించవచ్చునన్న ఈ ప్రక్రియ ఎంతసున్నితమైనదో తెలియును.

అయిడిన్ కూడ ఇతర హేలోజన్ లవలె హైడ్రోజన్ తోను, థాతువులతోను సంయోగముచెంది అయిడైడ్ ల నిచ్చును. రాసాయనికక్రియలందిది వాటంతచురుకైనది కాదు. హైడ్రోజన్ తో అయిడిన్ ను  $444^\circ\text{C}$  వరకు వేడి జేసినచో హైడ్రోజన్ అయిడైడ్ వాయువు లభించును. ఎర్రభాస్వరము, అయిడిన్ మిశ్రమును వెచ్చచేసినగాని భాస్వరఅయిడైడ్లు పర్పడవు. అయిడైడ్లనుండి క్లోరిన్, బ్రోమీన్ లు అయిడిన్ ను విడతీయును. కాని ఆక్సిజన్ యుత థాతుయోగికములనుండి అయిడిన్, క్లోరిన్, బ్రోమీన్ ల స్థానము ఆక్రమించును.

సాలీనా ఉత్పత్తియగు అయిడిన్ లో మూడవవంతు పొటాసియమ్ అయిడైడ్, అయిడిన్ మలామాలు, టింక్చర్లు తయారుచేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. అయిడిన్ ప్రేరకద్రవ్యముగా ఉపయోగించును. ఫాటో గ్రాఫిక్ ఫిల్ములు, ప్లేటులు తయారుచేయుటకు సిల్వర్ బ్రోమైడ్ తోపాటు సిల్వర్ అయిడైడ్ కూడ ముఖ్యమైన ద్రవ్యము. కలంకారి పరిశ్రమలోవాడు రంగుల తయారు చేయుటకును అయిడిన్ ఆవశ్యకము.

హైడ్రోజన్ అయిడైడ్, హైడ్రో అయిడిక్ ఆసిడ్ : హైడ్రోజన్ అయిడైడ్ కూడ హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ వలె ఆక్సిహరణకారి. అందువలన దీనిని అయిడైడ్ తో సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను ఉపయోగించి తయారుచేయుటకు వీలు కాదు. పొటాసియమ్ అయిడైడ్ తో సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కలిపినపుడు అయిడిన్ సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్, గంధకము, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్లు పర్పడును.

ఈ కారణమువలన తడిపిన ఎర్రభాస్వరముతో అయిడిన్ కలిపి నూరి వెచ్చచేయుటవలన హైడ్రోజన్ అయిడైడ్ ను తయారుచేయుదురు.

గుణములందు హైడ్రోజన్ అయిడైడ్ ఇతర హైడ్రో జన్ హేలైడ్లను పోలియుండును. దానిద్రావణమును హైడ్రోఅయిడిక్ ఆసిడ్ అందురు. అదికూడ హైడ్రో



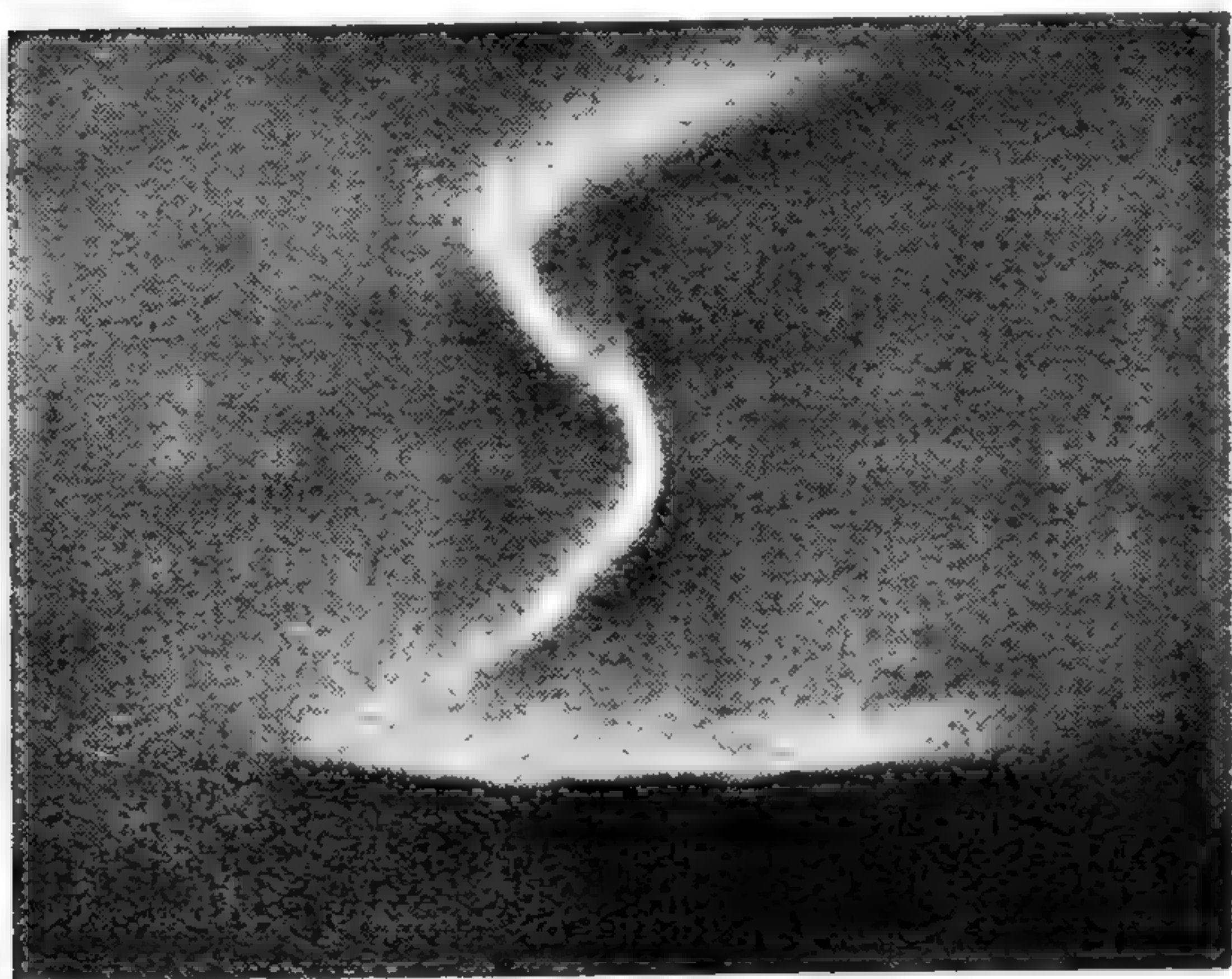
అర్ స్టైడ్, హన్స్ క్రిస్టియన్

క్లోరిక్, హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్లను పోలియుండును. కార్బన్ యాగికముల తయారుచేయుటకు ఆక్సిహరణ సాధనముగా ఇది మిక్కిలి వాడుకలో నున్నది (చూ. హేలోజన్ వర్గము; క్లోరిన్, బ్రోమిన్, ఫ్లోరిన్). ని. వి. రా.

అర్ స్టైడ్, హన్స్ క్రిస్టియన్ (1777-1851): డేనిష్ భౌతికవిజ్ఞాని, రాసాయనికుడు. కోపెన్ హేగన్ యూనివర్సిటీలో విద్యనభ్యసించి అచ్చటనే 1808 లో భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడాయెను. విద్యుత్ ప్రవాహము అయస్కాంతముపై నెరపు ప్రభావమును కనుగొనినవాడియనే. అందుచే ఈయన విద్యుదయస్కాంతత్వ సిద్ధాంతమునకు పునాది వేసినవాడాయెను.

ఈయన తొలిసారిగా అల్యూమినియము ధాతువును వేరు చేసెను. ఈయన పేరు అయస్కాంతీకరణ బలము యొక్క యూనిట్ కు ఉంచబడినది. చి. పూ. రా.

అరోరా (సుమేరుజ్యోతి): ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువ ప్రాంతముల ప్రకృతి కనపరచు జ్యోతిర్మయసుందర దృశ్యము. ఉత్తరధ్రువదృశ్యమును 'అరోరాబోరియాలిస్' అనియు, దక్షిణధ్రువదృశ్యమును 'అరోరాఆస్ట్రాలిస్' అనియు అందురు.



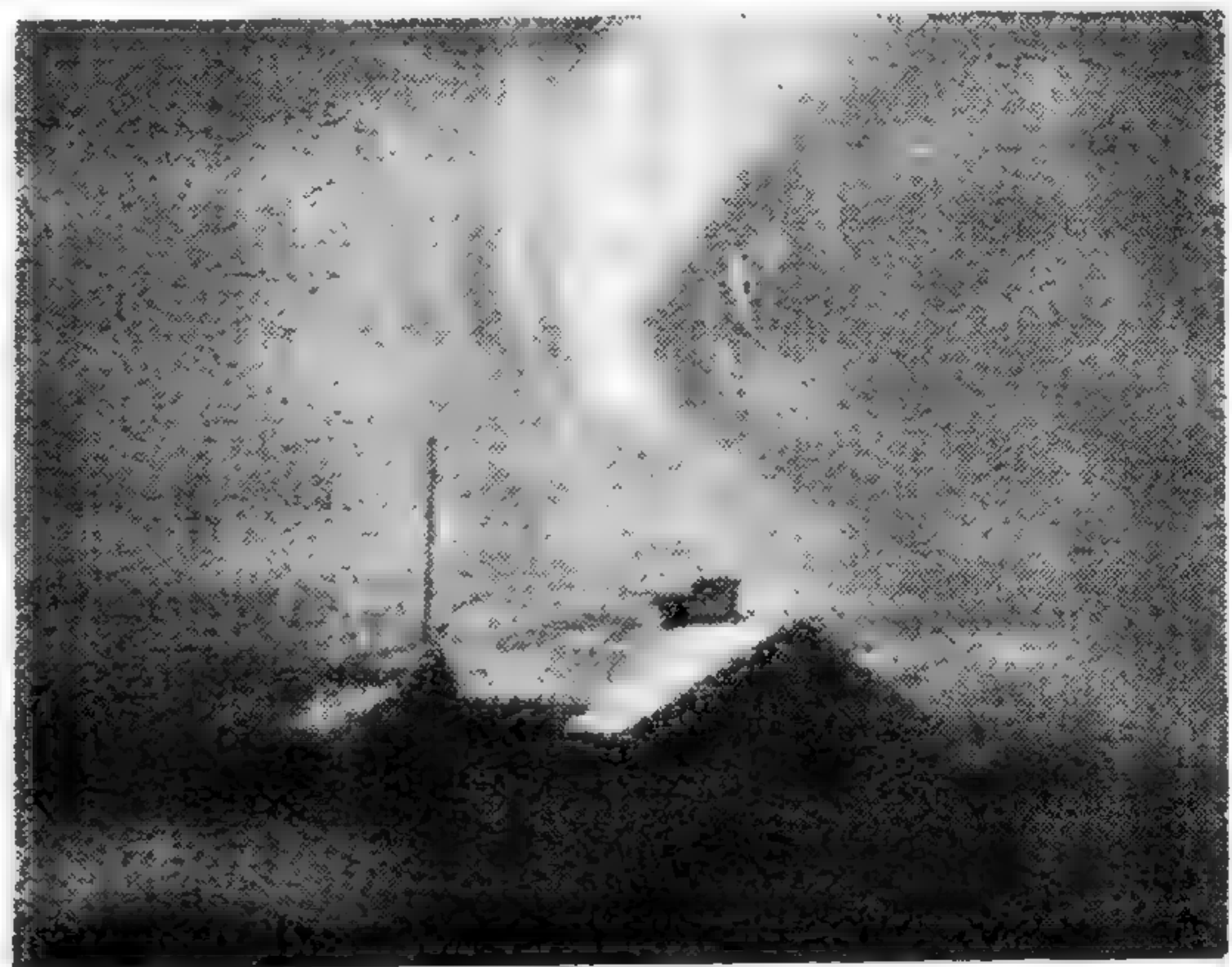
రాత్రులందు ఆకాశమందు ఒకప్పుడు అత్యుజ్వలముగను ఒకప్పుడు కంపించుచు ఈ ప్రకాశము కనిపించును.

సునిశిత చాతుష పరికరములు ఆకాశమందంతటను ఈ అరోరాప్రకాశమున్నట్లు రుజువుచేయుచున్నవి. కాని, ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువప్రాంతములందు తప్ప తక్కినచోట్ల ఈ కాంతి ప్రస్ఫుటముగా గోచరింపదు. ధ్రువములకు కొంచెము దూరముననున్న రష్యాభాగములందు, యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోను, ఇతర సమశీతోష్ణ భూభాగముల యందునుకూడ ఈ జ్యోతి కననగును. తరుచుగా ఈ

తేజస్సు ఆకుపచ్చరంగులో ఉండును. ప్రకాశము ఉజ్వలముగా ఉన్నపుడు అది గాఢమైన అరుణకాంతిలో ఉండును.

ఈ ప్రకాశదర్శనము సాధారణముగా రాత్రిపూర్వార్ధమున ఈశాన్యాకాశమున చాలదిగువను ప్రారంభించును. అంతటను సమానప్రకాశముగల వెలుగుగా ప్రారంభించి వంపుగానున్న పొడవైన పట్టిలవలె ఆకాశమధ్యమువరకు వ్యాపించును. ఈ కాంతిశలకలస్థానములు, ఔజ్వల్యము ఉణుడుణుడు మారుచుండును మిక్కిలి ఉజ్వలముగానున్న స్థితిలో ఈ ప్రకాశము ఆకాశమంతను ఆక్రమించి, గాలిలో కంపించు పెద్ద తెరకుచ్చెళ్ళవలె కన్పట్టును. ఈ ప్రకాశదృశ్యము భూమికి 50 మైళ్ళ ఎత్తుకన్న క్రిందెప్పుడును కనిపించదు. ఒకప్పుడు ఈ దృశ్యము భూమికి 800 మైళ్ళ ఎత్తువరకు విజృంభించును.

అరోరా సంఘటనకు కారణములు సమగ్రముగా ఇంకను తెలియలేదు. అయినను, ఈ వెలుగు సూర్యుని నుండి అతివేగముతో విడివడు ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహములు భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రపరిధిలోనికి వచ్చినప్పుడు, వాటిమార్గములు ధ్రువములవైపు మరలించబడును; ఈ ఎలక్ట్రాన్ పరంపర వాతావరణములోనున్న



నైట్రోజన్ అణువులను తాకినపుడు, అవి అయన్లుగా మారి, ఈ అరోరా అద్భుతదృశ్యములకు కారణమగుచున్నదని చెప్పుదురు.

అరోరాప్రదర్శనములకును, సూర్యుని మచ్చల ఉద్రేకమునకును కార్యకారణ సంబంధమున్నట్లు గోచరించుచున్నది. భూమిపై అప్పుడప్పుడు అగపడు అయస్కాంత సంక్షోభముయును అరోరా ప్రదర్శనములును సమకాలికములు. అందువలన అవి సమకారణకములని కూడ ఊహించవచ్చును.

మే. ప. న.



**అర్థ :** భౌతిక శాస్త్రములో 'పని' ని కొలుచు యూనిట్; క్రియ (పని) అను భావము యొక్క నిర్వచనమును అనుసరించి యూనిట్ యొక్క మూల్యమును నిర్ణయించవచ్చును. F కు సమానమగు బలమును ప్రయోగించి S దూరము ఒక వస్తువును చలింపజేసిన, ఆ వస్తువుపై ఆ బలము చేసిన పని 'E' బలము, దూరము ఈ రెంటి గుణనఫలమునకు సమానము  $E = F \cdot S$

బలమునకు యూనిట్ 'డైన్' (అనగా, ఒక గ్రాము ద్రవ్యరాశికి సెకను సెకనుకు ఒక సెంటీమీటరు త్వరణమును సంక్రమింపజేయుబలము).

F, S అను పదములకు యూనిట్ మూల్యములను స్వీకరించిన E కూడ యూనిట్ మూల్యము కలది యగును. ఈ యూనిట్ నకు 'అర్గ్' అని పేరు.

అందువలన 1 గ్రాము ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై డైన్ బలము పనిచేసి ఆ వస్తువును ఒక సెంటీమీటరు దూరము నెట్టినపుడు జరిగినపని ఒక అర్గ్.

**ఇంకొకవిధము :**  $E = \frac{1}{2}mv^2$  అని రుజువుచేయవచ్చును. E = పని, m = వస్తువుద్రవ్యరాశి, v = బలప్రయోగము వలన వస్తువునకు అభివేగము. ఇందు m మూల్యము = 2, v మూల్యము = 1, అనుకొనిన  $E = \frac{1}{2} \times 2 \cdot 1 = 1$ . అనగా, 2 గ్రాముల ద్రవ్యరాశిగల వస్తువునకు సెకనుకు 1. సె.మీ. వేగమును అభివేయుపని ఒక అర్గ్. దైనందిన వ్యవహారమునకు ఈ యూనిట్ చాల చిన్నది. ఇటునటు చలించుచున్న టేబిల్ టెన్నిస్ బంతి గతిశక్తి కొన్ని వేల అర్గ్ లుండును. మేడమెల్లెక్కునపుడు మన శరీరము కొన్ని కోట్ల అర్గ్ ల పనిచేయును.

కాని, పరమాణుప్రపంచములో జరుగు కార్యములకు అర్గ్ చాల పెద్దమానము. ఇచ్చట మనము వాడుకచేయవలసిన మానము మైక్రోఅర్గ్ (అర్గ్ లో 10 లక్షవ వంతు) లేదా మైక్రో-మైక్రో-అర్గ్ (మైక్రోఅర్గ్ లో 10 లక్షవ వంతు.)

రాసాయనికప్రక్రియలందు విడివడుశక్తిని ఈ చిన్న మానములో వ్యక్తపరతురు. ఉదా: ఒక కార్బన్ పరమాణువు రెండుఆక్సిజన్ పరమాణువులతో రాసాయనికముగా సంయోగించునపుడు ఆవిష్కృతమగుశక్తి 0.4 మైక్రో-మైక్రోఅర్గ్ లుండును. రాసాయనిక కార్యములలోకన్న లక్షలకొలదిరెట్లు అధికమైనశక్తిని ఆవిష్కరించు కేంద్రకకార్యముల విషయమున మైక్రోఅర్గ్ లు వాడుకలోనున్నవి. ఉదా: అల్యూమినియము కేంద్రకము నుండి,  $\alpha$ -కణము ప్రోటాన్ కణమును పైకినెట్టు కార్యమునందు విడివడిన ప్రోటాన్ శక్తి, అఘాతమును కలుగజేసిన

$\alpha$ -కణశక్తికన్న 0.7 మైక్రోఅర్గ్ లు పొచ్చుగా ఉండును. ఈ పొచ్చు అల్యూమినియము కేంద్రకపరివర్తన కార్యమందు మనకు చేకూరిన మొత్తపుశక్తిలాభమును తెలియజేయును. కొన్ని కేంద్రకపరివర్తనకార్యములందు ఇంతకన్న మిక్కిలి అధికమగుశక్తి విడివడును. ఆటంబాంబు విచారణమునకు కారణమగు యురేనియమ్ కేంద్రకపరివర్తన కార్యములందు అమితమగుశక్తి విడివడును. ఆటంబాంబు విచారణమునకు కారణమగు యురేనియమ్ కేంద్రకవిచ్ఛిత్తిలో ఆవిర్భవించుశక్తి ప్రతికేంద్రక విచ్ఛిత్తియందును 0.20 మైక్రోఅర్గ్ లకు సమానము. మే. ప. న.

**అర్థధ్రువిత బంధము :** చూ. యోజనీయతా భావము.

**అర్థప్రవేశ్యత్వచము :** చూ. ద్రావణములు II

**అర్థవిద్యుద్వాహకములు :** ధాతువులు సంపూర్ణ విద్యుద్వాహకములు, అధాతువులు సంపూర్ణ విద్యున్నిరోధకములు. ఈ రెండింటికి మధ్య నున్నది అర్థవిద్యుద్వాహక (సెమీ కండక్టర్స్) వర్గము. ఇది చాల విస్తృతమైనది. ఇందులో మూలద్రవ్యములు, యోగికములుకూడ ఉన్నవి. వీటి తత్వమును ఈ వర్గపు ప్రసిద్ధ ప్రతినిధియగు జెర్మేనియమ్ ధాతువును దృష్టాంతముగ గొని బోధపరచుకొనవచ్చును.

జెర్మేనియమ్ పరమాణువునకు కేంద్రకావేశము + 32 యూనిట్లు; దాని పరమాణురచనయందు కక్ష్యలందు భ్రమించు 32 ఎలక్ట్రాన్ లు కలవు.

ఈ 32లో 28 కేంద్రముతో దృఢబద్ధములు; కాని అంతిమకక్ష్యలో నున్న నాలుగు ఎలక్ట్రాన్ లు (యోజనీయ ఎలక్ట్రాన్ లు) శిథిలబద్ధములు. అందువలన ఇతర పరమాణువులు ఎలక్ట్రాన్ లతో ప్రతికరించు స్వేచ్ఛ వాటికి కలదు. జెర్మేనియమ్ స్ఫటికమందు పరమాణువులు వజ్రము యొక్క దిగ్జాలక సన్నివేశమును గ్రహించును. ఇందు ప్రతి పరమాణువునకు నాలుగు సమీపతరవర్తి పరమాణువులతో బంధము లేర్పడియున్నవి. ఇవి సమయోజనీయ (కో-వేలెంట్) బంధములు. ప్రతి బంధనమునకు రెండేసి చొప్పున ఉమ్మడి ఎలక్ట్రాన్ లుండును. ఇట్టి రచనయందు స్వేచ్ఛగా నున్న విద్యుదావేశము (ధాతువులలోవలె) లేవు గనుక దీనిపై విద్యుత్ క్షేత్రమును ఆరోపించినను విద్యుత్ ప్రవాహము జనింపదు. కాని ఇచ్చట మనము తీసికొనిన దృష్టాంతము శూన్యతాపక్రమము వద్ద పరిపూర్ణస్ఫటిక స్థితిలో నున్న వస్తువునకు అన్వయించును. తాపక్రమము మెల్లగా పరిసర తాపక్రమమున పొచ్చించినకొలది సన్నివేశము పూర్తిగా మారిపోవును. దిగ్జాలకమందలి పర



అల్యూమినియము

మాణువులు ఉష్ణతకారణమున స్పందించుటకు ప్రారంభించును. బంధఘటకములగు ఎలక్ట్రాన్లు కూడ ఉష్ణతాశక్తిని గ్రహించును. కొన్ని ఎలక్ట్రాన్లు బంధములనుండి విడివడి ఆ బంధముల స్థానమున శూన్యప్రదేశముల జనింపజేయును. ఈ విడివడిన ఎలక్ట్రాన్ లిప్పుడు వాటి ఉష్ణతాశక్తి కారణమున స్ఫటికశరీరమం దిటునటు అవ్యవస్థితవిధమున చలించుచు తక్కిన దిగ్జాలక ఘటకములతో అభిఘాతములకు దొరకొనును. సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్రము సూచించినట్లు రెండు అభిఘాతములమధ్య ఈ ఎలక్ట్రాన్లు క్రమించు మధ్యమాన స్వేచ్ఛాపథము పరమాణువుల మధ్యగల సగటుదూరమున్న ప్రమాణ క్రమములో నుండదు. దానికి పలువందల రెట్లుండును. ఈ విలక్షణతను గ్రహించుటకు సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్రమును విడచి మనము క్వాంటమ్ ప్రతికృతిని అనుసరించి, ఆవృత్తరచనగల స్ఫటికశరీరమందు ప్రసరించుచుండు తరంగమువలె ఎలక్ట్రాన్లను పరిగణించవచ్చును. ఇట్టి ఎలక్ట్రాన్ ఉష్ణత వలనగాని లేదా మరియే ఇతర ప్రభావమువలనగాని జనించు వికారముల కారణమున తన తొంటి మార్గము నుండి మిక్కిలి విచలిత మగును. ఉష్ణతాపేతుకమగు ఎలక్ట్రాన్ల అవ్యవస్థిత చలనముపై విద్యుత్క్షేత్ర సమారోపణవలన విద్యుద్వహన ప్రక్రియ సంభవించును. ఆ విద్యుత్ప్రవాహము యొక్క మహత్త్వము ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య, ఆరోపిత క్షేత్రబలము, అభిఘాతముల మధ్య నుండు కాలవ్యవధిబట్టి యుండును.

బంధముల తెంపుకొనిపోయిన ఎలక్ట్రాన్ల స్థానమున జనించిన వివరముల (కన్నముల) ప్రవర్తన నిజముగా అనుకరబోధ్యమైనను సారశ్యసూత్రమును అనుసరించి ఈ కన్నముల ధనావేశవహములుగ భావించవచ్చును. ఇవి కూడ స్ఫటిక శరీరమందు ఎలక్ట్రాన్లవలె స్వేచ్ఛగా అటు నిటు ఒక క్రమమును పాటించకుండ తిరుగుచుండును. ఆరోపిత విద్యుత్క్షేత్రమందు ఇవి క్షేత్రదిశనుబట్టి చలించి విద్యుత్ప్రవాహమును జనింపజేయును. విద్యుత్ప్రవాహమునకు విరుద్ధదిశలో జరుగు ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహము, దానికి సమానదిశలో జరుగు కన్నముల ప్రవాహము ఈ రెండిటి సంకలితఫలమే స్ఫటికమందలి విద్యుత్ప్రవాహము.

తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలది స్ఫటికము గ్రహించు ఉష్ణతాశక్తిమూలమున పరమాణువుల మధ్య బంధములు సడలి ఎలక్ట్రాన్ - రంధ్రముల జంటలు ఎక్కువగ జనించునని తెలిసికొంటిమి. అందువలన ఒక నియతబలముగల విద్యుత్క్షేత్రమందు విద్యుత్ప్రవాహము తాపక్రమముతో పెరుగుచుండును, అనగా ఇట్టి ద్రవ్యముల విద్యున్నిరోధము

తాపక్రమము ; అతిశయించుకొలది తగ్గును. ఇది అర్థవాహకముల అనితర సాధారణమైన లక్షణము. ధాతువుల విద్యున్నిరోధము తాపక్రమముతోబాటు ఎక్కువగుచుండును.

ఎలక్ట్రాన్ల రంధ్రములవంటి స్వేచ్ఛా విద్యుద్వాహకముల జనింపజేయుటకు వలయు ఉష్ణతాశక్తిని అపారముగ అర్థించు వస్తువులలో వాహకముల సంఖ్య అత్యల్పమగుటచే, అట్టి వస్తువులు విద్యుద్బంధకములుగా ఆచరించును.

ఇచ్చట నొక విచిత్ర విషయము మనకు గోచరించుచున్నది, ఇదివరకు భౌతికద్రవ్యకణములగు ఎలక్ట్రాన్లకు విద్యుద్వహన కర్తృత్వమును ఆరోపించి ధాతువుల విద్యుద్వాహకతను వివరించితిమి. ఈ అర్థ విద్యుద్వాహకముల విషయమున అట్టి విద్యుద్వహన కర్తృత్వము ద్రవ్యరిక్తములగు కన్నములకు కూడ ఆరోపించవలసివచ్చినది. విద్యుద్వహన ప్రక్రియా భావము ఇట్లు విపరీతరూపమును దాల్చినది. శూన్యమున కిటువంటి భావరూపమునే ఆరోపించి తన సిద్ధాంతమందు డిరాక్ పోజిట్రాన్ల ఉనికిని ఆకాంక్షించెను. ఇంతకన్న వింత : వీటి ఉనికిని అప్రతిహత ప్రయోగముచే ప్రేక్షావత్ప్రపంచమునకు ఆండర్సన్ ప్రత్యక్ష మొనరించెను. మే. ప. న.

అల్యూమినియము : మూలద్రవ్యము ; ధాతువు ; పరమాణ్వంకము 18; పరమాణుభారము 28.31. రక్షక కవచమువలె ధాతువుపై ఏర్పడు అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ పొర ధాతువుయొక్క వినియోగమును అధికము చేసినది.

ఖనిజముల వ్యాప్తి : ప్రకృతియందు అల్యూమినియము విరివిగా వ్యాపించియున్నది. ఫెల్డ్ స్పార్ (చంద్రకాంత శిలాస్ఫటికములు  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ , 6  $SiO_2$ ), మైకా (అభ్రకము); రేగడిమన్ను ; నామసుద్ద  $Al_2O_3$ , 2  $SiO_2$ , 2  $H_2O$ , బలపపురాళ్లు మొదలగు రూపములందు (భూమ్యుపరితలమందు 7.3%) లభించుచున్నది. నిరుదక మైనఅల్యూమినా (అల్యూమినియముఆక్సైడ్), కురవిందము అను రాళ్ళరూపమున దొరకుచున్నది ; ఇంద్రనీలము, పద్మరాగము, గోమేధికము మొదలగు స్ఫటికములుగా ఏర్పడుచున్నది. అల్యూమినామన్నుతో కూడియుండుట వలన వివిధరంగులుగల భిన్నధాతువుల ఆక్సైడ్లు అందు మాలిన్యములుగా ఉండును, శాక్సైట్ ( $Al_2O_3$ ,  $H_2O$ ) డయాస్పోర్, గిబ్ సైట్ అనునవి స్పష్టియందు లభించు జలయుత అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ యొక్క రూపములు అల్యూమినియమును విరివిగా తయారుచేయుట కుపకరించుచున్నవి. క్రయొలైట్



(సోడియమ్ అల్యూమినియము ఫ్లోరైడ్) అనునది దుర్లభ ఖనిజము. దాని రాసాయనిక రచన ( $3\text{NaF}, \text{AlF}_3$ ) అది గ్రీన్ లండ్ నందుమాత్రము విరివిగా లభించును; విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానమువలన అల్యూమినియమును తయారు చేయుటకు ఉపయోగపడును. అల్యూమినియము ఫాస్ఫేట్ ( $\text{AlPO}_4$ ) మరొక ఖనిజము. భారతదేశమునందు మధ్య ప్రదేశ్, ఛోటానాగపూరు ప్రాంతములందు బాక్సైట్ యును, పంజాబులో లవణాధారయుతసల్ఫేట్ అయిన ఆలునైట్ యును లభించుచున్నవి.

**ధాతుసాధన:** అల్యూమినియము పరిశ్రమ రాసాయనిక పరిశ్రమలం దొక రసమయఘట్టము. చౌకగా లభించెడి విద్యుచ్ఛక్తి, ఈధాతుప్రాప్తి కత్యావశ్యకము.

బాక్సైట్ ఖనిజమునందు ఐరన్ ఆక్సైడ్ ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), సిలికా [ $(\text{SiO}_2)$  (సిలికన్ ఆక్సైడ్)], టైటానియా [ $(\text{TiO}_2)$  (టైటానియమ్ ఆక్సైడ్)] మిశ్రములుగా నుండును. దొరికిన ఖనిజమును దొరికినట్టుగా విద్యుచ్ఛక్తి చే పృథక్కరించినపుడు అందలి అపరిశుద్ధద్రవ్యములు అల్యూమినియమును వదలక అంటిపెట్టుకొనియుండును. తరువాత వానిని వేరుచేయుట సుసాధ్యముకాదు. అందువలన ఖనిజముగా లభించు బాక్సైట్ ను శుద్ధపరచుట అతిముఖ్యము. బాక్సైట్ ను శుద్ధపరచుటకు అనేకవిధానములు ఉన్నవి. అందు బేయర్ విధానము విరివిగా వాడుకలో ఉండుటచే అది ముఖ్యమైనది. బాక్సైట్ ఖనిజమును మెత్తగా పొడిచేసి, కాస్టిక్ సోడాద్రావణముతో కలిపి ఆవిరిప్రేషము ఎక్కువయగునట్లు వేడిచేయుదురు; లభించిన ద్రావణమును వడియగట్టుదురు. తరువాత ఆ ద్రావణములోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ను పంపుటయో, కొంచెము అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ ను కలుపుటయో చేయుదురు. స్వచ్ఛమైన అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ అవశేషముగా లభించును. దానిని వడబోసి వేడిజేసినిర్జలీకరింతురు.

పై జెప్పినరీతిని తయారైన స్వచ్ఛమగు బాక్సైట్ ను వేడిచే కరగించిన క్రయొలైట్ లో ద్రావణమగునట్లు చేసి విద్యుత్ విశ్లేషణముచే విద్యుత్ కొలిమిలో ధాతువును వేరు పరతురు.

**ధర్మములు :** అల్యూమినియము తెల్లనిధాతువు. దాని విశిష్టగురుత్వము 2.7; దానిని గాలిచొరకుండా వేడి చేసినపుడు  $859^\circ\text{C}$  వద్ద కరగుటయు,  $1800^\circ\text{C}$  వద్ద మరుగుటయు జరుగును. కరుగుటకు కొంచెము ముందు అది పెళుసుఎక్కుటచే పొడిచేయుటకు కూడ వీలగును. మంచి విద్యుద్వాహకము; రాసాయనికముగా చురుకైనది. హేలోజన్ తోను ఆక్సిజన్ తోను ఉబలాటముతో కలియును.

ధాతువుపై ఏర్పడు సన్ననిఆక్సైడ్ పొర నీటిలో అల్యూమినియము కరుగకుండా అడ్డుకొనును.

ఆప్లుములయందు ఈధాతువు చురుకుగా కరుగును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ నందు ఈ చర్య తీక్షణముగానుండును. చల్లగానున్న జలయుత సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ నందు అల్యూమినియము కరుగదు. గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్ నందీధాతువు జడమై పోవును. ఇది ఊరద్రావణములతో చురుకుగా సంయోగించి హైడ్రోజన్ ను విడుదలచేయును.

**ఉపయోగములు :** ఈ ధాతువునుండి తయారైన పలు చటిరేకులు చాక్ లేట్ లపై చుట్టుటకు ఉపయోగించుచున్నారు. రాగికిబదులుగా చౌకవిద్యుత్తంత్రుల తయారు చేయుటకు ఉపయుక్తమగుచున్నది. ద్యురాల్యూమిన్ ( $\text{Al}$  95%,  $\text{Cu}$  4%,  $\text{Mg}$  0.5%,  $\text{Mn}$  0.5%), మగ్నీషియమ్  $\text{Mg}$  : 1-2%,  $\text{Al}$  : 97-94%,  $\text{Cu}$  : 1-2%,  $\text{Ni}$  : 1-2%), అనునవి ముఖ్యమైన అల్యూమినియము ధాతు మిశ్రములు. అల్యూమినియము, రాగిమిశ్రమైన 'అల్యూమినియము కంచు' అను ధాతుమిశ్రము చూచుటకు బంగారమువలె నుండును.

అల్యూమినియము ధాతుమిశ్రములు తేలికగా ఉన్నప్పటికిని మిక్కిలి బలము కలిగి. అందువలన వానిని మోటార్లు, విమానములు మొదలగు యంత్రనిర్మాణమున కవసరమగు వస్తువుల తయారుచేయుటకు విరివిగా వాడుచున్నారు. అంతేకాక ఈధాతువును, దాని ధాతుమిశ్రములును వంట కుపయోగించుపాత్రలు, శస్త్రచికిత్స కనువైన సాధనములు తయారుచేయుటకుకూడ ఉపకరించుచున్నవి.

అల్యూమినియముచూర్ణమును ఎన్నోవిధముల వాడుచున్నారు. అది ఆక్సిజన్ తో సంయోగించుట కెంతో ఆసక్తిని చూపును. అల్యూమినియము ఆక్సిజన్ తో సంయోగించునపుడు ప్రతి గ్రాము పరమాణు భారము అల్యూమినియమునకును 18,000 కేలోరీల ఉష్ణత వెలికివచ్చును. అందువలననే క్రోమియమ్, మాంగనీస్ ల గోల్డ్ స్మిత్ ధాతుత్వత్తి విధానమున ఆక్సిహరణిగా వాడుకలో ఉన్నది. కార్బన్ పొడితో కావించబడు ఆక్సిహరణమునకు లొంగని క్రోమియమ్, మాంగనీస్, సిలికన్ ఆక్సైడ్ లను అల్యూమినియము బేరియమ్ పెరాక్సైడ్ లతో కలిపి మగ్నీషియమ్ తీగలను వత్తిగా ఉపయోగించి వెలిగింతురు. అప్పుడు క్రోమియమ్, మాంగనీస్, సిలికన్ మూలద్రవ్యములు లభించును. తెర్నెట్ అను పేరుగల ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్, అల్యూమినియము పొడి మిశ్రమును అత్యుష్ణతను సంపాదించుటకొరకు ఉపయోగింతురు. ఈ మిశ్రము



## అల్యూమినియము

మందు రాసాయనికచర్య మొదలైన వెంటనే చరచర 3000°C వరకును శాపక్రమము పాచును. అందువలన దీనిని ధాతువులను పోతపోయు కర్మాగారములందు తిరిగి వానిని కరగించుటకును, విరిగిన ఇనుపగొట్టములను రైలు పట్టాలను ద్రవసంధానక్రియవలన అతుకుటకును వాడుక చేయుదురు. తెల్లైట్ అగ్నిశాంబులను తయారుచేయుటకై ఈ ధాతువు యొక్క పొడిని అమోనియమ్ నైట్రేట్ తోపాటు ఇటీవల జరిగిన మహాసంగ్రామము (1939 - 45) నందు వాడియున్నారు. వస్తువులపై వెండి వంటి తెల్లనిపూత పూయుటకు కూడ ఈ ధాతువుయొక్క పొడిని ఉపయోగించు చున్నారు.

ఆక్సిజన్ ప్రవాహములో అల్యూమినియము పొడిని మందునట్లుచేసి మహోష్ణతను కల్పించుట కనువైన ధమన జ్వాల నొకదానిని, ఇటీవలనే శాస్త్రజ్ఞులు నిర్మించిరి. కరగి ద్రవమైన ఉక్కును పోతపోయసందర్భమునందు అది చల్లారినపుడు గాలిబుడగ లేర్పడకుండ అల్యూమినియ మును కలుపుదురు. విద్యుత్తు సహాయమున మలామా చేయుటలో అల్యూమినియమును ఉపయోగించుటకు వీలు కలదేమోయని శాస్త్రజ్ఞులు శోధించుచున్నారు.

అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ ( $Al_2O_3$ ): సృష్టియందు జలయుత, నిర్జల ఆక్సైడ్ ఖనిజరూపమున లభించుచున్నదని ఇంతకుముందే సూచించబడియున్నది. ఉచ్చతాప క్రమములవద్దకూడ ద్రవీభవించకుండ ఆగగల మూసలను తయారుచేయుటకు కరగించిన అల్యూమినాను (అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ ను) ఉపయోగించుచున్నారు. దీనికి 'అలండం' అని వ్యాపారనామము. ఇది కృత్రిమకురువిందముగ సానబట్టురాళ్లు మొదలైన ఘర్షకపదార్థముల తయారుచేయుటకు వాడుకలోనున్నది.

అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ [ $Al(OH)_3$ ]: తెల్లటి గాజునుపోలు అవశేషముగ అల్యూమినియము లవణమునకు అమోనియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణమును కలిపిన అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ లభించును. పులిశ్రేపులకు విరుగుదుగా దీనిని ఆప్లవిరోధిగా వైద్యులు అశీర్ల వ్యాధులలో వాడుదురు.

అల్యూమినియము క్లోరైడ్ ( $AlCl_3$ ): ఈ లవణమును రెండు విధానముల తయారు చేయుటకు వీలగును. 1. ఆక్సైడ్ ను కార్బన్ తో కలిపి గాఢాగ్నితప్తము చేయుచు క్లోరీన్ ప్రవాహమును పంపుట. 2. అగ్నితప్త మగుచున్న అల్యూమినియము ధాతువుపై హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్, క్లోరీన్ లలో నేదో యొకదానిని ప్రవహింప జేయుట. ఇది కార్బన్ యోగికముల సంయోజన పద్ధతుల

యందు ప్రేరకద్రవ్యముగాను, పెట్రోలియము పరిశ్రమ యందును విరివిగా వాడుకలోనున్నది. జలయుత లవణము ( $AlCl_3, 6 H_2O$ ) ను అనేక పద్ధతులవలంబించి తయారు చేయుటకు వీలగును. ధాతువు, దీని హైడ్రాక్సైడ్ లో ఏదో యొకదానిని హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ తో కలిపి ఏర్పడిన ద్రావణమును స్ఫటికీకరించినపు డిది లభ్యమగును.

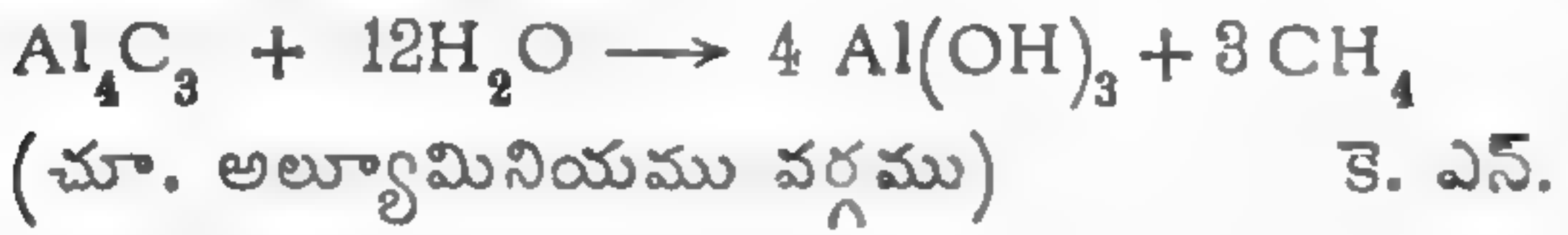
అల్యూమినియము సల్ఫేట్ [ $Al_2(SO_4)_3, 18 H_2O$ ]: శాక్సైట్ నుండి తయారుచేసిన స్వచ్ఛమైన అల్యూమినాను జలయుత సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో కరగించి లభించిన ద్రావణమును స్ఫటికీకరింతురు. రేగడిమన్నును గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తోను, శాక్సైట్ ను సజలసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తోను కాచి వడపోసి లభించిన ద్రావణమును స్ఫటికీకరించిన అపరిశుద్ధ అల్యూమినియము సల్ఫేట్ లవణము ఏర్పడును. దీనిని కాగితములకు ప్రలేపన పదార్థముగాను, చర్మశోధనయందు తోళ్లు పదునుపెట్టుటకును, నీటిలోతడవని మైనపుగుడ్డవంటి జలరోధకవస్త్రములు తయారు చేయుటకును, కాలికో అద్దకమునందును, నీటిని తేర్చుటకును వాడుచున్నారు. ఉన్ని నూలులపై రంగులనిల్పుటకు వాడెడి లవణమునందు ధాతువులు ఉన్నవిడల మరక లేర్పడును. అందువలన ఇవి ఏ మాత్రము లేకుండుట ముఖ్యము. అల్యూమినియము సల్ఫేట్ కన్న పటికను స్వచ్ఛపరచుట తేలికగుటచే రంగులద్దుటకు సామాన్యముగా పటికను వాడుదురు.

పటిక: పొటాసియమ్ ఆలమ్; ఇందు రెండు భిన్న లవణములుచేరియుండుటచే దీనిని 'ద్విలవణము' అందురు. పొటాసియమ్ సల్ఫేట్, అల్యూమినియము సల్ఫేట్, ఈ రెండిటిని వాటి అణుభార నిష్పత్తిలో నీటిలో కలిపి కరగించి, ద్రావణమును ఇగిర్చి చల్లార్చినపుడు పటిక లభించును. అల్యూమినియము సల్ఫేట్ ను ఉపయోగించు రీతిగనే ఆలమ్ ను కూడ వాడుదురు. దీని సాంకేతిక స్వరూపము: [ $K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24 H_2O$ ]

ఈ పటిక మొదట స్ఫటిక వ్యవస్థయందు స్ఫటికీభవించును. అల్యూమినియము పటిక సాంకేతికమందు ఏకయోజనీయ పొటాసియమ్ నకు బదులు సోడియమ్, లిథియమ్, రుబిడియమ్, సీజియమ్, తాలియమ్ వంటి ఏకయోజనీయ ధాతువులును, త్రియోజనీయ ధాతువులు రాగలవు. ఈ ద్వీలవణములన్నియు పటిక స్ఫటికీకరించు వ్యవస్థయందే ఘనీభవించును. వాటి సామాన్య సాంకేతికము  $R^I_2SO_4, R_2^{III}(SO_4)_3, 24 H_2O$  వీటి సమూహనామము పటికలు. ఇచ్చట  $R^I$  ఏకయోజనీయధాతువు;  $R^{III}$  త్రియోజనీయతగల ధాతువు.



అల్యూమినియము కార్బైడ్ ( $Al_4C_3$ ): అల్యూమినియము, కార్బన్‌లను విద్యుత్‌కొలిమితో హైడ్రోజన్ వాతావరణమును ఉపయోగించి వేడిచేసినపుడు అల్యూమినియము కార్బైడ్ ఏర్పడును. మిగిలియున్న అల్యూమినియమును అతిశీతల గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను ఉపయోగించి తీసివేయుదురు. ఇది లేత పసుపురంగు స్ఫటికములుగా లభించును. దీని విశిష్టగురుత్వము 2.38; ఇది  $1400^{\circ}C$  వేడివరకు స్థిరముగానుండి ఆమీద విశ్లేషణమందును. క్లోరిన్, బ్రోమీన్, గంధకములుకూడ తాపక్రమము హెచ్చుగా ఉన్నపుడు అల్యూమినియము కార్బైడ్‌తో సంయోగించును. విలీనాస్థిమలతోను, నీటితోను ఇది చురుకుగా మార్పుచెంది మీతేన్ అను వాయువును వెలిబెట్టును:



అల్యూమినియము వర్గము : ఈ వర్గమునందు అల్యూమినియము, ఇండియమ్, గాలియమ్, తాలియమ్, బోరాన్ అను మూలద్రవ్యములు చేరి ఆవర్తక్రమమందు III b వర్గమునకు చెందియున్నవి. వీటిలో బోరాన్ అధాతువయియుండగా, దాని తరువాతనున్న అల్యూమినియము, గాలియమ్, ఇండియమ్, తాలియమ్ అను మూలద్రవ్యములన్నియు బాహ్యముగా ధాతుధర్మములు కలవి. బోరాన్ యొక్క త్రియోజనీయత మాత్రము ఈ వర్గమున నున్న తక్కిన మూలద్రవ్యములతో సాదృశ్యమును తెలియజేయును. మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, స్ట్రోన్షియమ్, బేరియమ్‌లకు ఊరమృత్తులు అని పేరువచ్చినట్లే అల్యూమినియము వర్గమునకు చెందినవాటికి 'మృత్తుధాతువులు' అని పేరు వచ్చినది. ఈ ధాతువులలో మానవునికి అల్యూమినియముతో విస్తారమైన సంబంధము కలదు. దాని రాసాయనిక ప్రవృత్తి అపారముగా పరిశీలించబడినది. బోరాన్ యొక్క రాసా

యనిక ప్రవృత్తికూడ విస్తారముగా అన్వేషింపబడెను. తక్కిన మూడుద్రవ్యములను గురించి అంతగా తెలియదు. ఈ మూడు ధాతువులలో గాలియమ్ మొదటిది యగుటచే వీటికి గాలియమ్ వర్గమని పేరు. కేవల త్రియోజనీయతగల అల్యూమినియము వివిధ యోజనీయతలుగల గాలియమ్ త్రయముకంటె చాల విలక్షణమైన ధర్మములు కలది. ఈ విషయమింకొకచోట కననగును. (చూ. అల్యూమినియము, ఇండియమ్, గాలియమ్, తాలియమ్, బోరాన్.) మే.వ.న.

అవరుద్ధతరంగములు : ఏదేని ద్రవ్యయానకము గుండ ధ్వనితరంగమువంటి తరంగము ప్రసరించినపుడు, తరంగపుశక్తిని క్రమముగా యానకద్రవ్యము కబళించును. అందువలన తరంగపుశక్తి, క్రమముగా క్షీణించి దాని కంపనవిస్తారము తగ్గిపోవును. ఇట్లు తగ్గిపోయిన కంపన విస్తారము గల తరంగమును 'అవరుద్ధ తరంగము' అందుము. మే. వ. న.

అవలంబకము : చూ. కొల్లాయిడ్‌లు.

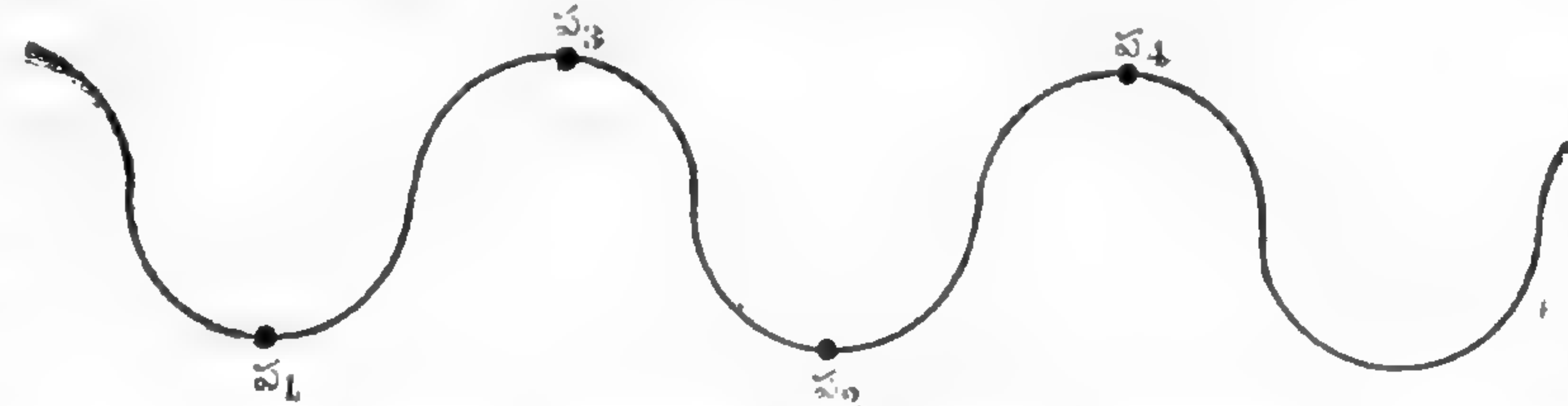
అవలంబితము : చూ. కొల్లాయిడ్‌లు.

అవస్థ : దీనినే 'దశ' అనికూడ అనవచ్చును. ద్రవ్యము యొక్క ఘన, ద్రవ్య, వాయు విభేదములను అవస్థలు మూడు, అనుచోట 'అవస్థ' అను శబ్దము ద్రవ్యమును గురించి వ్యవహారములో నున్నది. ఈ అర్థముననే, రాసా

యనిక శాస్త్రమందు, భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రమందు (చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము) అవస్థాశబ్దము వాడబడుచున్నది. చంద్రుడు మొదలైన జ్యోతిర్లోకముల ప్రకాశస్థితులను చెప్పినప్పుడు అవస్థా



1 వ చిత్రము : తరంగముపై పేరుపేరు అవస్థలలోనున్న బిందువులు



2 వ చిత్రము : తరంగముపై సమావస్థలలోనున్న బిందువులు

శబ్దము 'కళ' అను శబ్దముచే అనువదింపబడుచున్నది.

భౌతికశాస్త్రములో సంచలన ప్రకారములకు కూడ అవస్థాశబ్దము వాడుకలోనున్నది. తరంగరూపమున ఒక దాని వెనుకనొకటి కదలుచున్న రెండు బిందువులు పరస్పరావస్థలు 1 వ చిత్రముచే నిరూపించవచ్చును. ఆ బిందువులు ఒకే కాలమందు పృ, పృలవలె (చిత్రము 2) తరంగపు



## అవస్థాతరంగములు

నెత్తినిగాని,  $ప_1$ ,  $ప_2$ ల వలె తరంగపు అడుగునగాని ఉన్న యెడల ఆ రెండును సమావస్థలో నున్నవే యనిగాని, లేదా ఆ రెండిటి

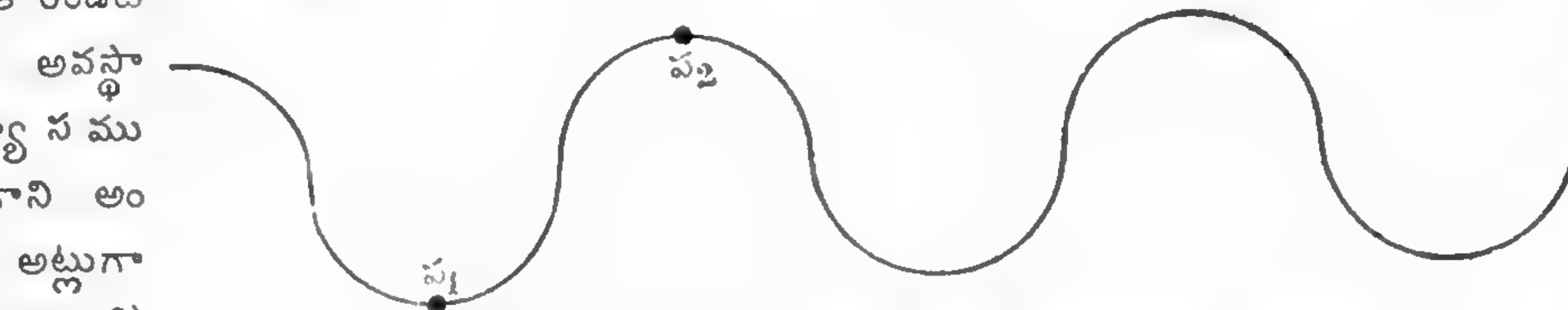
మధ్య అవస్థా వ్యత్యాసము లేదనిగాని అందుము. అట్లుగా క (చిత్రము 3) ఒక బిందువు

తరంగపు నెత్తిమీద నున్నప్పుడు రెండవబిందువు తరంగపు అడుగు భాగమున ఉండిన, ఈ రెండును సంపూర్ణ

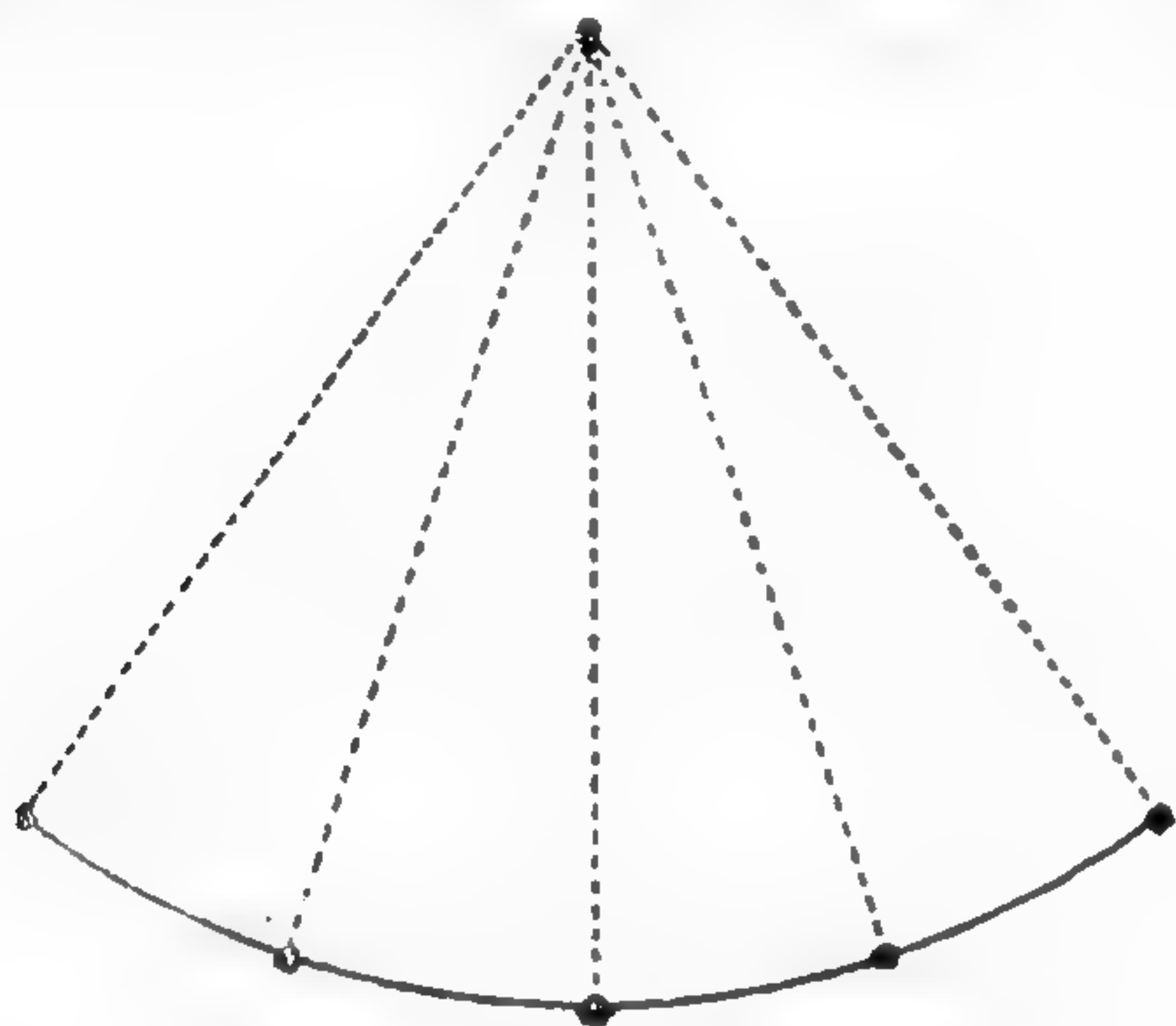
హరణము: క్రింది రీతి చిత్రములో  $ప_1$ ,  $ప_2$  అను బిందువులు వర్తులపరిధిచుట్టును, పరస్పరము సమానములగు,

స్థిరవేగములతో తిరుగుచున్న వనుకొందము. ఇట్టిచో 'అబ' పై ఆ బిందువుల విజేపములైన,  $మ_1$ ,  $మ_2$  లు

హరాత్మకకంపనమును నిర్వహించును. అనగా,  $ప_1$  అను బిందువు, 'బ' వద్ద బయలుదేరి ఒకమారు వర్తులమును

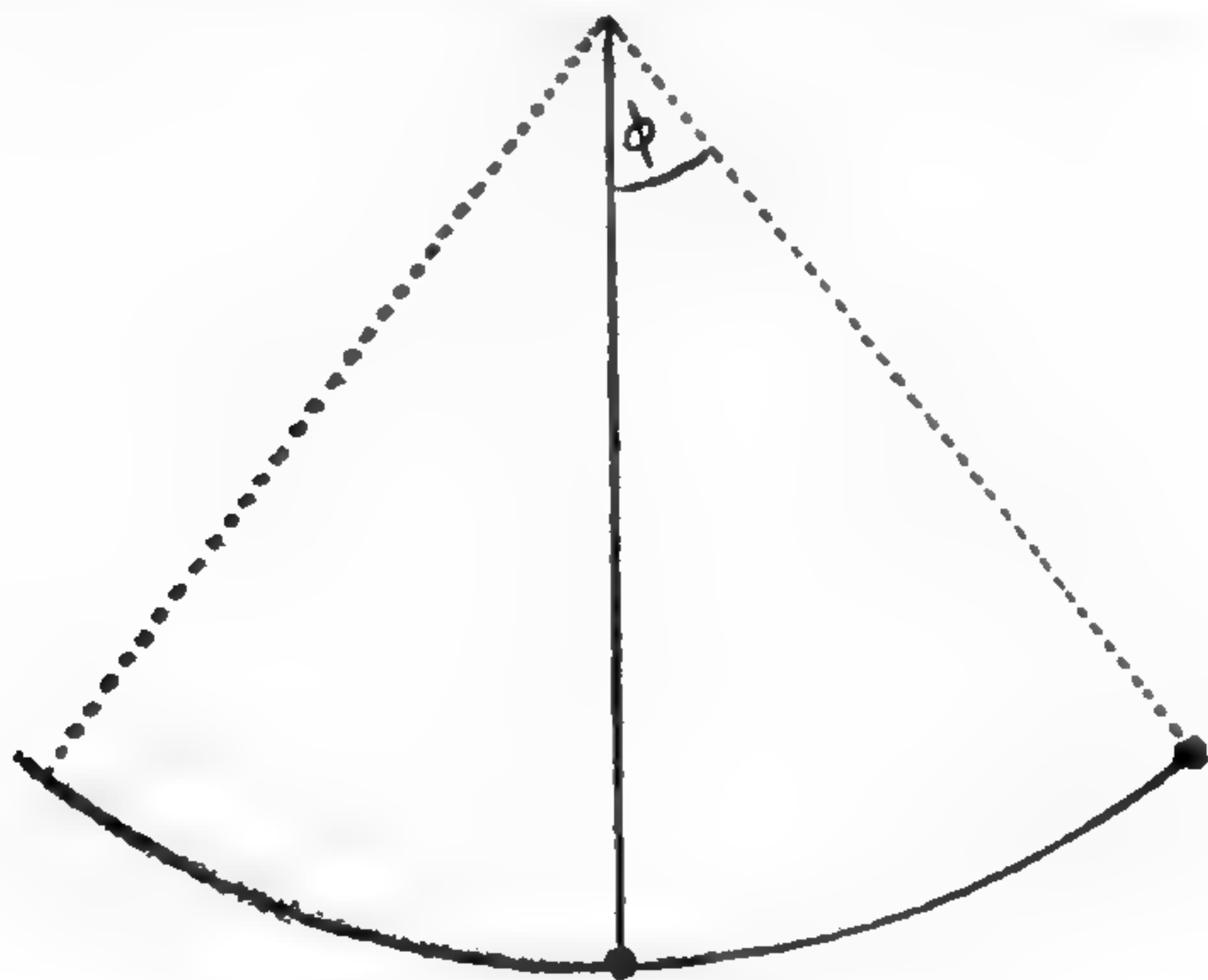


3 వ చిత్రము: తరంగముపై సంపూర్ణవిరుద్ధావస్థలలోనున్న బిందువులు



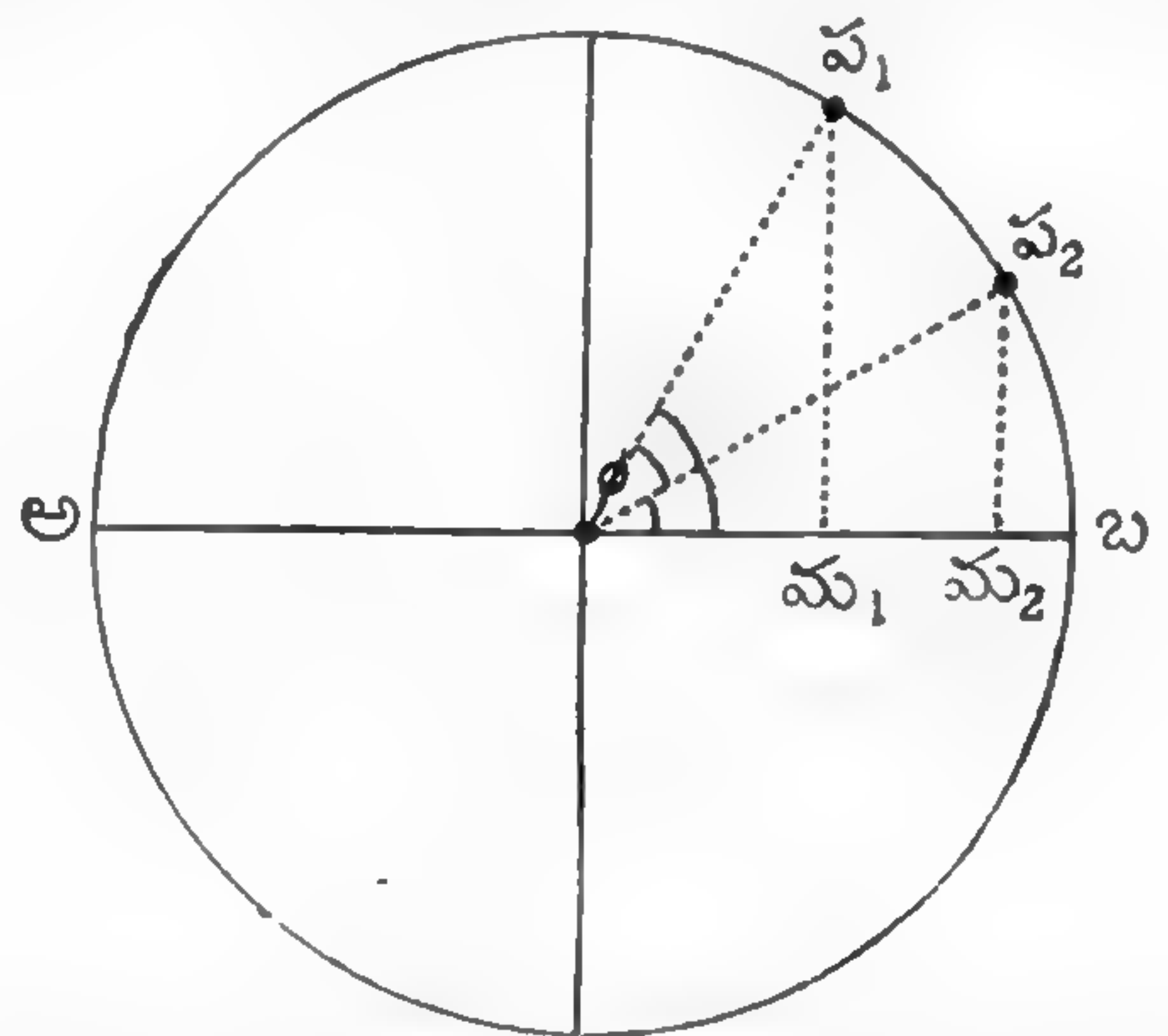
4 వ చిత్రము: లోలకపు భిన్నావస్థలు

విరుద్ధావస్థలో నున్నవందుము. తరంగముపై ఆ రెండు బిందువుల స్థానముకాని, వాటి గమనదిశగాని వేరువేరుగా నున్నప్పుడు ఈ రెండును వ్యత్యాసావస్థలలో నున్నవందుము. లోలకము ఊగులాడుచున్నప్పుడు, దాని గోళము కంపన పరిధిలో అనేకస్థానములను అవిరతముగా స్వీకరించుచుండును. ఇవియన్నియు లోలకావస్థలే (చిత్రము 4)



5 వ చిత్రము: అవస్థాకోణము

లోలకపు సూత్రము లంబముతోచేయు కోణమునకు అవస్థాకోణమని పేరు. (చిత్రము 5). మరియుక ఉదా



6 వ చిత్రము: హరాత్మకచలనమందు అవస్థాభేదములు

చుట్టి వచ్చునపుడు,  $మ_1$  'అ బ' వెంబడి, 'బ' నుండి 'అ' వరకు ముందుకుసాగి మరల వెనుకకు వచ్చును.  $మ_2$  యొక్క ఈ కంపనకార్యమునకే సరళహరాత్మక చలనమని పేరు. ఇట్లే రెండవ బిందువు  $ప_2$  విజేపమైన  $మ_2$  కూడ హరాత్మకచలనమును నిర్వహించగలదు. వర్తులముపై  $ప_1$ ,  $ప_2$ ల స్థానములు వేరువేరుగా నున్నవి గనుక,  $మ_1$ ,  $మ_2$ ల హరాత్మక చలనములు సమానావస్థలో నుండవు.  $ప_1$ ,  $ప_2$ ల కేంద్రముతోకలుపు అర్థవ్యాసముల మధ్యనున్న కోణము వాటి అవస్థావ్యత్యాసమును సూచించును. అవస్థాకోణము సున్నయైనపుడు,  $మ_1$ ,  $మ_2$ ల మధ్య అవస్థావ్యత్యాసము ఉండదు. అవస్థాకోణము  $90^\circ$  అయినపుడు  $మ_1$  కంపనము,  $మ_2$  కంపనమునకు విరుద్ధావస్థలో నుండును. అనగా  $మ_1$  కంపనవిస్తారపుకొనయగు 'బ' వద్దనున్నపుడు  $మ_2$  కేంద్రస్థానమగు 'అ' వద్ద నుండును. మే. వ. న.

అవస్థా తరంగములు: ఈ పదమును మొదట డీబ్రాయ్ అను ఫ్రెంచ్ భౌతికవిజ్ఞాని శాస్త్రపరిభాషలోనికి ప్రవేశ పెట్టెను. దీని సారాంశమును బోధపరుచుకొనుటకు ప్రడింగర్ తరంగయాంత్రిక సిద్ధాంతములతో



కొంచెము పరిచయము ఉండవలెను. అందులకై ఆసిద్ధాంతమును ఇక్కడ వలసినంతవరకు సంగ్రహించుచున్నాము.

భౌతికశాస్త్ర సిద్ధాంతములలోనికి క్వాంటమ్ వాదము ప్రవేశించినతరువాత పరస్పరవ్యతిరేకములగు రెండు శాస్త్రదృక్పథములు ఏర్పడినవి. అందు మొదటిది సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్రమందు నిరూఢమైనది. అదియేది యనగా, స్థూలజగత్తునందు మనకు తారసిల్లు సామటనలలో వస్తుగుణముల మూల్యములు అవిరతముగా మిశ్రాంకములచే కూడ నిర్దేశింపబడగలట్లు మారునవియని. ఉదా: ఇనుప గుండువంటి వస్తువు, ఒక తాపక్రమము వద్ద స్వీకరించగల ఉష్ణతాశక్తిని శూన్యసంఖ్యమొదలుకొని ఏదేని ఇష్టసంఖ్యవరకు మధ్యనున్న అనంతసంఖ్యా శ్రేణిలో నున్న ఏసంఖ్యచేతనైనను నిర్దేశింపవచ్చును. ఇట్లే వస్తువుల గతిశక్తి, విద్యుచ్ఛక్తి మొదలగు ధర్మములు అవిరతముగా వ్యాపించియున్న అనంతసంఖ్యాక మూల్య శ్రేణిలో దేనినైన చేపట్టవచ్చును.

రెండవదృశ్యము : క్వంటమ్ సిద్ధాంతముచే ప్రతిపాదితమై పరమాణురచనకు చెందిన సూక్ష్మజగత్సంఘటనలకు అన్వయించునది. పరమాణువుగాని లేదా దానిని పోలిన ఏసూక్ష్మవస్తువుగాని మనము ఊహించేసి దానికి ఆరోపించగల గుణావస్థలనన్నిటిని స్వీకరించదు. ఏ అవస్థలయందు దాని గుణమూల్యము పూర్ణాంకముగ నుండునో అట్టి అవస్థలనే అది కైవసముచేసికోగలదు. పూర్ణాంకస్ఫుర్తికి వెలుపలనుండు మూల్యములతోలికి పోదు. ఆలంకారిక ఘట్టిని చెప్పవలెనన్న మూల్యములలో ఏది పూర్ణాంకనిర్దిష్టమో, ఏది మిశ్రాంకనిర్దిష్టమో వివేచించి తెలిసికోగల చేతనవస్తుసహజమగు విలక్షణ ప్రతిభ నొకదానిని క్వంటమ్ వాదము పరమాణువునకు ఆరోపించినది. ఇట్టి ఆరోపణయందుగల ఆక్షేపణను తొలగించుటయే ప్రడింగర్ సిద్ధాంత ముఖ్యోద్దేశము. సిద్ధాంతస్థాపనకు కడంగుటలో ప్రడింగర్ తనకుతాను వేసికొనిన ప్రశ్న ఇది : పరమాణురచనలోవలె స్థూలగజత్సంఘటనలయందుకూడ వస్త్రవస్థలు పూర్ణాంక ఘటితములు కాకూడదా ?

వాస్తవముగ స్థూలజగత్సంఘటనయందు ఇట్టి వ్యాపారమును కనపర్చువస్తువులు అనేకములు ఉన్నవి. వాటిలో కంపించుతీగ (వీణతీగ) ఒకటి. అట్టితీగ మూలపానఃపున్యముతోనేగాక, మూలపానఃపున్యమునకు గుణిజసంబంధములోనున్న పానఃపున్యములతోకూడ కంపించగలదు. అనగా, మూలపానఃపున్యములు ౧, ౨, ౩, ౪, ౫, ౬, ౭, ౮, ౯, ౧౦, ౧౧, ౧౨, ౧౩, ౧౪, ౧౫, ౧౬, ౧౭, ౧౮, ౧౯, ౨౦, ౨౧, ౨౨, ౨౩, ౨౪, ౨౫, ౨౬, ౨౭, ౨౮, ౨౯, ౩౦, ౩౧, ౩౨, ౩౩, ౩౪, ౩౫, ౩౬, ౩౭, ౩౮, ౩౯, ౪౦, ౪౧, ౪౨, ౪౩, ౪౪, ౪౫, ౪౬, ౪౭, ౪౮, ౪౯, ౫౦, ౫౧, ౫౨, ౫౩, ౫౪, ౫౫, ౫౬, ౫౭, ౫౮, ౫౯, ౬౦, ౬౧, ౬౨, ౬౩, ౬౪, ౬౫, ౬౬, ౬౭, ౬౮, ౬౯, ౭౦, ౭౧, ౭౨, ౭౩, ౭౪, ౭౫, ౭౬, ౭౭, ౭౮, ౭౯, ౮౦, ౮౧, ౮౨, ౮౩, ౮౪, ౮౫, ౮౬, ౮౭, ౮౮, ౮౯, ౯౦, ౯౧, ౯౨, ౯౩, ౯౪, ౯౫, ౯౬, ౯౭, ౯౮, ౯౯, ౧౦౦, ౧౦౧, ౧౦౨, ౧౦౩, ౧౦౪, ౧౦౫, ౧౦౬, ౧౦౭, ౧౦౮, ౧౦౯, ౧౧౦, ౧౧౧, ౧౧౨, ౧౧౩, ౧౧౪, ౧౧౫, ౧౧౬, ౧౧౭, ౧౧౮, ౧౧౯, ౧౨౦, ౧౨౧, ౧౨౨, ౧౨౩, ౧౨౪, ౧౨౫, ౧౨౬, ౧౨౭, ౧౨౮, ౧౨౯, ౧౩౦, ౧౩౧, ౧౩౨, ౧౩౩, ౧౩౪, ౧౩౫, ౧౩౬, ౧౩౭, ౧౩౮, ౧౩౯, ౧౪౦, ౧౪౧, ౧౪౨, ౧౪౩, ౧౪౪, ౧౪౫, ౧౪౬, ౧౪౭, ౧౪౮, ౧౪౯, ౧౫౦, ౧౫౧, ౧౫౨, ౧౫౩, ౧౫౪, ౧౫౫, ౧౫౬, ౧౫౭, ౧౫౮, ౧౫౯, ౧౬౦, ౧౬౧, ౧౬౨, ౧౬౩, ౧౬౪, ౧౬౫, ౧౬౬, ౧౬౭, ౧౬౮, ౧౬౯, ౧౭౦, ౧౭౧, ౧౭౨, ౧౭౩, ౧౭౪, ౧౭౫, ౧౭౬, ౧౭౭, ౧౭౮, ౧౭౯, ౧౮౦, ౧౮౧, ౧౮౨, ౧౮౩, ౧౮౪, ౧౮౫, ౧౮౬, ౧౮౭, ౧౮౮, ౧౮౯, ౧౯౦, ౧౯౧, ౧౯౨, ౧౯౩, ౧౯౪, ౧౯౫, ౧౯౬, ౧౯౭, ౧౯౮, ౧౯౯, ౨౦౦, ౨౦౧, ౨౦౨, ౨౦౩, ౨౦౪, ౨౦౫, ౨౦౬, ౨౦౭, ౨౦౮, ౨౦౯, ౨౧౦, ౨౧౧, ౨౧౨, ౨౧౩, ౨౧౪, ౨౧౫, ౨౧౬, ౨౧౭, ౨౧౮, ౨౧౯, ౨౨౦, ౨౨౧, ౨౨౨, ౨౨౩, ౨౨౪, ౨౨౫, ౨౨౬, ౨౨౭, ౨౨౮, ౨౨౯, ౨౩౦, ౨౩౧, ౨౩౨, ౨౩౩, ౨౩౪, ౨౩౫, ౨౩౬, ౨౩౭, ౨౩౮, ౨౩౯, ౨౪౦, ౨౪౧, ౨౪౨, ౨౪౩, ౨౪౪, ౨౪౫, ౨౪౬, ౨౪౭, ౨౪౮, ౨౪౯, ౨౫౦, ౨౫౧, ౨౫౨, ౨౫౩, ౨౫౪, ౨౫౫, ౨౫౬, ౨౫౭, ౨౫౮, ౨౫౯, ౨౬౦, ౨౬౧, ౨౬౨, ౨౬౩, ౨౬౪, ౨౬౫, ౨౬౬, ౨౬౭, ౨౬౮, ౨౬౯, ౨౭౦, ౨౭౧, ౨౭౨, ౨౭౩, ౨౭౪, ౨౭౫, ౨౭౬, ౨౭౭, ౨౭౮, ౨౭౯, ౨౮౦, ౨౮౧, ౨౮౨, ౨౮౩, ౨౮౪, ౨౮౫, ౨౮౬, ౨౮౭, ౨౮౮, ౨౮౯, ౨౯౦, ౨౯౧, ౨౯౨, ౨౯౩, ౨౯౪, ౨౯౫, ౨౯౬, ౨౯౭, ౨౯౮, ౨౯౯, ౩౦౦, ౩౦౧, ౩౦౨, ౩౦౩, ౩౦౪, ౩౦౫, ౩౦౬, ౩౦౭, ౩౦౮, ౩౦౯, ౩౧౦, ౩౧౧, ౩౧౨, ౩౧౩, ౩౧౪, ౩౧౫, ౩౧౬, ౩౧౭, ౩౧౮, ౩౧౯, ౩౨౦, ౩౨౧, ౩౨౨, ౩౨౩, ౩౨౪, ౩౨౫, ౩౨౬, ౩౨౭, ౩౨౮, ౩౨౯, ౩౩౦, ౩౩౧, ౩౩౨, ౩౩౩, ౩౩౪, ౩౩౫, ౩౩౬, ౩౩౭, ౩౩౮, ౩౩౯, ౩౪౦, ౩౪౧, ౩౪౨, ౩౪౩, ౩౪౪, ౩౪౫, ౩౪౬, ౩౪౭, ౩౪౮, ౩౪౯, ౩౫౦, ౩౫౧, ౩౫౨, ౩౫౩, ౩౫౪, ౩౫౫, ౩౫౬, ౩౫౭, ౩౫౮, ౩౫౯, ౩౬౦, ౩౬౧, ౩౬౨, ౩౬౩, ౩౬౪, ౩౬౫, ౩౬౬, ౩౬౭, ౩౬౮, ౩౬౯, ౩౭౦, ౩౭౧, ౩౭౨, ౩౭౩, ౩౭౪, ౩౭౫, ౩౭౬, ౩౭౭, ౩౭౮, ౩౭౯, ౩౮౦, ౩౮౧, ౩౮౨, ౩౮౩, ౩౮౪, ౩౮౫, ౩౮౬, ౩౮౭, ౩౮౮, ౩౮౯, ౩౯౦, ౩౯౧, ౩౯౨, ౩౯౩, ౩౯౪, ౩౯౫, ౩౯౬, ౩౯౭, ౩౯౮, ౩౯౯, ౪౦౦, ౪౦౧, ౪౦౨, ౪౦౩, ౪౦౪, ౪౦౫, ౪౦౬, ౪౦౭, ౪౦౮, ౪౦౯, ౪౧౦, ౪౧౧, ౪౧౨, ౪౧౩, ౪౧౪, ౪౧౫, ౪౧౬, ౪౧౭, ౪౧౮, ౪౧౯, ౪౨౦, ౪౨౧, ౪౨౨, ౪౨౩, ౪౨౪, ౪౨౫, ౪౨౬, ౪౨౭, ౪౨౮, ౪౨౯, ౪౩౦, ౪౩౧, ౪౩౨, ౪౩౩, ౪౩౪, ౪౩౫, ౪౩౬, ౪౩౭, ౪౩౮, ౪౩౯, ౪౪౦, ౪౪౧, ౪౪౨, ౪౪౩, ౪౪౪, ౪౪౫, ౪౪౬, ౪౪౭, ౪౪౮, ౪౪౯, ౪౫౦, ౪౫౧, ౪౫౨, ౪౫౩, ౪౫౪, ౪౫౫, ౪౫౬, ౪౫౭, ౪౫౮, ౪౫౯, ౪౬౦, ౪౬౧, ౪౬౨, ౪౬౩, ౪౬౪, ౪౬౫, ౪౬౬, ౪౬౭, ౪౬౮, ౪౬౯, ౪౭౦, ౪౭౧, ౪౭౨, ౪౭౩, ౪౭౪, ౪౭౫, ౪౭౬, ౪౭౭, ౪౭౮, ౪౭౯, ౪౮౦, ౪౮౧, ౪౮౨, ౪౮౩, ౪౮౪, ౪౮౫, ౪౮౬, ౪౮౭, ౪౮౮, ౪౮౯, ౪౯౦, ౪౯౧, ౪౯౨, ౪౯౩, ౪౯౪, ౪౯౫, ౪౯౬, ౪౯౭, ౪౯౮, ౪౯౯, ౫౦౦, ౫౦౧, ౫౦౨, ౫౦౩, ౫౦౪, ౫౦౫, ౫౦౬, ౫౦౭, ౫౦౮, ౫౦౯, ౫౧౦, ౫౧౧, ౫౧౨, ౫౧౩, ౫౧౪, ౫౧౫, ౫౧౬, ౫౧౭, ౫౧౮, ౫

అనగా, మూలపానఃపున్యమును పూర్ణాంకముచే గుణించగా లభ్యమగు పానఃపున్యములనే గ్రహించును. రెండు పూర్ణాంకగుణిజముల మధ్య నున్న తక్కిన పానఃపున్యములన్నియు నిషిద్ధములు. కాని, కంపించుతీగకును బోర్ పరమాణువునకును మధ్య ముఖ్యభేదము ఒకటి యున్నది. తీగయొక్క కంపన వ్యాపారమును సరళ అంతరీకరణ సమీకరణముచే నిర్దేశింపవచ్చును. పరమాణువు విషయమై, క్వాంటమ్ సిద్ధాంత దృష్ట్యా అట్టి అవకాశము లేదు. ప్రకంపించుచున్న తీగయొక్క వ్యాపారమునకు అన్వయించు నియమములను ఎటులనైన పరమాణువు అంతర వ్యాపారమునకు కూడ అన్వయించు నటుల చేయవలెననిన, పరమాణువు బహిరంతర వ్యాపారముల మధ్య సయుక్తికముగ నొక సాదృశ్యమును కల్పించవలయును.

పరమాణుకేంద్రకముచుట్టు ఇదివరకు మనము భ్రమణ మనుకొనుచున్న ఎలక్ట్రాన్ చలనమును ప్రకంపనవ్యాపారముగా నిరూపించుటకు అవకాశము ఇచ్చుభావము నొక దానిని, ఈ సాదృశ్యకల్పనకై ఉపయోగించవలెను. అట్టిచో పరమాణుఆంతరవ్యాపారమును ప్రకంపించుతీగ వ్యాపారముతో సరిపోల్పుటకు వీలున్నది. ఈ అవకాశ మిదివరకే డీబ్రాయ్ ఉపజ్ఞమగు సిద్ధాంతమందు మనకు లభ్యమగుచున్నది. ఈయనసిద్ధాంత ప్రకారము చలించు చున్న ప్రతిద్రవ్యకణమునకును తరంగవ్యాపారము నొక దానిని ఆరోపించవచ్చును. ఈతరంగ ప్రవృత్తి కేవల ఊహకల్పితమేకాదు, ప్రచురమగుపద్ధతులచే, ఆ తరంగపు పొడవునుకూడ యథార్థముగా కొలువవచ్చును. కాని, ఒక్కవిషయమును ఇచ్చట నొక్కిచెప్పవలయును. ఈ తరంగప్రవృత్తి, ద్రవ్యకణము యొక్క సహజకంపన వ్యాపారమునుండి సిద్ధించినదికాదు. ఈ తరంగములు ద్రవ్యకణచలనమును నియమించును. అనగా, ద్రవ్యకణ చలనము ఈ తరంగముల అధీనముతో నుండును. ఈ తరంగములకే డీబ్రాయ్ అవస్థాతరంగములని పేరిడినాడు. ద్రవ్యకణచలనావస్థలను నియంత్రించు తరంగములు కనుక వీటికి ఈ పేరు తగినది. కొందరు శాస్త్రవిదులు వీటిని ద్రవ్యతరంగములని వ్యభిచరించుచున్నారు. కాని, ద్రవ్య తరంగము లన్నమాట, కణముల సాధారణ (మూర్త - శబ్ద = అకూస్టిక్) ప్రకంపనము లను భ్రాంతికి ఎడ మిచ్చును. కనుక అమూర్త భావగర్భితమగు అవస్థాతరంగ పదమే గ్రాహ్యము.

అవస్థా నియమము: చూ. రాసాయనికపరివర్తనము.

అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాల : చూ. వర్ణమాల.

అవిసె నూనె : చూ. కొవ్వులు నూనెలు.



## అశ్రువాయువు

**అశ్రువాయువు :** కార్బోనిక్ (CO) గణమునకు ఆల్ఫాస్థానమునందు హేలోజన్ వరమాణువులు గల కీటోన్లు, ఆల్డిహైడ్లు చాల రాసాయనిక ప్రవృత్తిగలవి యగుటచే సంయోజన ప్రక్రియలందు మిక్కిలి ఉపయోగ్యములు. ఇవన్నియు కండ్లను తాకినప్పుడు కండ్లు విస్తారముగా నీరు గార్చును. ఈ వర్గమునకు చెందిన బ్రోమోఆసిటోన్లు అశ్రువాయువు (టియర్ గాస్)లను పేర వాడుకలోనున్నవి. వీటిని చట్టవిరుద్ధముగా గుమిగొని అల్లరిచేయు జనసమూహములను బెదిరించుటకు పోలీసులు ఉపయోగింతురు. **మే. వ. స.**

**అసాధారణవర్ణ విశ్లేషణము :** కొన్ని ద్రవ్యములు చాల సంకుచిత షేత్రములోనున్న కాంతికిరణములను శోషించును. ఆ షేత్రపరిమితిలో వాటి వక్రీభవనగుణకము (n) కాంతితరంగ దైర్ఘ్యముతో శీఘ్రముగా మారును. అట్టి ద్రవ్యముతో నిర్మించబడిన పట్టకము శ్వేతకాంతిని సాధారణవర్ణక్రమములో (అనగా, నీలలోహితము, నీలిమందు, నీలము, ఆకుపచ్చ, పసుపుపచ్చ, నారింజ, అరుణ అనుక్రమములో) విశ్లేషించదు. ఇట్టి అక్రమ విశ్లేషణను అసాధారణ వర్ణవిశ్లేషణ మందురు. **మే. వ. స.**

**ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్ :** మీటరులో 10 వ భాగము డెసిమీటరు ; డెసిమీటరులో 10 వ భాగము సెంటిమీటరు ; సెంటిమీటరులో 10 వ భాగము మిల్లీమీటరు ; మిల్లీమీటరులో 1/1000 మైక్రాన్ (దీనిగుర్తు  $\mu$ ); మైక్రాన్లో 1/1000 మిల్లిమైక్రాన్ (దీనిగుర్తు  $m\mu$ ). మిల్లిమైక్రాన్లో 1/10 వ భాగము ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్ (గుర్తు  $\text{\AA}$ ).

మీటరు పొడవును క్రమముగా పదిసార్లు పదిచే భాగించుటచే లబ్ధమైన భాగహారఫలము ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్ అందుచే దానిని  $10^{-10}$  మీ. అను గణితశాస్త్రవిధానమున క్లుప్తముగా గుర్తించవచ్చును.

మానపరిమాణ మెప్పుడును మేయవస్తుపరిమాణమును పట్టియుండును. చిన్నపరిమాణములను కొలుచుటకు చిన్న కొలబద్దను, పెద్దపరిమాణములను కొలుచుటకు పెద్దకొలబద్దను స్వీకరించుట తాకిక వ్యవహారమైయున్నది. శాస్త్రమందుకూడ వ్యవహార మిదియే. కాంతితరంగముల పొడవులు, పరమాణువుల, అణువుల వ్యాసములు, కొల్లాయిడ్ కణముల వ్యాసములు మొదలైన సూక్ష్మపరిమాణములను కొలుచుటకై ఆంగ్స్ట్రమ్ అను స్వీడన్ దేశపు భౌతిక శాస్త్రవేత్తచే ఈ యూనిట్ సృజించబడినది (1888). భౌతికశాస్త్రములో ఈ యూనిట్ కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యములను వ్యక్తపరచుటలో మిక్కిలి ఉపయోగములో నున్నది.

## విద్యుదయస్కాంత వర్ణమాల

| తరంగదేదము                           | ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్ $\text{\AA}$  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| వేడి                                | 30000000 - 7000 ( $\text{\AA}$ ) |
| చతుర్గోచరకాంతి                      | 7000 - 3500 ( $\text{\AA}$ )     |
| అతినీలలోహిత కాంతి                   | 3500 - 180 ( $\text{\AA}$ )      |
| పారనీలలోహిత కాంతి<br>(షూమన్ మండలము) | 180 - 45 ( $\text{\AA}$ )        |
| X-కిరణములు                          | 45000 - 100 X* యూనిట్            |
| $\alpha$ -కిరణములు                  | 100 - 5 X యూనిట్                 |
| విశ్వకిరణములు                       | 0.67 - 0.4 X యూనిట్              |

**మే. వ. స.**

**అంటిమోని :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 121.76; సంకేతము 51. (చూ. ఆర్సెనిక్ వర్గము; బిస్మత్తు). \* \* \*

**ఆండర్సన్, కార్ల్ డేవిడ్** (జననము 1906): అమెరికాదేశపు భౌతికవిజ్ఞాని. కాస్మిక్ కిరణములను గూర్చి చేసిన పరిశోధనలకై ఈయనకు 1936లో నోబెల్ బహుమాన మీయబడినది. మిల్లికన్తో కాస్మిక్ కిరణ పరిశోధనాగారములో పరిశోధనచేయుచున్న సమయమున ఆండర్సన్ కు ఎలక్ట్రాన్ యొక్క విద్యుదావేశము ఎంత పరిమాణమును కలిగియున్నదో అంతే పరిమాణముగల విద్యుదావేశమును



ఆండర్సన్

కలిగి, ఎలక్ట్రాన్ భారమంత భారమే గల ధనకణ మేల ఉండకూడదని సందేహము కలిగినది. అట్టి కణమును కాస్మిక్ కిరణ పరిశోధనలలో విల్సన్ మేఘ పేటికలోని కణమార్గముల ఛాయాచిత్రముల వలన 1932లో ఆండర్సన్ కనుగొన్నాడు; దానినే 'పోజిట్రాన్'

అందురు. విద్యుదావేశములో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ప్రతిరూపము పోజిట్రాన్.

ఆండర్సన్, నెడ్డర్ మైయరు అను మరొక విజ్ఞానితో కలిసి ఆ తరువాత పరిశోధనలుగావించి గామా కిరణ

$$* \text{ ఒక X యూనిట్} = \frac{\text{\AA}}{1000} = \text{\AA} \text{ em వెయ్యవ భాగము.}$$



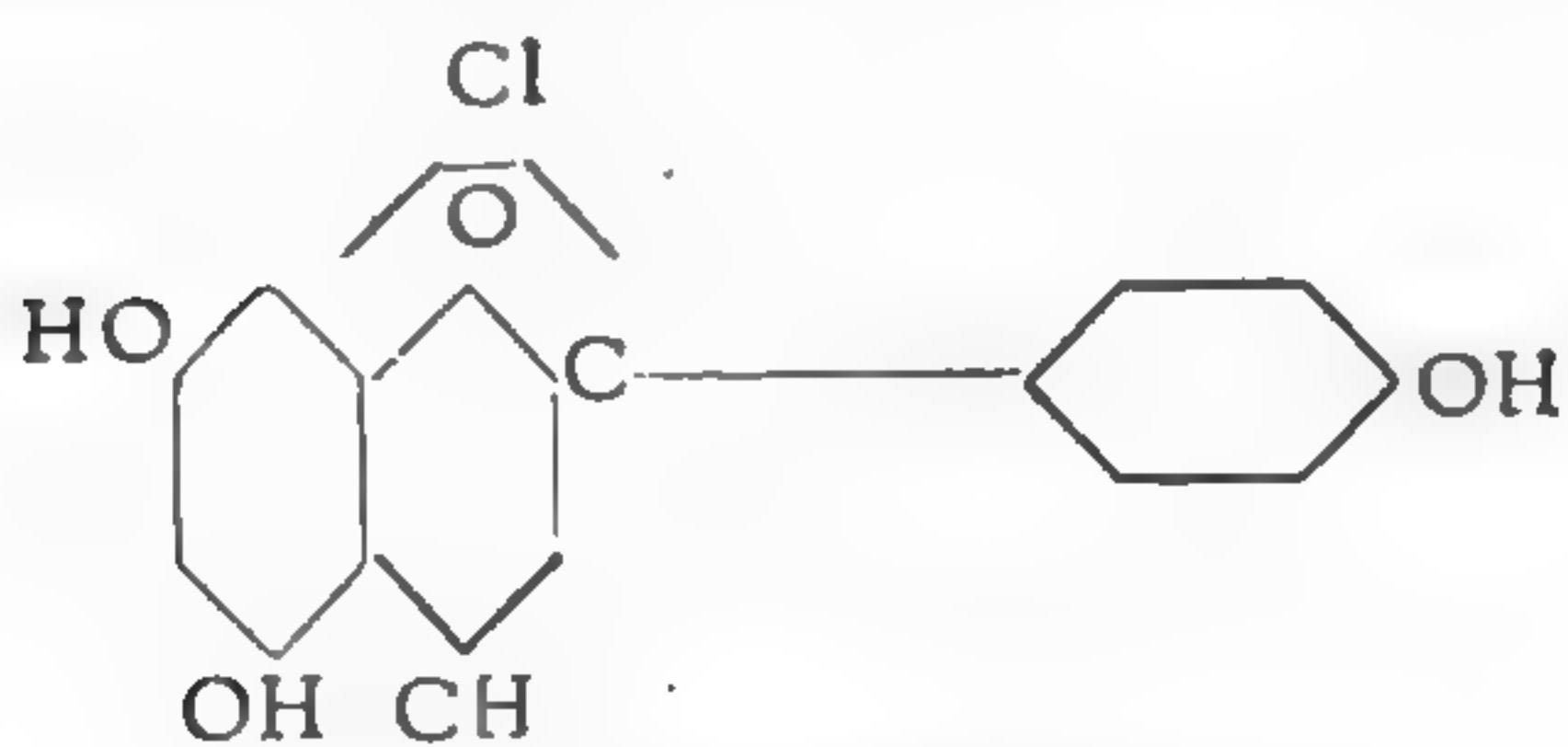
ములు అల్యూమినియమునుగాని, సీసమునుగాని డీకొని నపుడు పోజిట్రాన్లు ఉత్పత్తియగునని కనుగొనెను. 1937 లో మెసోట్రాన్ (అనగా, భారమునందు ఎలక్ట్రాన్ కు ప్రోటాన్ కు సమానమైనది) అను మరియొక కణమును కూడ వీరు కనుగొన్నారు.

కారల్ డేవిడ్ ఆండర్సన్ యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో న్యూయార్కుపట్టణమందు 1905 నెప్టెంబరునెల 31 వ తేదీని జన్మించెను. ఈయన 'కాలిఫోర్నియా ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీ' లో చదివి, ఆ తరువాత అక్కడనే భౌతిక విజ్ఞానమందు, ముఖ్యముగా కాస్మిక్ కిరణములగూర్చి పరిశోధనలు చేసెను. పిమ్మట ఆ విజ్ఞాన సంస్థయందే ఆయన భౌతిక విజ్ఞానాచార్యుడుగా నియమితుడాయెను. ఆ ఉద్యోగమును నిర్వహించుచు ప్రస్తుత మాయన పసాడినా లోనే ఉన్నాడు. మే. వ. న.

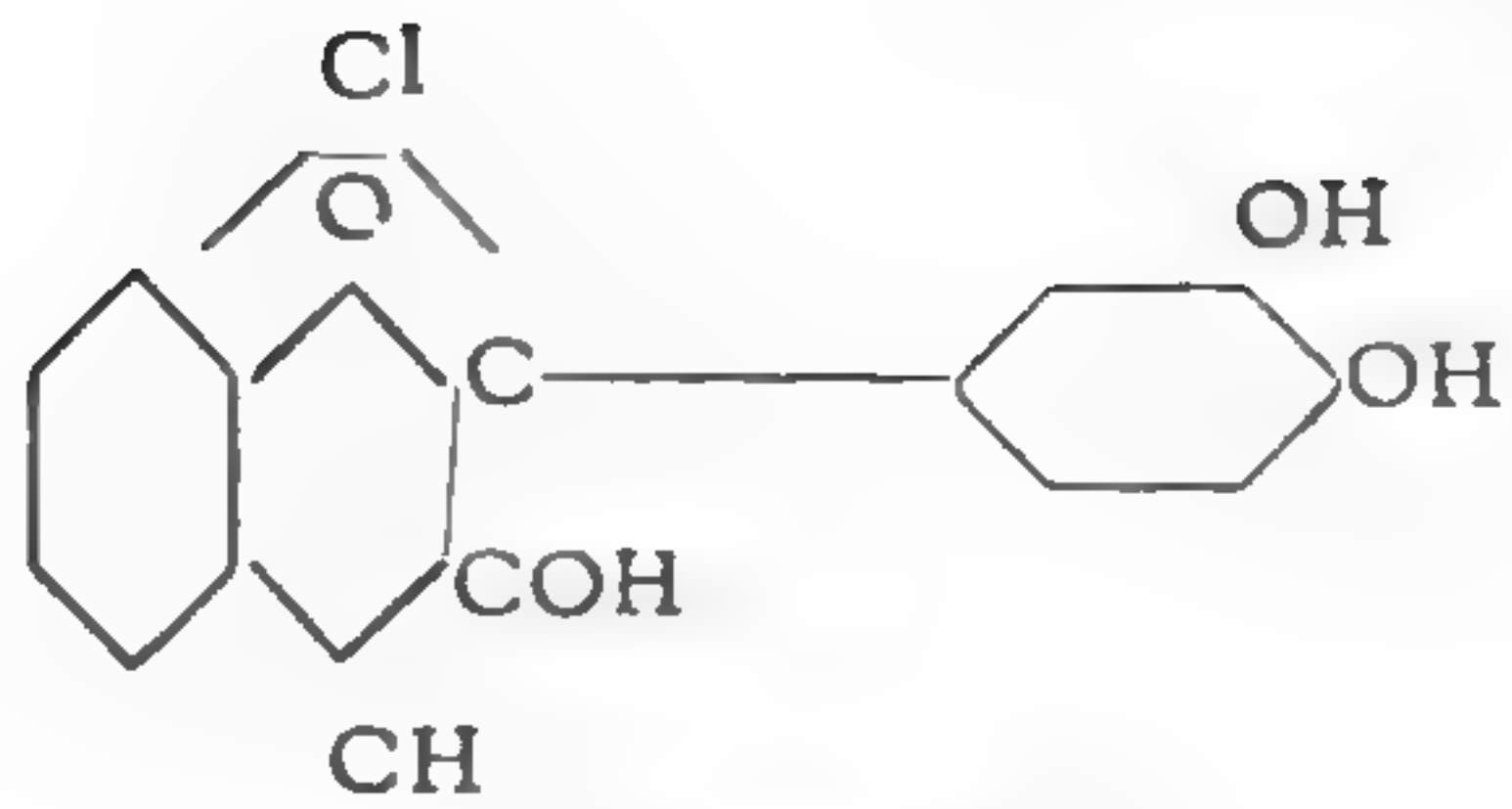
**ఆంతసైనిన్లు :** చెట్లయందగవడుఎరుపు, నీలము, పసుపు, ఊదారంగుల వర్ణక ద్రవ్యములు ఆంత సైనిన్లను కార్బన్ యోగికములు. ఇవి రాసాయనికముగ గ్లూకొసైడ్ల తరగతిలోనివి. ఇవి ఆమ్లముల సంపర్కమున ఎర్రబడి జారముల తాకిడిచే మొదట ఊదావర్ణమును, కొనకు నీలివర్ణమును స్వీకరించును. ఆంతసైనిన్ల జాతికి చెందిన ఎర్రరంగు ద్రవ్యములు పువ్వులలోను, పండ్లలోను, మొగ్గ, రేకులలోను, లేత ఆకులలోను (రావి, మామిడిచిగుళ్లు), ఎర్రకాబేజి ముదుర ఆకులలోను ఉండును. నీలము, ఊదారంగు గలవి ముఖ్యముగా కొన్ని పూవులలోను (దంతిన), పండ్లలోను (నేరేడు) మనకు తారసిల్లును.

ఆకురాలు కాలమందు చెట్ల ఆకులు గ్రహించు ఎరుపు, పసుపురంగులు ఆంతసైనిన్ల ప్రభావమే. ఈ రంగుల వికాసమునకు తేమలేని వాతావరణము ఎక్కువ ఉత్తేజకము. పండుటాకులయందు జనించు ఆంతసైనిన్లకు ప్రభవకారణము క్లోరోఫిల్ అను ఆకులయందుండు హరితవర్ణద్రవ్యము. ఇది రాసాయనిక విసంఘటనముచేంది ఆంతసైనిన్ గా మారును.

ఏవో కొద్ది సంఖ్యతప్ప తక్కిన వన్నియు హైడ్రాక్సీ ప్యూత్సన్నముల గ్లూకోసైడ్లు; కొన్ని దృష్టాంతములు :



హైడ్రాక్సీనిడిన్ క్లోరైడ్



సైనిడిన్ క్లోరైడ్

ఈ సైనిరూపించిన సాంకేతికములు గల యోగికములకు ఆంతసైనిన్లనిపేరు. ఇవి ఆమ్లములతో మరగించినపుడు రాసాయనిక విఘటనమునుచేంది ఆంతసైనిన్లు గ్లూకోస్ గా విడిపోవును. మే. వ. న.

**ఆంత్రసీన్ :** చూ. బహువలయహైడ్రోకార్బన్లు.

**ఆంత్రసైట్ :** నేలబొగ్గురకము; ఇందు తక్కిన బొగ్గురకములందుకన్న కార్బన్ పాలు చాల ఎక్కువ. ఇతర నేలబొగ్గురకములకన్న ఇది చాలపురాతనమైనది. ఉష్ణతా పరిమాణము చాల ఎక్కువ (అనగా కాలినపుడు చాల ఎక్కువ వేడిమిని బయలుపెట్టును). పొగలేకుండ మండును. కాని అంటించుట చాలకష్టము. దీనినుండి తయారైన కోకు ధాతు సాధనకు చాల ప్రశస్తమైనది. మే. వ. న.

**ఆంపియర్ (1775 - 1836) :** ఫ్రెంచ్ గణితశాస్త్రజ్ఞుడు; తత్త్వశాస్త్రమందుకూడ పండితుడు. పిన్నవయస్సున చదువు కొనుకాలమున చాల ఇక్కట్లులకులోనై, పట్టుదలగలవాడగుటచే మొదట ప్యారిస్ పాలీటెక్నిక్ స్కూలులో గణిత ఆచార్యుడుగాను, తరువాత కాలేజి డి ఫ్రాన్స్ లో భౌతిక శాస్త్రాధ్యాపకుడుగాను ప్రసిద్ధినికాంచెను. లోకవిశ్రుతుడు కాకముందే, పిన్ననాటి పేదరికపుస్థితిలోనే అయస్కాంతమునకును, విద్యుత్ ప్రవాహమునకు మధ్యగల పరస్పర సంబంధమును పరిశీలించుట కొరకు ప్రయోగములను ప్రారంభించి కొద్దివారములలోనే విజయవంతముగా ముగించగలిగెను. విద్యుద్గణితశాస్త్రము (ఎలక్ట్రోడైనమిక్స్) నకు ఈయన పితామహుడు. ఈయనపేరు విద్యుత్ ప్రవాహపు యూనిట్ నకు ఉంచబడినది. మే. వ. న.

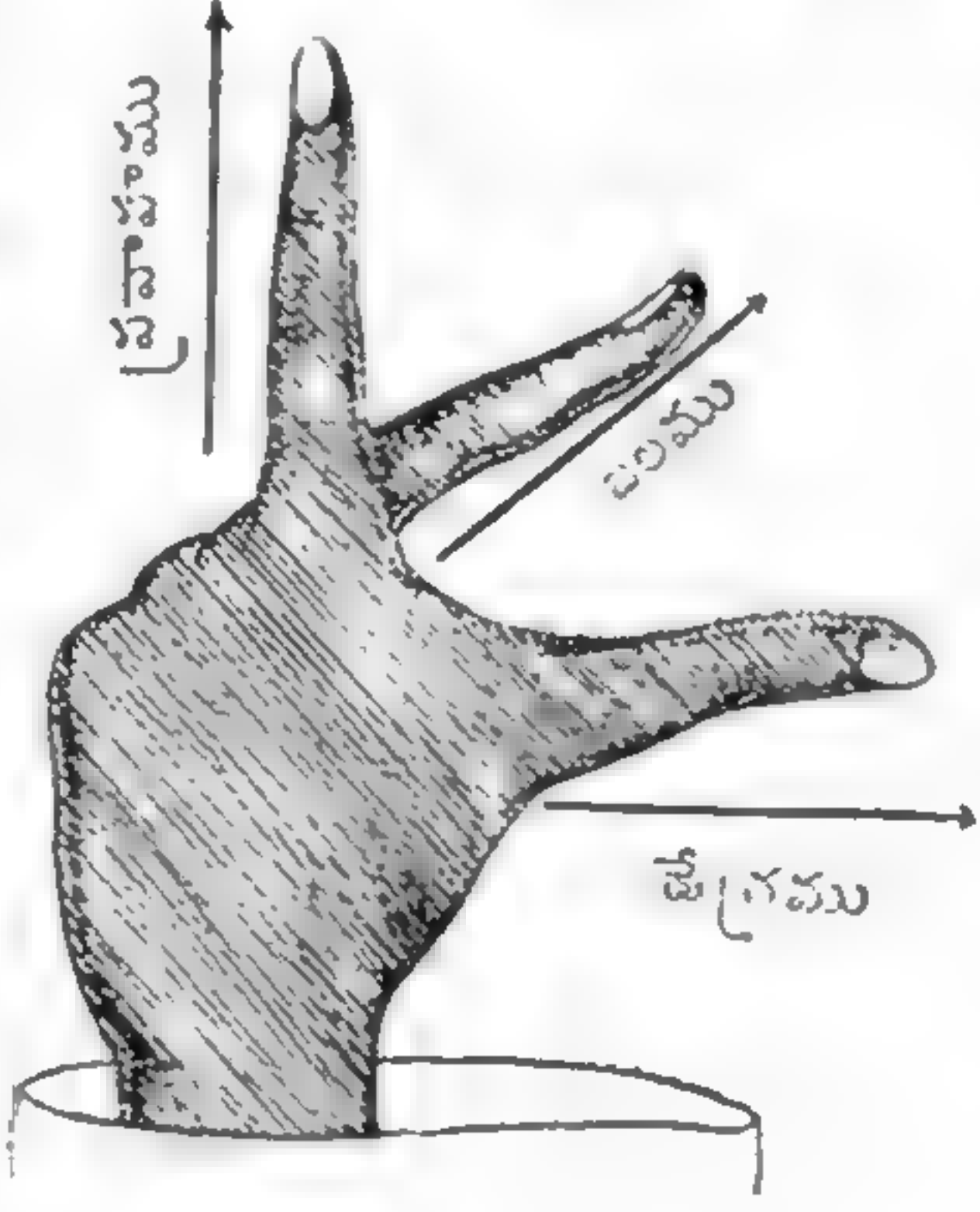
**ఆంపియర్ నియమము :** వామహస్త సూత్రము; ఎడమచేతి చూపుడువ్రేలు చాచి, బొటనవ్రేలునకు మధ్య వ్రేలు లంబముగా నుండునట్లు ఉంచవలెను (చూ. చిత్రము ప్రక్క పుట).

బొటనవ్రేలును అయస్కాంత క్షేత్రము విస్తరించి యుండు దిక్కునను, చూపుడువ్రేలును విద్యుత్ ప్రవాహపు దిక్కునను ఉంచిన, మధ్యవ్రేలు ప్రవాహముపై క్షేత్రము నెరపు బలము ఏవైపు ముఖముగా నున్నదో తెలుపును. అయస్కాంతక్షేత్రముగుండ ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహ



అంపియర్ యూనిట్

ముపై ఆ తేత్రము బలము నెరపును. ఆ బలప్రయోగ ఫలముగ తేత్రశీత్యత అధికముగా నున్నచోటునుండి తేత్ర శీత్యత తక్కువగానున్న చోటువైపు ఆ ప్రవాహము నెట్టబడును. ఈ బలప్రయోగఫలమును సులభముగా తెలుపుటకై అంపియర్ తన వామ హస్తసూత్రమును సూచించెను.



అయస్కాంత తేత్రము వ్యాపించియున్నదిక్కు, విద్యుత్ప్రవాహము ప్రవహించు దిక్కు తెలిసినచో ఈ సూత్రము ననుసరించి ఎలక్ట్రిక్ మోటారులోనుండు భ్రమించు అవయవము ఎటువైపు తిరుగునో ముందు చెప్పవచ్చును. మే. వ. న.

అంపియర్ యూనిట్ : సాధారణముగా యూనిట్ లన్నియు కృత్రిమముగా కల్పితములైనవి. విద్యుత్ ప్రవాహమును కొలుచుటలో, దాని అయస్కాంత, తాపక, రాసాయనిక విశ్లేషణఫలములలో దేనినైన యూనిట్ ను నిర్వహించుటకు ఉపయోగించ వచ్చును. అందువలన, విద్యుత్ యూనిట్ లను నిర్దేశించుటలో భిన్నపద్ధతులున్నవి అందులో ముఖ్యమైనది అంతర్జాతీయ పద్ధతి.

ఈ పద్ధతిలో-అంపియర్ యూనిట్ : ఒక సెకనుకాలములో 11,180 మిల్లిగ్రాముల వెండిని రజతలవణద్రావణమునుండి వేరుపర్చగల విద్యుద్దాళి. మే. వ. న.

ఆంశిక స్ఫటికీకరణము : చూ. రాసాయనిక ప్రక్రియాభావము (సాధారణ).

ఆంశిక స్వేదనము : చూ. రాసాయనిక ప్రక్రియాభావము (సాధారణ).

అక్టినియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 89; సంకేతము Ac; పరమాణుభారము 227. రేడియో ధార్మికస్వభావముగల ద్రవ్యాన్ని పరిశోధించుచున్న సమయములో ఏడెబెర్ని 1899లో అక్టినియమ్ ఉనికిని మొదట కనుగొనెను. ఇది స్కాండియమ్ వర్గమునకు చేరియున్నది (చూ. స్కాండియమ్ వర్గము). \* \* \*

అక్టేన్ : చూ. ఇంధనములు.

ఆక్సిజన్ : ప్రకృతిలో విరివిగాలభించుటలో ఆక్సిజన్ అగ్రస్థానమును అలంకరించినది. గాలిభారములో ఐదవ వంతు ఆక్సిజన్; మిగిలినది నైట్రోజన్. ఇది నీటితో తొమ్మిదింటి ఎనిమిది వంతులు సంయుక్తస్థితిలో ఉన్నది.

భూపృష్ఠము నాశ్రయించియున్న శిలల, ఖనిజముల సముదాయములో సుమారు అర్థభాగము దీనియొగికములే. ఇది మనుష్యులు, పశు, పక్ష్యాది జంతుజాలముల మనుగడకు, వస్తువులు జ్వలించుటకుకూడ మూలాధారము. అందుచేతనే దీనికి ప్రాణవాయువు అన్న పేరు సార్థకమైనది.

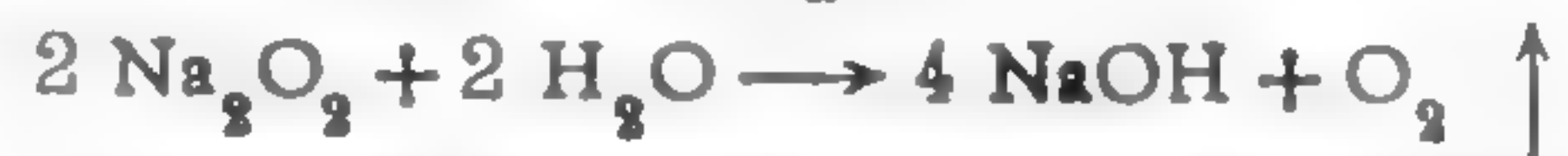
ఆక్సిజన్ ఉనికిని మొట్టమొదట 1774 లో ఇంగ్లీషు విజ్ఞాని జోసెఫ్ ప్రీస్ట్లీ కనుగొన్నాడు. అయితే ఆక్సిజన్ పేరు పెట్టింది (1787) ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాన బృందం. ఆ బృందానికి నాయకుడు లావ్వాశ్యే.

అభించు మార్గములు : దీని యొగికములను విడగొట్టి గాని, గాలినుండి వేరుచేసిగాని ఆక్సిజన్ ని పొందవచ్చును :

(i) బంగారము, వెండి, పాదరసము వంటి శ్రేష్ఠధాతువుల ఆక్సైడ్లు వేడిచేసినపుడు విచ్ఛేదించి ఆక్సిజన్ విడివడును. లెడ్ పెరాక్సైడ్, మాంగనీస్ పెరాక్సైడ్ వంటి కొన్ని ధాతుదై ఆక్సైడ్లు కూడ తాపమువలన విఘటితమైనప్పుడు ఆక్సిజన్ బయల్పెడలును:



సోడియమ్, పొటాసియమ్ పెరాక్సైడ్లు నీటితో కలిసినపుడు ఆక్సిజన్ వచ్చును:



(ii) ఆక్సిజన్ యొగికములగు లవణములనుండి : క్లోరేట్లు, పెర్మాంగనేట్లు, క్రోమేట్లు, కొంచెముకష్టముగా నైట్రేట్లు వేడిచేసినప్పుడు ఆక్సిజన్ లభ్యమగును:



(iii) కొంచెముగా ఆమ్లమును లేదా జారమును లేదా లవణమును చేర్చిన నీటియొక్క విద్యుత్ విశ్లేషణమువలన ఆక్సిజన్ ను పొందవచ్చును. 15% బేరియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ గల జలద్రావణము ఈ పద్ధతిని ఋణాగ్రమువద్ద పరిశుద్ధమైన ఆక్సిజన్ ని ఇచ్చును.

(iv) పరిశ్రమలకు కావలసిన ఆక్సిజన్ ని గాలినుండియే వేరుచేయుదురు. ఈ వేరుచేయుట రాసాయనిక, భౌతిక విధానములనదగు రెండుభిన్నరీతుల జరుపవచ్చును:

గాలిని 'లిండే' పద్ధతిచే ద్రవీకరించి దానితో ఆంశిక స్వేదనము జరిపినచో ఎక్కువభాషుశీలమగు నైట్రోజన్ ఒక యంత్రభాగముద్వారాను, తక్కువ భాషుశీలమగు ఆక్సిజన్ వేరొక యంత్రభాగము నుండియు సంగ్రహించబడును.

శోధనాగారమందు తరుచుగా పొటాసియమ్ క్లోరేట్ ను వేడిచేసి ఆక్సిజన్ ని తయారు చేయుదురు. ఐదవవంతు మాంగనీస్ డై ఆక్సైడ్ ను పొటాసియమ్ క్లోరేట్ కు చేర్చుట వలన చాల అల్ప తాపక్రమములోనే ఆక్సిజన్ వేరుగును.



ఈ ప్రక్రియయందు మాంగనీస్ డై ఆక్సైడ్ ప్రేరకము (కేటలిస్ట్)గా పనిచేయును (చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము).

భౌతికధర్మములు : ఆక్సిజన్ వాయువు; రంగు, రుచి, వాసనలేనిది. ద్రవస్థితిలో దీనికి లేతనీలిరంగు ఉండును. పరమాణ్వంకము : 8; పరమాణుభారము 16. సంకేతము 'O'. ఆక్సిజన్ ద్విపరమాణకము ( $O_2$ ); త్రిపరమాణక ఆక్సిజన్ 'ఓజోన్' ( $O_3$ ) అను పేరుతో ఉన్నది.  $0^\circ\text{C}$  తాపక్రమము, ఒక వాతావరణము ప్రేషమువద్ద ఒక లీటరు ఆక్సిజన్ 1.4290 గ్రా|| బరువు తూగుతుంది.

ద్రవ, క్వథనాంకములు :  $183^\circ\text{C}$  తాపక్రమమున దీని ద్రవమును హైడ్రోజన్ ద్రవముతో శీతలీకరించినచో అది నీలిరంగుకల ఘనద్రవ్యము అగును. దీని ద్రవీభవనాంకము  $-219^\circ\text{C}$ . ఇది నీటిలో స్వల్పముగ కరుగును.  $20^\circ\text{C}$  వద్ద నూరు ఘ. సెం. మీ. జలములో సామాన్యప్రేషములో 3 ఘ. సెం. మీ. ఆక్సిజన్ కరుగును. నీటిలోనుండు ఈ పరిమాణమే జలచరములకు ప్రాణాధారము. ఇదిగాక, ఈ స్వల్పద్రావ్యతయే మన ఊపిరితిత్తులలో ఉండు తేమలో ఆక్సిజన్ విలీనమై రక్తములోనికి ప్రవేశించుటకు కారణమగుచున్నది.

రాసాయనిక ధర్మములు : ఇది చాల చురుకైన మూలద్రవ్యము. హేలోజన్లు, వెండి, బంగారము, ప్లాటినమ్ తప్ప ఇతర మూలద్రవ్యములతో ప్రత్యక్షముగా సంయోగించి ఆక్సైడ్లు ఏర్పడును. ఆక్సిజన్ తో సంయోగప్రావీణ్యము పొచ్చుగాకల మూలద్రవ్యములు (సోడియమ్, భాస్వరము). ఈ వాయువులో స్వచ్ఛందముగా సామాన్యతాపక్రమములోనే మండును. మరికొన్ని (మగ్నీషియమ్, జింకు, రాగి) వేడిచేసినప్పుడు మండును.

నైట్రోజన్ ను ఆక్సిజన్ తో కలిపి విద్యుత్స్ఫులింగము లకు గురిచేసినప్పుడుగాని, లేదా విద్యుచ్ఛాపమం దుంచిన గాని నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ ఏర్పడును. ఈ సంయోగమే నైట్రిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమకు మూలము.

ఉపయోగములు : సాధారణముగా జీవిప్రాణమునకు ఆధారమగునదియేకాక, శ్వాసరోగములలో గాలికి బదులుగా ఆక్సిజన్ ని రోగులచే పీల్చించుట వాడుకలోనున్నది. శస్త్రచికిత్సకు అనుకూలమగుమత్తును కలుగజేయుటకు ఎతిలీన్ ( $C_2H_4$ ), ఆక్సిజన్ వాయువుల మిశ్రమమును రోగి పీల్చునట్లు చేయుదురు.

స్ట్రాటో (గాలిపీచని) వాతావరణములో ఎగురు విమానములలోను జలాంతర్గాములలోను ప్రయాణము చేయు వారలకు శ్వాసవ్యాపారమునకు ఆక్సిజన్ వాడుకలో ఉన్నది. ఎవరెస్టు పర్వతశిఖర విజయమునందు ఆరోహకులు

ఆక్సిజన్ సిలెండర్లను కూడ తమతో మోసికొనిపోయిరి. ఒకదానిలో నొకటి దూరి రెండిటికి సమానకేంద్రము గల గొట్టములలో లోపలి దానిగుండా ఆక్సిజన్ ని, పై దాని గుండా హైడ్రోజన్ నిగాని, ఆసిటిలీన్ నుగాని పంపి ఆ వాయు మిశ్రమమును వెలిగించినచో లభ్యమగు జ్వాల హైడ్రోజన్ తో  $1800^\circ\text{C}$ , ఆసిటిలీన్ తో  $3300^\circ\text{C}$  తాపక్రమములను ఇచ్చును.

ఈ పరికరమునకు ఆక్సి - హైడ్రోజన్ లేదా ఆక్సి - ఆసిటిలీన్ ధమని అని పేరు. ప్లాటినమ్ ధాతువులతో పనిచేయుటకు ఉక్కునుగాని, ఇనుమునుగాని కోయుటకు, అతుకుటకు ఈ ధమని ఉపయోగించును. హైడ్రోజన్ ఆసిటిలీన్ లకు బదులుగా నేలబొగ్గునుండి తయారగువాయువునుకూడ వాడుక చేయవచ్చును. ఆక్సిజన్ ద్రవమును బొగ్గుపొడితో కలుపగా వచ్చిన మిశ్రమమును తూటాలలో కెక్కించి శిలలను భేదించుటకు విచారకద్రవ్యముగా ఉపయోగించవచ్చును,

ఆక్సిజన్ సమస్థానీయములు : 1929 లో గియాక్, జాన్ స్టన్ అను రాసాయనికులిద్దరు ఆక్సిజన్ అణువర్ణపట పరిశీలనవలన ఆక్సిజన్ లో 16 పరమాణుభారము గల దానితో కలిసి 17, 18 పరమాణుభారములుగల సమస్థానీయములు కలవని నిరూపించిరి. సాధారణ ఆక్సిజన్ లో ఈ మూడును అనగా  $O_{16}$ ,  $O_{17}$ ,  $O_{18}$  లు నూరు భాగములలో క్రమముగా 99.76, 0.20, 0.04 ఉండునని నిర్ణయించిరి.

ఆక్సైడ్ల వర్గీకరణ : మూలద్రవ్యములు ఒక్క ఆక్సిజన్ తో సంయోగించినపుడు ఏర్పడు యోగికములకు ఆక్సైడ్ అనిపేరు. ఆక్సైడ్లను 6 తరగతులుగా విభజింపవచ్చును.

ఆసిడ్ ఆక్సైడ్లు : అధాతువుల (గంధకము, భాస్వరమువంటివి) ఆక్సైడ్లు నీటిలోకరిగి ఆమ్లములనిచ్చుటచే వీటికి ఆసిడ్ ఆక్సైడ్లు అనిపేరు వచ్చినది. ఉదాహరణములు : సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ - సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ; సల్ఫర్ ట్రై ఆక్సైడ్ - సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ; నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్ - నైట్రిక్ ఆసిడ్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ - కార్బానిక్ ఆసిడ్.

ఇవి నీటిలో కలసినపుడు ఆమ్లములు లభించును కనుక వీటిని ఉదకవర్షి తామ్లములని లేదా నిరుదము (ఎన్ హైడ్రేట్) లనవచ్చును.

లవణాధార ఆక్సైడ్లు : ఇవి ధాతువుల యొక్క ఆక్సైడ్లు. ఆమ్లముతో రాసాయనికముగా సంయోగించి లవణము ఏర్పడుటచే వీటికి లవణమూలములనియు, లేదా లవణాధారములనియు పేరు. నీటిలోకరుగుస్వభా



## ఆక్సికరణము - ఆక్సిహరణము

వము గల లవణాధార ఆక్సైడ్లకు ఊరములని పేరు. లిథియమ్, సోడియమ్, పొటాసియమ్, రుబిడియమ్, సీజియమ్ మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్ - ఇవి ఊర ఆక్సైడ్లను ఇచ్చును; తక్కిన ధాతువులు లవణాధార ఆక్సైడ్లను ఇచ్చును.

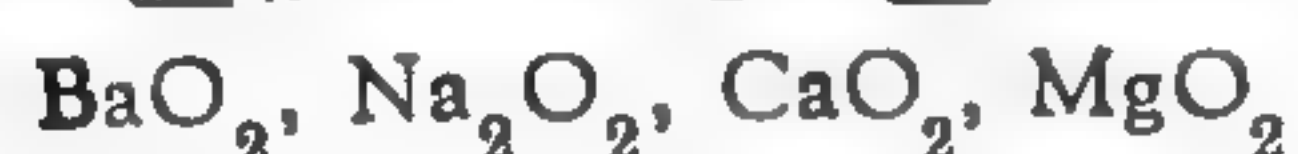
**తటస్థ ఆక్సైడ్లు :** పై రెండు తరగతులలో చేరనివి. అనగా నీటిలోకరిగి ఆమ్లములనుగాని, లవణాధారములనుగాని జనింపజేయవు. ఉదా : నైట్రస్ ఆక్సైడ్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్, నీరు.

**ద్వంద్వగుణ ఆక్సైడ్లు :** ఆమ్లపరిశరములందు లవణాధారములుగను, ఊరపరిశరములందు ఆమ్లములుగను, ఆచరించు ఉభయ ధర్మములుగల ఆక్సైడ్లు. ఉదా హరణము : అల్యూమినియము ఆక్సైడ్లు ( $Al_2O_3$ ) జింకుఆక్సైడ్ ( $ZnO$ ), ఆర్సెనిక్ ట్రైఆక్సైడ్ ( $As_2O_3$ ).

**డైఆక్సైడ్లు :** ఒక మూలద్రవ్యపరమాణువుతో రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులు సంయోగించుటవలన ఏర్పడిన ఆక్సైడ్లు :

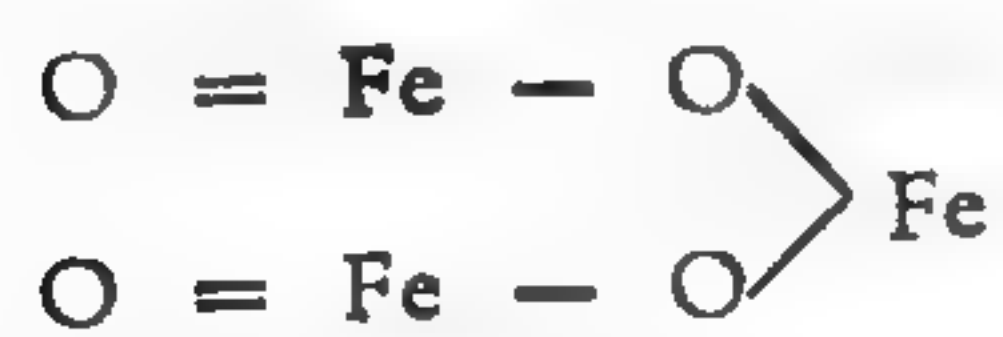
లెడ్ డైఆక్సైడ్ ( $PbO_2$ ), మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ( $MnO_2$ ). హెచ్చుతాపక్రమములో ఇవి ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువును కోల్పోయి మోనాక్సైడ్లు ( $PbO, MnO$ )గా మారును. అందువలన వీటికి సూపర్ ఆక్సైడ్లను పేరు కూడ కలదు.

ఈ డైఆక్సైడ్లలో అవాంతరభేదము పెరాక్సైడ్లు, ఇవి నీటితోగాని విలీనామ్లముతో గాని హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ను ఇచ్చు ఆక్సైడ్లు :



**లవణాత్మక ఆక్సైడ్లు :** లవణములుగా భావింపబడుటకు వీలైన ఆక్సైడ్లు :

ఫెర్రోసోఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ ( $Fe_3O_4$ ) : దీనిని లవణాధార ఆక్సైడ్ ( $FeO$ ), ఆసిడ్ ఆక్సైడ్ ( $Fe_2O_3$ ) ఈరెండిటి లవణముగా భావించవచ్చును :



అట్లే ట్రిప్లంబిక్ టెట్రాక్సైడ్ ( $Pb_3O_4$ )ను ప్లంబిక్ ఆసిడ్ యొక్క ప్లంబస్ లవణముగా భావించవచ్చును. [చూ. ఓజోన్, హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్] సి.వి.కృ.మూ.

**ఆక్సికరణము - ఆక్సిహరణము :** ఒక మూలద్రవ్యముగాని, యోగికముగాని ఆక్సిజన్ తో సంయోగించుటకు 'ఆక్సికరణము' అందురు. ఇదికాక ఏదేని యోగికము హైడ్రోజన్ ని నష్టపోయినను ఆ ప్రక్రియ ఆక్సికరణమని పిలువబడును. రాసాయనికశాస్త్ర వికాస ప్రథమ దశలలో పర్యాప్తమైనట్లు తోచినను ఈ నిర్వచనము కాలక్రమేణ నూతనముగ ఆవిష్కృతములైన భూతార్థముల సమన్వయమునకై విస్తరింపబడినది. కొన్ని విధములగు యోగికములు ద్రావణస్థితిలో విద్యుదావిష్టశకలముల (అయన్ల) క్రింద వేరు పడునని అయన్ సిద్ధాంతముచే నిరూపించబడినపుడు ధనఅయన్లు తమ ధన విద్యుదావేశమును ఎక్కువ చేసికొనుటకూడ ఆక్సికరణసంఘటన పరిధిలోనికి తేబడినది. ధనావేశాతిశయము ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంత దృష్టిలో యోగికము ఎలక్ట్రాన్ (ఋణావేశపు యూనిట్)ను కోలుపోవుటయేయగును. అందువలన ఒక మూలద్రవ్యముగాని యోగికముగాని ఎలక్ట్రాన్లను కోలు పోవు సందర్భమున అది ఆక్సికరించబడినది అనబడును.

ఆక్సిహరణప్రక్రియ ఆక్సికరణప్రక్రియకు విరుద్ధ సంఘటన. అందువలన పైనిరూపించిన ఆక్సికరణసంఘటనల వైవిధ్యదృష్టిలో ఆక్సిహరణమును ఇట్లు నిర్వచింపవచ్చును.

ఆక్సిహరణప్రక్రియ ఆక్సికరణప్రక్రియకు విరుద్ధ సంఘటన. అందువలన పైనిరూపించిన ఆక్సికరణసంఘటనల వైవిధ్యదృష్టిలో ఆక్సిహరణమును ఇట్లు నిర్వచింపవచ్చును.

1. మూలద్రవ్యముగాని, యోగికముగాని ఆక్సిజన్ ని నష్టపోవుట;
2. అట్లే హైడ్రోజన్ తో సంయోగించుట ;
3. అయన్ పై ఋణావేశ మెక్కువగుట లేదా తటస్థ ద్రవ్యము ఋణావిష్టమగుట ;
4. ద్రవ్యము ఎలక్ట్రాన్ల తన రచనలోనికి గ్రహించుట.

మే. వ. న.

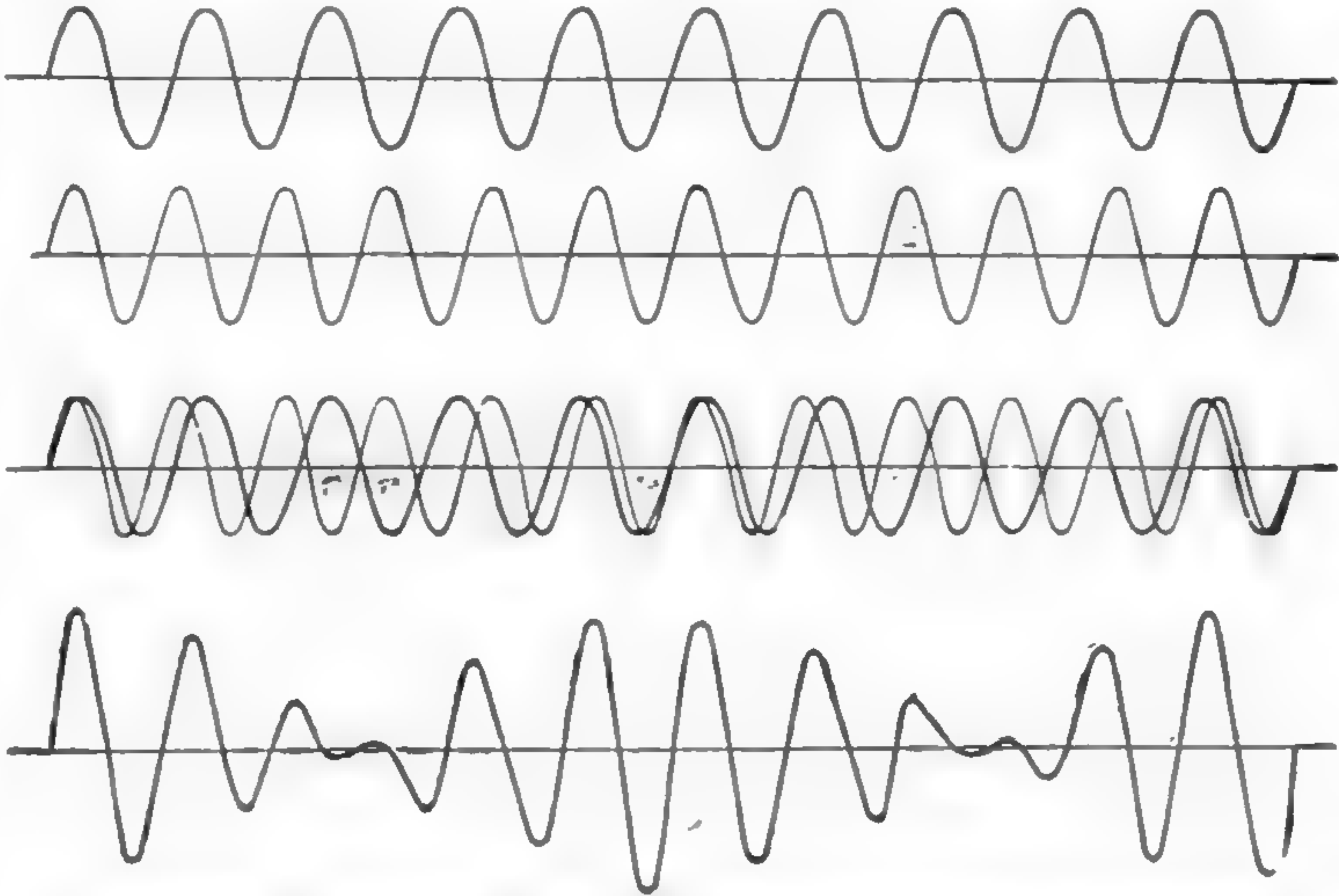
**ఆక్సైడ్లు :** చూ. ఆక్సిజన్.

**ఆఘాతస్పర్శములు :** పానఃపున్యమందు కొంచెము భేదముకల రెండు ధ్వనితరంగములను జనింపజేసినచో ఆ రెండుతరంగములు కలిసి ఇచ్చుధ్వనిలో ఉచ్చావచక్రము మొకటి వినిపించును. అనగా, ధ్వని ఒకప్పుడు బిగ్గరగాను, తరువాత నెమ్మదిగాను వినిపించును. ఒకతరంగపంక్తిలో తరంగవాహకములగు వాయుకణముల సంయోగవిభాగములు ఇంకొక దానిలోకన్న కొంచెము ఎక్కువ విలంబముతో జరుగుచుండును. ఒకక్షణమందు శ్రోతచేవివద్దకు రెండు తరంగపంక్తులందలి సంయోగములు ఒకదానితో నొకటి కలిసివచ్చుటచే పరస్పరము బలపరచుకొని ధ్వని బిగ్గరగా వినబడును. కొంచెముసేపై నతరువాత ఒకతరంగపంక్తిలోని సంయోగము ఇంకొక తరంగపంక్తిలోని విభాగముతో మేళవించుటచే ఆ రెండుతరంగములు కొంతమట్టుకు పరస్పరము రద్దుచేసికొనును. అప్పుడు ధ్వని హీనముగా వినబడును. ఇట్లు రెండుతరంగపంక్తుల కలయికవలన సంభవించు తరంగతీక్షణతలోని ఉచ్చావచక్రమునకు ఆఘాత



స్వరములు (బీట్స్) అనిపేరు. ఒకసెకనులో వినిపించు ఆఘాతములసంఖ్య ఆ రెండుతరంగపంక్తుల పానఃపున్యముల భేదమునకు సమముగా ఉండును. చిత్రమందు సెకనుకు 10, 12 కంపనములు గల రెండుతరంగరేఖలు ప్రత్యేకముగా పైనుండి 1, 2 లలో చూపబడినవి. ఒక దానితో నొకటి కలిసి పయనించువిధము రి నందు చూడ నగును. ఈ మిశ్రణఫలము నాల్గవచిత్రములో మరియొక తరంగరూపమున చూపబడినది. ఈ ఫలితరంగపు పానః పున్యము, ఘటక తరంగ పానఃపున్యముల భేదము  $(12 - 10) = 2$ .

అనగా, ఆఘాత పానఃపున్యము 2. ఆ ఘాత స్వరములను ప్రాయోగికముగా క్రింది విధమున చూపవచ్చును :



రెండు భిన్నకంపనసంఖ్యగల తరంగముల కలయికవలన ఏర్పడు ఆఘాతములు

సమానకంపన సంఖ్య లేదా, పానఃపున్యము గల రెండు స్వరద్వైభుజము (ట్యూనింగ్ ఫోర్క్) లను తీసికొని ఒక

దాని భుజముకొనను కొంచెము మైనమును అంటించిన దీని కంపన సంఖ్య కొంచెముతగ్గును. ఇప్పు డీరెంటిని ధ్వనింప చేసిన మిశ్రధ్వని ఆఘాతస్వరరూపముగా వినిపించును.

రెండు వివిధపానఃపున్యములు కలిపి ఆఘాతపానః పున్యమును సాధించి దానిని ఉపయోగించుపద్ధతి నేడు మిక్కిలి వాడుకలోనున్న సూపర్ హెటర్మోడైన్ రేడియో సంగ్రాహకములలో ఉపయోగపడుచున్నది. మే. వ. న.

అజోల్ లు : పంచఘటక విషమ వలయ యోగికముల రెండు ఘటకముల స్థానములు నైట్రోజన్ చే ఆక్రమితమైన కార్బన్ యోగికములకు 'అజోల్' లు అని పేరు.



అజోల్ సాంకేతికము

మే. వ. న.

ఆటంబాంబు: గతశతాబ్దపు చివరవరకు శక్తి బహు రూపములుగ ఉండవచ్చునని శాస్త్రజ్ఞులు అభిప్రాయపడిరి. వేడి వెలుతురుగగాని, విద్యుత్తురూపమునగాని, వేగముగగాని, కాయకష్టమువలెగాని, రాసాయనికశక్తి రూపమునగాని, ఇట్లు పలువిధములుగ ఉండవచ్చుననియు, ఈ అన్ని రూపము లును ఒక రూపమునుండి, మరొకరూపములోనికి మారగలవనియుకూడ తెలియును.

అయితే శక్తికి ఇన్నిరూపము లున్నప్పటికిని, అది వస్తువులను ఆక్రమించునట్లు మనకు గోచర మగుచున్నది.

అప్పటివారికిహాలు ఏమన : ద్రవ్యమువేరు, శక్తివేరు యని. ద్రవ్యమునకు నాశములేదు శక్తికి నాశము లేదు అను రెండు మూల సూత్రములను ఆధారము చేసికొని అనేక భౌతిక, రాసాయనికపు మార్పులను అర్థముచేసికొనెడివారు.

కా ని, ఐ న్

స్టయిన్ సాపేక్షతా సిద్ధాంతప్రకారము కదలకుండ ఉన్నప్పటికంటె వేగముగ వెళ్ళునపుడు వస్తువునకు బరువు ఎక్కువగును; కొంచెము సూక్ష్మముగ ఆలోచించిన ఈ సూత్రములోని అంతరార్థము తెలియకపోదు. వేగము శక్తియొక్క రూపము కనుక, వేగము కలిగినపుడు వస్తువు బరువు వృద్ధిలయినచో ద్రవ్యముకూడ శక్తియొక్క మరొక రూపమనుకొన వచ్చునేమో!

అప్పుడు పైనిచెప్పిన ద్రవ్యమునకు నాశములేదు. శక్తికికూడ నాశములేదు - అను రెండు సూత్రములు ఒకే విషయమును తెలియజెప్పుచున్న వన్నమాట. ద్రవ్యము కూడ శక్తియొక్క ఒకరూపభేదమను ఈ ప్రధాన సూత్రము నాధారము చేసికొనియే తద్జ్ఞులు ఆటంబాంబును కలగనిరి, ఊహించిరి, సృజించిరి.

ద్రవ్యము శక్తిరూపముగ మారునా? : శక్తికిబహు రూపములున్నను, ఒకరూపమునుండి మరొకరూపములోనికి మారగలదని తెలిసికొంటిమి. అయిన, ద్రవ్యముకూడ శక్తికి ఒకానొక రూపమే అయినపుడు ద్రవ్యమును శక్తి



యొక్క మామూలు రూపములలోనికి (ఉదా: వేడిగను, వేగముగను) మార్చగలమా? ఇది ఒకవిధమున సాధ్యమగుపని కాదు. అంతతేలికపని అయిన, మిగతవాటి హరణమునకువలె, ద్రవ్యముకూడ శక్తియొక్క ఒకరూప భేదమే నని శాస్త్రజ్ఞులు ఏనాడో తెలిసిగొనగలిగెడివారు.

ఒకవేళ ఈమార్పు సాధ్యమయిన కొంచెముద్రవ్యము ఎంతో శక్తికి సమానము. ఒక ఔన్సు (25.3 గ్రాములు) ద్రవ్యమును పూర్తిగ శక్తిలోనికి మార్చగలిగిన, సుమారు 707,000,000 కిలోవాట్ గంటలశక్తి తయారగును. ఇది విద్యుత్తురూపములోనికి వచ్చిన, కలకత్తావంటి (30, 40 లక్షలప్రజలుండే) పెద్దనగరమునకు ఒకనెలరోజులపాటు సరిపోవు నన్నమాట.

$E = mc^2$ ; ఇందు  $E =$  శక్తి;  $m =$  ద్రవ్యరాశి;  $c =$  కాంతియొక్కవేగము.

$c =$  యొక్క విలువ సెకనుకు  $3 \times 10^{10}$  సెంటీమీటర్లు;  $c^2 = 9 \times 10^{20}$  అంటే తొమ్మిదివందలకోట్ల కోట్లకోట్లు-ఎంతయో పెద్దసంఖ్య. అందుచే కొంచెము ద్రవ్యము తీసికొని, దానిని మార్చగలిగిన శక్తి చాలవచ్చును.

పరమాణు కేంద్రకములో జరుగు మార్పులవలన బయల్పడు శక్తి నూతనమైనదే. కాని, ఆటంబాంబులు తయారు చేయుటకు రేడియో ధార్మికద్రవ్యములనుండి సహజముగ బయల్పడు శక్తి సరిపోదు. కారణమేమన, ఈమార్పులన్నియు నెమ్మదిగ జరుగుచున్నవి. బాంబుకు కావలసినంత వేగముగ జరుగుటలేదు. ఈ వేగమును పొచ్చించుట కూడ మనకు సాధ్యమగు పని కాదు. రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములలో ఎన్ని భౌతిక రాసాయనికపు మార్పులు సంభవించినను, అవి వాటిధోరణియందే యుండునుకాని, మనమాట వినవు.

ద్రవ్యమును శక్తిగ మార్చగలమా?: సహజముగా రేడియో ధార్మికములగు ద్రవ్యములనుండి బయటకువచ్చు శక్తికి కారణము ద్రవ్యము కొంత శక్తిగ మారుటయే. ప్రోటాన్లు, ఆల్ఫాకణములు మొదలయిన ప్రధానకణములను అల్ఫామినియమువంటి మామూలు ద్రవ్యములపై ప్రయోగించినపుడు, పరమాణు కేంద్రకమున కలుగు మార్పుల ఫలితముగ ద్రవ్యము కొంత శక్తిగ మారుచున్నది. కాబట్టి, సహజముగా రేడియో ధార్మికములగు ద్రవ్యములనుండి (మానవుని అదుపు, ఆజ్ఞలలోని పరిమాణములలో) ద్రవ్యము శక్తిగ మారుటయేగాక, మన ప్రయోగముల వలనకూడ ఇట్టిమార్పును తీసుకొని రావచ్చును. ఈ విధముగ మార్పుచెందు ప్రతి పరమాణు కేంద్రకము ఒకచిన్నబాంబే. కాని, ఇట్టి ప్రయోగ

ములలో కూడ పెద్దబాంబు చేయుటకు సరిపడు శక్తి వెలువడలేదు.

న్యూట్రాన్ల ప్రయోగము - యురేనియమ్ ఫిషన్: పరమాణు కేంద్రకములలో మార్పులు తీసికొనివచ్చుటకు విద్యుదావేశముగల ప్రోటాన్లు, డోయిట్రాన్లు, ఆల్ఫా కణములుతగినవికాని, వీటికన్న విద్యుత్తులేని న్యూట్రాన్లు పెట్టినది పేరు. అవి పరమాణు కేంద్రకమువరకు నిరాటంకముగ పోగలవు. అందునను వేగముగల న్యూట్రాన్లకంటె, నెమ్మదిగవెళ్ళు న్యూట్రాన్లే ఈపనిని సులభముగ చేయగలవు. ఇవి పరమాణు కేంద్రకములోని సహజమైన వాతావరణమును ఆకులితముగాచేసి, అందు మార్పులు తెచ్చును.

ప్రకృతిలో దొరకు పరమాణువులన్నిటికన్న పెద్దదైన యురేనియమ్ కేంద్రకముపై న్యూట్రాన్లను దాడిపంపినపుడు, మరికొన్ని మార్పులతోపాటు ఆ కేంద్రకము రెండు ముక్కలుగ విచ్ఛిన్నమగును. ఈ విచ్ఛిన్నమగుటకు 'ఫిషన్' (విడళనము) అందురు. విచ్ఛేదనము చెందిన ప్రతి యురేనియమ్ పరమాణువును సుమారు 200mev (మిలియన్ ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు) శక్తి\*నిచ్చును. ఒకటన్న (సుమారు 747 పీసెలు) నేలబొగ్గు మండిన వచ్చువేడి కావలెననిన (ఇది 3,000 కోట్ల అర్గ్లు) ఒకకోటికోట్లకోట్లు ( $1 \times 10^{21}$ ) యురేనియమ్ పరమాణువులు ఫిషన్ చెందవలెను. ఇన్ని పరమాణువులు ఎక్కడ దొరుకునని అనుకొననక్కరలేదు. సన్న ఆవగింజకంటె చిన్నదైన యురేనియమ్ ముక్కలో ఇన్ని పరమాణువులు ఉండును. కాని, కావలసినదేమన తీసికొనిన యురేనియమ్లోని అన్ని పరమాణువులును విచ్ఛేదనమును చెందవలెను. ఇది కష్టము. ఈ గడ్డు సమస్యను దాటగలిగిన ఆటంబాంబు తయారు అయినదన్నమాట. అనేకవేల శాస్త్రజ్ఞుల సహాయము తీసికొని, వారికి కావలసిన సదుపాయములను కలుగజేసి వారికి సంపూర్ణాధికారములనిచ్చి అమెరికా ప్రభుత్వము ఈ దుర్బటకార్యమును సాధించెను (1945).

గొలుసుకట్టు మార్పు: యురేనియమ్మీదకు న్యూట్రాన్లను పంపినపుడు వాటిలో కొన్ని యురేనియమ్ పరమాణువులను విచ్ఛేదనము గావించును. ఇట్లు పగిలిన ప్రతి యురేనియమ్ పరమాణువునుండి ఒకటి రెండు న్యూట్రాన్లు గూడ వైకి వచ్చును. ఈ క్రొత్త న్యూట్రాన్లు (విచ్ఛేదన న్యూట్రాన్లు) మిగిలిన యురేనియమ్ పరమాణువులలో కొన్నిటికి తగిలి, తిరిగి ఫిషన్ కలుగజేసిన, ఆ ఫిషన్ వలన మరికొన్ని న్యూట్రాన్లు ఏర్ప

\* 1mev =  $1.6 \times 10^{-6}$  అర్గ్లు



దును. ఇట్లు అల్లుకుపోయివున్న యురేనియమ్ పరమాణువు లన్నియు విచ్ఛేదనమొంది, కొంతద్రవ్యము మారి శక్తి ఉత్పన్నము కావలెను. యురేనియమ్‌లో ఏవో రెండుమూడు పరమాణువులు, మనము పంపిన న్యూట్రాన్‌ల వలన విచ్ఛేదితమైన, ఆ న్యూట్రాన్‌ల వలన మిగిలిన పరమాణువులుకూడ విచ్ఛేదితములగును. దీనికే 'వరుస మార్పు' అనిగాని 'గొలుసుకట్టు ప్రక్రియ' అనిగాని పేరు. ఈ వరుస మార్పుకు అనుకూలమైన పరిస్థితులను మనము కల్పించిన అది ఉదాహరణములో జరిగిపోయి అపారమైన శక్తిని వెదజల్లును.

ఏ పరిస్థితులలో వరుస మార్పు జరుగును? : మామూలుగ, ప్రకృతియందు దొరకు యురేనియమ్‌పై తక్కువ వేగముగల న్యూట్రాన్‌లను ప్రయోగించినపుడు యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణువులు కొన్ని విచ్ఛేదనములగును. విచ్ఛేదన కార్యములో జనించిన న్యూట్రాన్‌లు అధికవేగము కలిగి యుండును. ఆ యురేనియమ్‌నందే బరువు 238 గల పరమాణువులు చాల గలవు. వేగముగల విచ్ఛేదన న్యూట్రాన్‌లు చాలవరకు ఈ యురేనియమ్<sup>238</sup> పరమాణు కేంద్రకములలో చేరిపోవును. యురేనియమ్<sup>238</sup>, వేగముగల న్యూట్రాన్‌లను తనలో ఇముడ్చుకొని, యురేనియమ్<sup>239</sup> గా మారిపోవునుగాని, విచ్ఛేదితమగుటకు ఇష్టపడదు. మామూలు యురేనియమ్‌లో ప్రతి 140 యురేనియమ్<sup>238</sup> పరమాణువులకు, ఒక యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణువు మాత్రమే గలదు. యురేనియమ్<sup>235</sup>లో పాటు విచ్ఛేదన మొందుటకు సంసిద్ధమైనను, విదళనములో జనించిన న్యూట్రాన్‌లయందు చాలభాగమును యురేనియమ్<sup>238</sup> తీసికొనుచుండుట వలన, యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణువులకు న్యూట్రాన్‌లు ఎక్కువదక్కవు. అందుచే 'వరుస విచ్ఛేదనము' సాగదు. కాని దీనిని పరిహరించుటకు మార్గాంతరములు లేకపోలేదు.

విచ్ఛేదన న్యూట్రాన్‌ల వేగము తగ్గించుట : విచ్ఛేదన న్యూట్రాన్‌ల వేగము తగ్గించుటకు యురేనియమ్‌లో కొన్ని తేలిక పరమాణువులను కలుపవలెను. ఈ పనికి గ్రాఫైట్ రూపమున నున్న బొగ్గును ఉపయోగింతురు (ప్రాడోజన్ గాని ఆక్సిజన్ గాని; ఈ రెండునుగల నీరు గాని-ఇందు ఏవి అయిననుకూడ కలుపవచ్చును). బొగ్గు న్యూట్రాన్‌లను హరించదు; వాటి వేగమును మాత్రమే తగ్గించును. విదళన న్యూట్రాన్‌ల ఉపయోగమును పొందవలెననిన, అవి యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణువులకే తగులు నటుల చేయవలెను. అందుకు న్యూట్రాన్‌లు ఇతరత్రా పోవుమార్గములను అరికట్టవలెను. యురేనియమ్‌నందు

కాని, దానిలో మనము చేర్చిన బొగ్గుయందుకాని, మలిన పదార్థములున్నచో అవి న్యూట్రాన్‌లను తమలోనికి తీసికొనును. అందుచేత యురేనియమ్‌ను, బొగ్గును బాగుగ శుభ్రపరచవలెను.

వరుసమార్పు జరుగుటకు అనుకూలముగ పేర్చినపేర్పు: పరిశుభ్రముగా చేయబడిన గ్రాఫైట్ (ఒక రకపుబొగ్గు)లో మలినరహితముగ చేయబడిన సామాన్య యురేనియమ్‌ను, దానిని (ఇందులో యురేనియమ్<sup>235</sup> యురేనియమ్<sup>238</sup> ఈ రెండు రకముల పరమాణువులు 1:140 నిష్పత్తిలో నుండును.) లెక్కలుకట్టి నిర్ణయింపబడిన తావులయందు అమర్చవలెను. యురేనియమ్‌కు, యురేనియమ్‌కు మధ్య కాడ్మియమ్ పూసిన ఇనుప తలుపులను పెట్టిరి. కాడ్మియమ్ ధాతువు న్యూట్రాన్‌లను అమితముగ తనలోనిహరించును. ఈ తలుపులు, అడ్డుపెట్టినపుడు ఒకచోటనున్న యురేనియమ్‌లో ఫిషన్ వలన ఏర్పడిన న్యూట్రాన్‌లు ఇంకొక చోటనున్న యురేనియమ్ పరమాణువుల వరకు పోలేవు - మధ్యనున్న కాడ్మియమ్ వాటిని అపహరించును కనుక, ఈ తలుపులను ఎంత కావలెనన్న అంత తెరువవచ్చును. ఈ గ్రాఫైట్‌లోనే ఒకచోట మొదటి న్యూట్రాన్‌లను తయారుచేయు సరకును (రేడియమ్, బిరిలియమ్ మిశ్రమును) ఉంచవలెను. దీనినుండి కొన్ని న్యూట్రాన్‌లు గ్రాఫైట్ ద్వారా దూరి యురేనియమ్ ఉన్నచోటికి వెళ్లును. గ్రాఫైట్ కేంద్రకములకు తగిలి ఈ న్యూట్రాన్‌ల వేగము తగ్గిపోవును. అందుచే తక్కువ వేగముగల ఈ న్యూట్రాన్‌లు యురేనియమ్<sup>238</sup> పరమాణువులచే హరింపబడక మిగిలిన యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణు కేంద్రకములను విదళనము చెందించును. విచ్ఛేదనములో ఏర్పడిన న్యూట్రాన్‌లు అధికవేగము కలిగియుండును. ఒకచోట యురేనియమ్‌నుండి అవి బయలుదేరి మరొకచోట యురేనియమ్ వద్దకు వెళ్ళులోపల మధ్యనున్న గ్రాఫైట్ కేంద్రకములకు తగిలి వేగము కోల్పోయి మెల్లనగుచున్నవి. అందుచే, రెండవచోటి యురేనియమ్‌లోని బరువు 238 గల పరమాణు కేంద్రకములనే తిరిగి విచ్ఛేదన చెందించును. ఇదే వరుస మార్పు. కాడ్మియమ్ పూసిన ఇనుప తలుపులు తీసినకొలిది ఈ మార్పులు ఎక్కువగ జరుగును. మరల తలుపులు అడ్డుపెట్టగ నే, ఈ మార్పులు ఆగిపోవును. ఈ చురచుర అంతా ఒక్కసారిగ ఆపివేయవచ్చును. అనగా, మన అదుపాజ్ఞలలోనుండు వరుసమార్పు సాధ్యమయినదన్నమాట.

యురేనియమ్<sup>235</sup> బాంబు : యురేనియమ్<sup>238</sup> పరమాణువులు లేకుండా, యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణువులేఉన్నప్పుడు అధిక వేగముతో విచ్ఛేదనము జరుగును. విచ్ఛేదనము



ఆటంబాంబు

మొదలుపెట్టుటకు యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణువులమీదికి న్యూట్రాన్లను మనము పంపినపంపవచ్చును. లేదా, ఏ కాస్మిక్ కిరణములు తగులుటవల్లనో విదళనము మొదలు కావచ్చును. ఈ రెండువిధములు కాకపోయినను యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణు కేంద్రకములలో కొన్ని వాటంతటవే విచ్ఛేదనముచెందును. ఈ విచ్ఛేదనము జరిగినపుడు బయటకు వచ్చు న్యూట్రాన్లు మరల విదళనముకలిగించి, ఆ విచ్ఛేదనములవలన ఇంకావిచ్ఛేదనములు జరుగుతూ, ఇలా వరుస మార్పు జరుగును.



నాగసాకినగరముపై ఆటంబాంబు ప్రయోగము.

కొన్ని విశిష్టపద్ధతులను ఉపయోగించి ఖనిజములనుండి లభ్యమైన యురేనియమ్ నుండి యురేనియమ్<sup>235</sup>ను విడదీసి ఆటంబాంబు సృష్టికి వాడుచున్నారు.

ఈ యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణువులను సుమారు అయి దారుపానులు చేసి ఒకచోట చేర్చినచో ఆటంబాంబు అగును.

ప్లుటోనియమ్ బాంబు : 94 వ మూలద్రవ్యమయిన ప్లుటోనియమ్ అధికముగ విచ్ఛేదనముచెందు లక్షణము గలది. అందుచే ఆటంబాంబు తయారుచేయుటకు పనికి వచ్చును. కాని, సహజముగ ప్రకృతిలో ఏ వస్తువులోను ఈ పదార్థము ఇంతవరకు కానరాలేదు. దీనిని యురేని

యమ్<sup>238</sup> పరమాణువులనుండి తయారుచేయవలెను. ఇట్లు తయారుచేయుటకు న్యూట్రాన్లు కావలెను.



న్యూమెక్సికో ఎడారిలో మొదటి ఆటంబాంబు పరీక్ష

యురేనియమ్<sup>235</sup> బాంబుకంటే ప్లుటోనియమ్ బాంబు అన్నివిధముల శ్రేష్ఠమైనది. మొట్టమొదట చెప్పుకొన



బికినీలో ప్రేల్మిన్స్ ఆటంబాంబునుండి పైకి లేచిన గోబీపువ్వు ఆకారముగల మేఘము

వలసిన కారణమేమన ప్లుటోనియమ్ అనునది యురేనియమ్<sup>235</sup> కంటే విశేషముగ విచ్ఛేదనముచెందుగుణము గలది. రెండవకారణము : మామూలు యురేనియమ్లోని



యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణువులనే వాడినపుడు, వాటికన్న 140 రెట్లు అధికముగనున్న యురేనియమ్<sup>238</sup> పరమాణువులన్నియు వృథాపోవును. కాని, యురేనియమ్<sup>238</sup> పరమాణువులనుండియే ప్లటోనియమ్ తయారుచేయవలెను. అనగా, ప్లటోనియమ్ బాంబుకు, కష్టపడి సేకరించిన మామూలు యురేనియమ్లో చాలభాగమును ఉపయోగించెదము.

ప్రకృతిలో లేకపోయినను, ఆటంబాంబులకు సరిపడునంత ప్లటోనియమ్ను శాస్త్రజ్ఞులు తయారుచేయగలిగిరి. హరింపబడు న్యూట్రాన్ల సంఖ్యకన్న, ఉత్పత్తియగు న్యూట్రాన్ల సంఖ్య ఎక్కువగ నున్నంతసేపు, వరుస మార్పు జరుగుచునే యుండును.

ప్లటోనియమ్ను తయారుచేయు పేర్పు: యురేనియమ్ను అల్యూమినియము గొట్టములపై పూసి పేర్చునందుఉంచిరి.

అల్యూమినియము న్యూట్రాన్లను హరించదు. ఇది వరకటివలెనే, పరిణామవేగముగను, అదుపాజ్ఞలలో నుంచుకొనుటకు కాడ్మియమ్ పూసిన ఇనుప తలుపులను వాడిరి. ఈ మార్పులు జరిగినపుడు అమితమగు వేడిమి పుట్టును. అల్యూమినియము గొట్టములగుండ నీరుసారునట్లు చేసి బహిర్గతమగువేడిని తీసివేయవలెను. ఈవనికి నదీప్రవాహమువలె నీరు అమితముగ కావలసివచ్చెను. అదియుగాక, ఇందుకు ఉపయోగించిన నీరు

రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములలో కలుషితమైయుండును. కనుక, ఆ నీరు తిరిగి నదిలోనికి వెంటనే పోనీయకూడదు. ఆప్రదేశములోని గాలిలో కూడ ఇట్టి పదార్థములు వ్యాపించియుండును కనుక, నిర్జన ప్రదేశము కావలసివచ్చెను. అన్నిపనులు వాటంతటవే జరిగిపోవునటుల ఏర్పాటుచేసిరి.

ఏర్పడిన యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణువులు, నెప్ట్యూనియమ్<sup>239</sup>గాను, నెప్ట్యూనియమ్ ప్లటోనియమ్<sup>239</sup>గాను

వాటంతటవే వెంటవెంటనే మారిపోవును. ఇట్లు కొంత ప్లటోనియమ్ తయారైన తరువాత మార్పుచెందని యురేనియమ్నుండి రాసాయనికపద్ధతులలో దానిని వేరుచేయుట అంత కష్టమైనపనికాదు. సుమారు అయిదారు పౌనుల ప్లటోనియమ్ను ఒకచోట చేర్చినచో బాంబు అగును.

ఆటంబాంబు స్వరూపము : బాంబుకు కావలసిన యురేనియమ్<sup>235</sup>గాని, ప్లటోనియమ్<sup>239</sup>గాని మూడు, నాల్గు భాగములు చేసి దూరముగ ఉంచవలెను. ఈ నాల్గుభాగములు దగ్గరకు వచ్చునట్లు ఏర్పాటుచేయుటయే మన పని. అవిఅన్నియు ఒకచోట కూడుకొనగనే బాంబు ప్రేలును.

కొన్నిపరమాణువులు విచ్ఛేదనముచెందగనే అందులో పుట్టిన సంచలనమునకు బాంబు పగిలి, ముక్కలుముక్కలై పోవును. ఇంతకష్టపడి తయారుచేసిన యురేనియమ్<sup>235</sup>గాని,

ప్లటోనియమ్<sup>239</sup>గాని చాలభాగము విదళనము చెందకుండగనే చెల్లాచెదరైపోవును. ఇట్లులైన ప్రయోజనమేమి? అందుచే, మనము చేర్చిన ద్రవ్యరాశి చాలవరకు విచ్ఛేదనముచెందువరకు దానిని దగ్గరకు నొక్కిపట్టు ఏర్పాటుచేయవలెను. అందులకు బలిష్ఠమైనగోడలు కావలెను. బాగుగమందమైన సీసపుగోడ కట్టి అందు విచ్ఛేదనము చెందు ద్రవ్యమును ఉంచుదురు.

సి. రా. శా.

ఆడిసన్-టామస్ ఆల్వా (1847-1931): అమెరికన్

సాంకేతిక విజ్ఞాని. నవీనసాంకేతశాస్త్ర యుగకర్త. గొప్ప ప్రతిభగలమేధావి; నూతననిర్మాణములు ఈయన చేసినన్ని ఇంకెవరును చేయలేదు. ఈయన పాఠశాలలో నేర్చుకున్న విద్య చాలతక్కువ. 12 వ ఏట టెలిగ్రాఫ్ ఆపరేటర్ గా పనిచేయుటకు ఆరంభించెను. ఈయన మొదటిపేటెంటు ఓట్లను రికార్డుచేయు విద్యుత్యంత్రమువంటి అనేక ఆవిష్కరణలను కావించెను. ఈయన నిర్మించిన కార్బన్ ప్రేషకము బెల్ చే నిర్మింపబడిన టెలిఫోనును సంపూర్ణ



ఆడిసన్ (1847 - 1931)



ఆనిలీన్

పరికరముగా ఒనర్చినది. ఫోనోగ్రాఫును, మొదటి విద్యుత్ దీపమును, నిర్మించినవా డీయనయే. సినిమా చిత్రములను ఈయనే కనుగొన్నాడు. కాని, దానిని ఆటవస్తువుగా భావించుటచేత ఈయనకు ఈ ఆవిష్కరణను వ్యాపారముగా మార్పు అదును పోయినది. వేలకొలది కార్మికులను ఉపయోగించి వారిచే ఆవిష్కరణలను చేయించు ఈయనశోధనాగారము జగత్తులోనున్న వాటి కెల్ల దృష్టాంతము. మే. వ. న.

ఆనిలీన్ : చూ. ఆరొమాటిక్ ఎమీన్లు ; పు. 180.

ఆపిల్ టన్, ఎడ్వర్డ్ విక్టర్ (1892) : ఆంగ్లేయుడు; అయనీకరణమునుగూర్చి గావించిన పరిశోధనలకు 1947లో నోబెల్ బహుమాన మందెను.

కేంబ్రిడ్జియందు విద్యనభ్యసించి, పిమ్మట రాయల్ ఇంజనీయర్ల సంస్థయందు రేడియోశాఖలో ఉద్యోగిగా ప్రవేశించెను. ప్రథమప్రపంచ మహాసంగ్రామానంతరము లండన్ యూనివర్సిటీలోను, తరువాత కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలోను భౌతిక విజ్ఞానాచార్యుడుగా పనిచేసెను. 1939 లో నతడు బ్రిటిష్ సైంటిఫిక్ అండ్ ఇండస్ట్రియల్ రిసెర్చి శాఖకు కార్యదర్శిగా నియమితుడయ్యెను.

ప్రథమప్రపంచమహాసంగ్రామసమయమున యుద్ధశాఖ పనిచేయుచున్న సమయమున రేడియోసంజ్ఞలు అప్పుడప్పుడు వినబడకుండుటకు కారణమును కనుగొనుటకై శోధన లొనర్చెను. ఈ పరిశోధనల ఫలితముగా కేనల్లి-హెవిసైడ్ స్తరము, రేడియోతరంగములను పరావర్తన మొనర్చుచున్నదని నిరూపింపగలిగెను. ఆ తరువాత నతడు 10-50 మీటర్ల తరంగ దైర్ఘ్యముగల తరంగములనుపయోగించి, భూతలమునకు రమారమి 150 మైళ్ళ ఎత్తున రేడియో తరంగములను పరావర్తన మొనరించు తీక్షణమైన స్తరము మరియొకటి యున్నదని కనుగొనెను. దీనికి ఆపిల్ టన్ స్తర మని పేరు. కె. రం.

ఆమ్మీటర్ : చూ. విద్యుత్మాపక పరికరములు.

ఆప్లుములు - లవణాధారములు : ఇవి పరస్పర సంబంధి ద్రవ్యములు; వీటి నిర్వచనములు రాసాయనిక శాస్త్రవికాసముతో సమానముగ మారుచువచ్చినవి. ఆప్లుములు తొలిని పుల్లదనము, ధాతువులను తమలో విలయించుకొను సామర్థ్యము, లవణాధారములతో కలసి లవణముల నిచ్చుట మొదలగు వర్గ ధర్మముల దృష్టిలో నిర్వచింపబడినవి.

లావ్యాజ్యే సూచనను అనుసరించి కొంత కాలము రాసాయనికులు ఆప్లుముల సామాన్యఘటకము ఆక్సిజన్ యని అనుకొనెడివారు. కాని క్రమముగా అట్టిసామాన్య

ఘటకము ఆక్సిజన్ కాదనియు అది హైడ్రోజన్ అనియు తెల్లమైనది.

“హైడ్రోజన్ ఘటకముగా కలిగి ధాతు సంపర్కమున హైడ్రోజన్ వెలిబెట్టు ద్రవ్యమే ఆసిడ్” అను లీబిచ్ (1840)నిర్వచనము ఒక అర్థశతాబ్దము రాసాయనికుల అంగీకారమును బడసినది. ఆప్లుములతో కలసినపుడు లవణముల నిచ్చు ద్రవ్యము లవణాధారమును నిర్వచనము కూడ పై తెప్పిన ఆప్లు నిర్వచనముతో సమానయోగక్షేమము కలదియే. సోడా, పొటాష్ అనునవి చిరపరిచిత ఊరలవణాధారములేకాక, ముఖ్యముగా అమోనియా ఎమీన్లవంటివి కూడ చాల కలవని తెలిసినది.

ఆరేనియున్ - ఓస్ట్రాల్ట్ సిద్ధాంతము : విలీనమైనకొన్ని యాగికములు అయన్లుగ విడిపోవునను సిద్ధాంతము స్థాపించబడిన తర్వాత పై నిర్వచనముకన్న అత్యంత భిన్నమైనది రాసాయనికులచే అంగీకరించబడినది.

హైడ్రోజన్ అయన్ ( $H^+$ ) ఇచ్చునది ‘ఆప్లుము’అనియు హైడ్రాక్సిల్ అయన్ ( $OH^-$ ) ఇచ్చునది ‘లవణాధారము’ అనియు, ఆప్లు, లవణాధార నిర్వచనములు ఆరేనియున్, ఓస్ట్రాల్ట్ అను విజ్ఞానులచే పరస్పర నిరపేక్షముగా నిగమించబడినవి.

బ్రన్ స్టెడ్ సిద్ధాంతములు : పై చెప్పిన ఆరేనియున్ - ఓస్ట్రాల్ట్ సిద్ధాంతమునకు చాల ఆకర్షక లక్షణములున్నను కొన్ని చిక్కులుకూడ గలవు. అందు ప్రధానమైన ఇబ్బంది నీటికన్న ఇతరద్రవములు ఆప్లు లవణాధారములకు ద్రావములుగా ఉపయోగించబడినపుడు ఈ సిద్ధాంతము వట్టడు. ఇందు చాల ద్రావములకు జలసిద్ధాంతము అన్వయించును. ఉదాహరణమునకు : ద్రవీభూత అమోనియా ద్రావములో ( $NH_4^+$ ) అయన్ ను ఆప్లుముగను ( $NH_2^-$ ) అయన్ ను లవణాధారముగను పరిగణించుటకు ఎట్టి ఆక్షేపణయూలేదు. కాని హైడ్రోజన్ రహితమైన  $SO_2$  (సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్) వంటి ద్రవము విషయములో జలసిద్ధాంతము అన్వయించనేరదు. అనగా జలేతరద్రావణముల కీ సిద్ధాంతము వట్టడు. సర్వసామాన్యముగ జల, అజల ద్రావణము లన్నిటికినీ సరిపోవు సిద్ధాంతమును బ్రన్ స్టెడ్ 1923లో ఉపసాదించెను.

దీని ప్రకారము ప్రోటాన్ల (హైడ్రోజన్ అయన్ల) నిచ్చునది ఆప్లుము, తీసుకొనునది లవణాధారము. జల సిద్ధాంతముతో సరిపోల్చి చూచినపుడు బ్రన్ స్టెడ్ సిద్ధాంతము ఆప్లుములకు ఇచ్చు నిర్వచనముజల సిద్ధాంత నిర్వచనమునకు అత్యంత భిన్నముకాదు. కాని లవణాధార నిర్వచనము మొదటి సిద్ధాంతముకన్న చాల విస్తరించబడినది. ఏలన ఈ సిద్ధాంతమందు లవణాధారము  $OH^-$  అయన్ యే

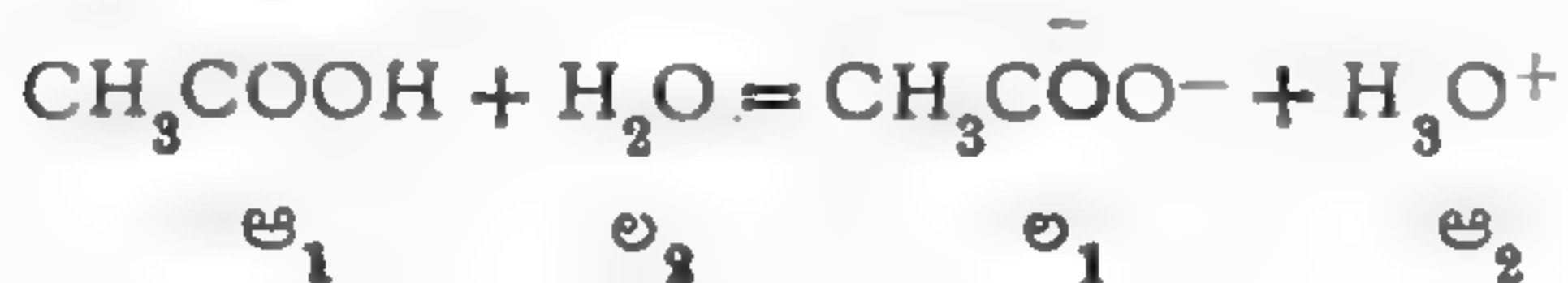


గాక, అమోనియా ( $\text{NH}_3$ ) వంటి అనేక విధములగు అవిద్యుదావిష్ట ద్రవ్యములు, ఆసిటేట్ ( $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) అయిన్ వంటి నిర్జలాష్లుముల ఋణఅయన్లుకూడ ఈ తరగతికి చెందినవియే. వాస్తవికముగ ప్రతి ఆష్లుమును ప్రోటాన్ ను నష్టపోయి లవణాధారముగను, ఇట్లు పరస్పర సంబద్ధములైన ఆష్లు లవణాధారములకు యుగళిత ఆష్లు లవణాధారములని పేరు.

ఈ నిర్వచనమును పరిగ్రహించుటవలన, ఇదివరకు పరస్పర భిన్నములని తలంచబడిన అయినీభవనము, జల విశ్లేషణము తటస్థీకరణమువంటి ప్రక్రియలు, ప్రోటాన్ వినిమయ మను ఒకే ప్రక్రియచే తెలియజేయ బడును.

ఈ సామాన్య ప్రక్రియను క్రింది విధముగ తెలియజేయ వచ్చును :

ఆష్లుము<sub>1</sub> + లవణాధారము<sub>2</sub> = లవణాధారము<sub>1</sub> + ఆష్లుము<sub>2</sub>  
ఈ సమీకరణమును రెండు యుగళిత ఆష్లు లవణాధారముల సమ్మేళనము అని భావింపవచ్చును.



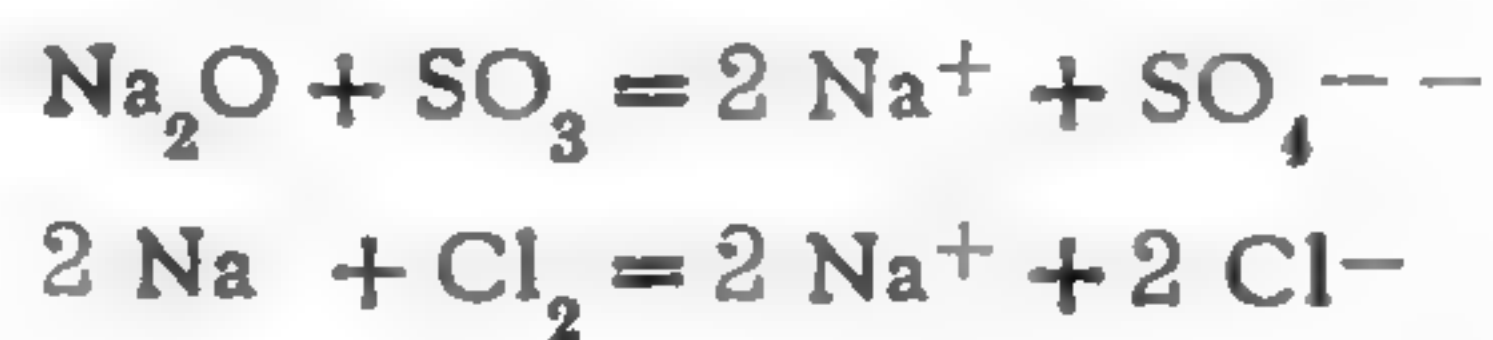
ఇచ్చట నీరు లవణాధారముగ ఆచరించుచు  $\text{H}_3\text{O}^+$  లేదా ఆక్సోనియమ్ అయిన్ నిచ్చుచున్నది. కాని నీరు ఆష్లుమువలెకూడ ఆచరించి ( $\text{OH}_1^-$ ) హైడ్రాక్సిల్ అయిన్ ను విడుదల చేయగలదు. ఈ ఉభయలక్షణము ఉండుటయే జలమందన్ని ఆష్లు - లవణాధార ప్రక్రియలు జరుగుటకు కారణము.

లూయీ సిద్ధాంతము: ప్రేరణ సంఘటనల పర్యను శీలన పర్యవసానముగ జి. ఎన్. లూయీ ఒక నూతన ఆష్లు-లవణాధార సిద్ధాంతమును ప్రకటించెను. ఈతని సిద్ధాంతములో (1) లవణాధారమునుండి ఎలక్ట్రాన్ యుగళమును పరిగ్రహించగల ద్రవ్యము ఆష్లుము (2) ఎలక్ట్రాన్ యుగళమును దానముచేయగల ద్రవ్యము లవణాధారము. లూయీ నిర్వచనమునకు బ్రన్ స్టెడ్ దానితో చాలా పోలికయున్నను దానికన్న నిది చాల వ్యాపకమైనది. ఏలన సిద్ధాంత దృష్టిలో ప్రతి ధన అయిన్ ను ఒక ఆష్లుమే. యోగ్యపరిస్థితులలో ఇతర ద్రవ్యములనుండి ఎలక్ట్రాన్ జంటను తీసికొను సామర్థ్యముగల  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{SO}_3$  వంటి తటస్థద్రవ్యములుకూడ ఆష్లుములే. ఈతని దృష్టిలో ఆష్లు లవణాధార ప్రతిక్రియ ఆష్లు లవణాధార సమ్మేళనమే అగునుగాని ప్రోటాన్ వినిమయము కాదు.

అనేక కారణములవలన, ఈ నిర్వచనములు సామాన్య అంగీకారమును పడయలేదు. వీటిలో ప్రధానమైన కార

ణము బ్రన్ స్టెడ్ నిర్వచనములు ప్రకటించు నైశిత్యమును, నిశ్చితత్వమును, రాసాయనికులు చేవిడుచుటకు అనుమతించకపోవుటయే.

ఉసనోవిచ్ సిద్ధాంతము (1939): ఈ సిద్ధాంత ప్రకారము ఆష్లుములు (1) లవణాధారములతో లవణములను ఇచ్చునవి; (2) ధనఅయిన్ ల వెడలించునవి; (3) ఋణ అయిన్ లతో, విడి ఎలక్ట్రాన్ లతో సంయోగించునవి. ఋణ అయిన్ లనుగాని, ఎలక్ట్రాన్ లనుగాని ప్రధానము చేయునవి, లేదా ధనఅయిన్ లతో సంయోగించునవి లవణాధారములు.



మొదటి సమీకరణమందు  $\text{SO}_3$  ఆష్లుము. ఏలన అది  $\text{O}^-$  అను ఋణఅయిన్ ను గ్రహించి  $\text{SO}_4^{--}$  అయిన్ గా మారును. ఇట్లే రెండవ సమీకరణమందు క్లోరిన్ ఆష్లుము. ఏలన అది ఎలక్ట్రాన్ ను స్వీకరించి క్లోరైడ్ ( $\text{Cl}^-$ ) అయిన్ గా మారును.

సాంకేతిక పరిభాష ననుసరించి రెండవ ప్రతిక్రియ స్పష్టముగా ఆక్సీకరణ, ఆక్సీహరణ ప్రక్రియకు దృష్టాంతము. ఆక్సీకరణ, ఆక్సీహరణ ప్రక్రియలు ఉసనోవిచ్ ఆష్లులవణాధార నిర్వచన ప్రణాళికలో ఇమిడియున్నవను భూతార్థము, ఈ నిర్వచనముల బహువ్యాపకత్వమును ప్రకటించుచున్నది. కాని ఈ నిర్వచనముల అతిశయిత వ్యాపకత్వమే వాటి ఉపయోగమునకు అంతరాయముగ ఆచరించుచున్నది. అందువలన ఉసనోవిచ్ సిద్ధాంతము బ్రన్ స్టెడ్ సిద్ధాంతమంత ప్రచారములోనికి రాలేదు. మే.వ.న.

ఆయతనాత్మక విశ్లేషణము: చూ. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము.

ఆరేనియుస్, స్వాంటే (1859 - 1927): స్వీడన్ దేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు. ఉప్పాలా నగరములో జన్మించి అక్కడనే విద్యాపారంగతుడై స్టాక్ హోమ్ లో శాతిక శాస్త్రాధ్యాపకుడై నాడు (1891). ఈతని విద్యుత్ విశ్లేషణ సిద్ధాంతము రాసాయనిక శాస్త్రమునకు వివరణోపకరణముగా ఆచరించు చున్నది, ఖగోళ శాస్త్రమునందు ఈతనికి గల అభిమానమునకు 1918 లో ఈతడు ప్రచురించిన 'డెస్టినిజ్ ఆఫ్ ప్లార్స్' (నక్షత్ర భాగధేయములు) అను గ్రంథము మానము. మే. వ. న.

ఆరోమాటిక్ ఆజోయోగికములు: వీటి సాంకేతికమందు ఆజోగణము ( $-\text{N}=\text{N}-$ ) ఉండును. దృష్టాంతము: ఆజో బెన్జీన్ ను ( $\text{C}_6\text{H}_5-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$ ) స్టానస్



ఆరోమాటిక్ ఆజోయోగికములు

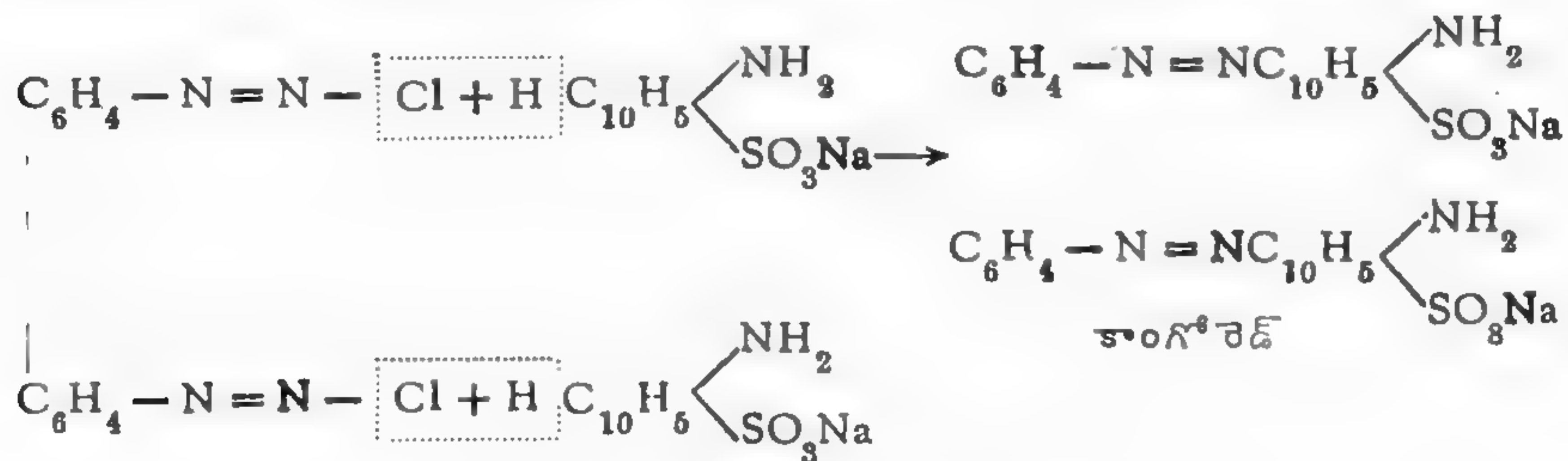
క్లోరైడ్ యొక్క ఊరద్రావణముతో నైట్రోబెన్జిన్ నుండి సాధించవచ్చును.

ఆజోబెన్జిన్ : ఆజోక్సీబెన్జిన్  $\left[ \text{C}_6\text{H}_5-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5 \right]$  ను

ఇనుపరజనుతో ఆక్సీహరించుటచేగాని, హైడ్రాజోబెన్జిన్  $(\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5)$  ను ఆక్సీకరించుటచేగాని ఆజోబెన్జిన్ ను పడయవచ్చును. ఆజోయోగికములు సాధారణముగా పసుపు, లేదా ఎరుపు రంగు గల స్పటికములు. ఆక్సీహరించుటవలన ఇవి మొదట హైడ్రాజోయోగికము

కలసి హైడ్రాక్సీ ఆజోవర్ణద్రవ్యమును ఇచ్చును. ఈ ప్రక్రియకు అనుయోజన అని పేరు. మంచుతో శీతలీకరించి చేయుటవలన వీటిని మంచురంగు లందురు. దై ఆజోయోగికమును ఆల్కొల్ ఎమీన్ తో కూడ అనుయోజించి వర్ణద్రవ్యములను తయారు చేయవచ్చును. కాని ఈ అనుయోజన ప్రతిక్రియను ముఖ్యముగా తటస్థద్రావణపరిసరము లందు కావించవలెను. ద్రావణము ఒకవేళ అమ్లగుణము కలిగియుండినయెడల మొదట ద్రావణమునకు సోడియమ్ ఆసిటేట్ ను కలిపి తరువాత ప్రక్రియ ముగియనున్నపుడు

దై ఆజోటికృత బెన్జిడిన్



నేప్రియానిక్ ఆసిడ్ సోడియమ్ లవణము

లను, అంతమున ఎమీన్ లను ఇచ్చును. ఇవి చాల స్థిరమైన యోగికములు. రాసాయనిక విచ్ఛేదనము చెందకుండా వీటిని స్వేదించవచ్చును. ఈ విషయములో ఇవి దై ఆజోయోగికములకన్న భిన్నస్వభావము కలవి (చూ. క్రిందను).

ప్రతిస్థాపిత ఆజోబెన్జిన్ యోగికములు గాఢమైన వర్ణములుగల ద్రవ్యములు. ఇవి బట్టలకు రంగువేయుటకు మిక్కిలి ఉపయోగములో నున్నవి; వీటికి దృష్టాంతములు హైడ్రాక్సీ ఆజోబెన్జిన్ :



దై మెతిల్ ఎమీన్ ఆజోబెన్జిన్

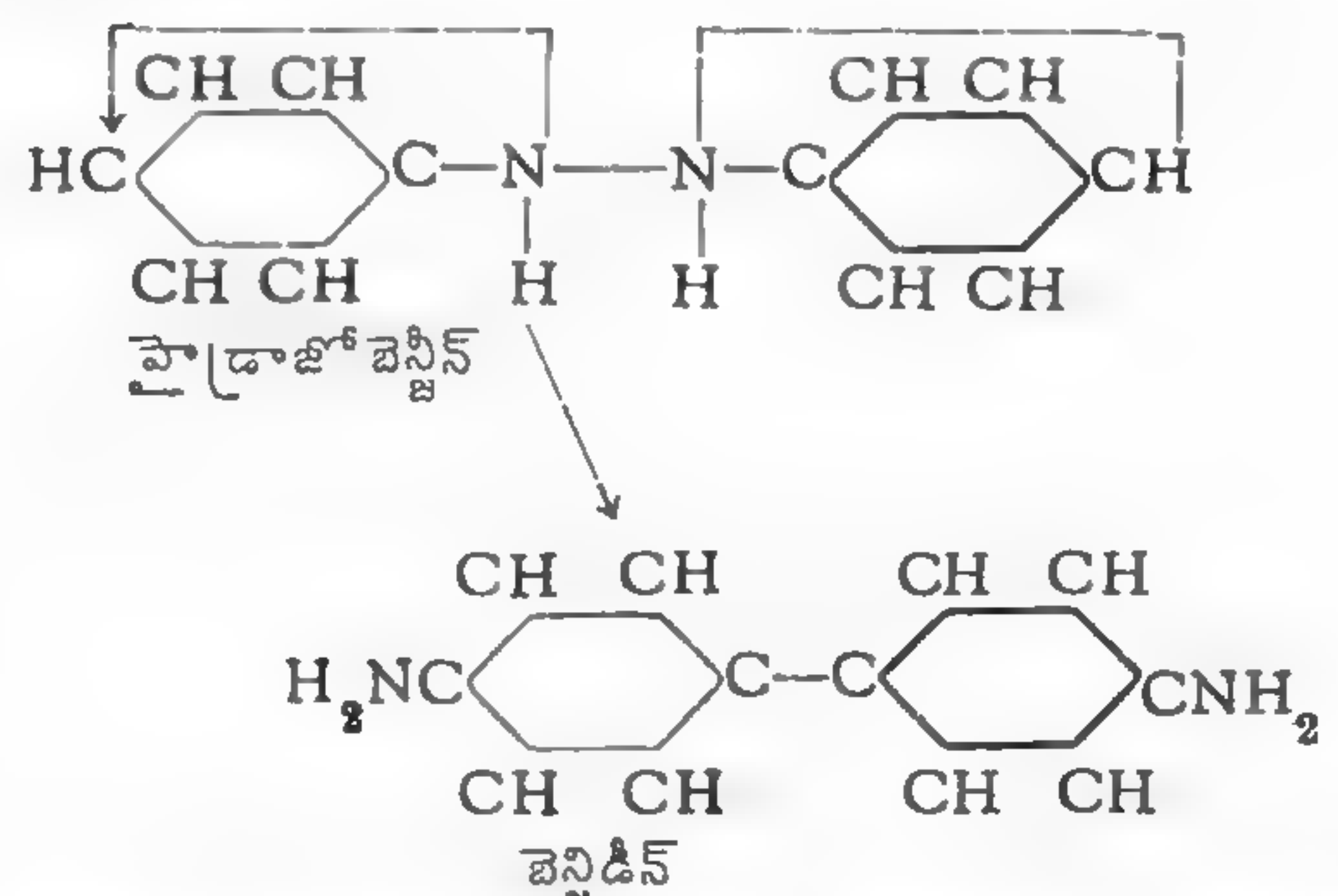


ఇవి సాధారణముగా నీటిలో కరుగవు; కాని వీటి సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు నీటిలో సులభముగా కరుగును. అందువలన వీటినే రంగులుగా వాడుదురు.

ఆజోవర్ణద్రవ్యము పారిశ్రామిక విధానము : ఆరోమాటిక్ ప్రైమరీ ఎమీన్ ను అకర్బనామ్లములో కరగించి, మంచుతో శీతలీకరించి నైట్రస్ ఆసిడ్ ను ఇచ్చు సోడియమ్ నైట్రైట్ ద్రావణమును కలుపుదురు. ఇట్లు లభ్యమైన దై ఆజోనియమ్ లవణద్రావణమును (చూ. దై ఆజోయోగికములు) ఫీనోల్  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})$  ఊరద్రావణములోనికి ప్రవహించ నిత్తురు. ఈ ప్రక్రియలో ఫీనోల్, దై ఆజోయోగికముతో.

ఊరమును కలుపవలయును. ఈ ఆజోరంగులు ఉన్నికి పట్టునకు గాఢముగా అత్తుకొనును. నూలువస్త్రములకు వర్ణబంధకము అవశ్యకము. కాంగోరెడ్ వంటి సంకీర్ణ రచనగల ఆజోరంగులు వర్ణబంధకము అక్కరలేకుండగనే నూలుబట్టలకు పట్టును.

బెన్జిడిన్  $(\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2)$  : హైడ్రాజోబెన్జిన్ అకర్బనామ్లములతో వేడిచేసినపుడు దాని రచనలో నొక విశిష్టమైనమార్పు సంభవించి బెన్జిడిన్ గా పరిణమించును :



ఈ మార్పునకు బెన్జిడిన్ పరివర్తన అని పేరు. ఇట్టి పరివర్తనలను అణుపునర్విన్యాసము అందురు. ఇట్టి పునర్విన్యాసప్రక్రియలు కార్బన్ శాస్త్రమందు తరుచుగా అగు



పించును. వలర్ ప్రయోగమందు అమోనియమ్ నైసేట్  
యూరియాగా మారుట మరొక దృష్టాంతము.

బెన్జిడిన్ రంగులేని స్ఫటికద్రవ్యము. ఇది వర్ణబంధకము లేకుండా వస్తుములకు అత్తుకొను వర్ణద్రవ్యములను తయారుచేయుటకు ప్రధానమైన ముడిద్రవ్యము. నైట్రో బెన్జిన్ ను మొదట జింకుచార్లము, సోడియమ్ హైడ్రా క్సైడ్ మిశ్రమతో ప్రతికరించనిచ్చి, తరువాత ఆ మిశ్ర మును ఆప్లికరింతురు. ఇది రెండు ప్రైమరీఎమిన్ గణము లున్న యాగికము. ఈ రెండిటిని డై ఆజోటీకరించి, ఫీనోల్ లతోగాని, ఆల్కిల్ ప్రతిస్థాపిత ఆరోమాటిక్ ఎమిన్ తోగాని కలిపినచో అనేకములగు వర్ణద్రవ్యములు ఉద్భవించును. ఇట్లు 1:4 నాఫ్తాల్ ఎమిన్ ఆసిడ్ తో అనుయోజించినపుడు కాంగోరెడ్ జనించును. కె. ఎన్.

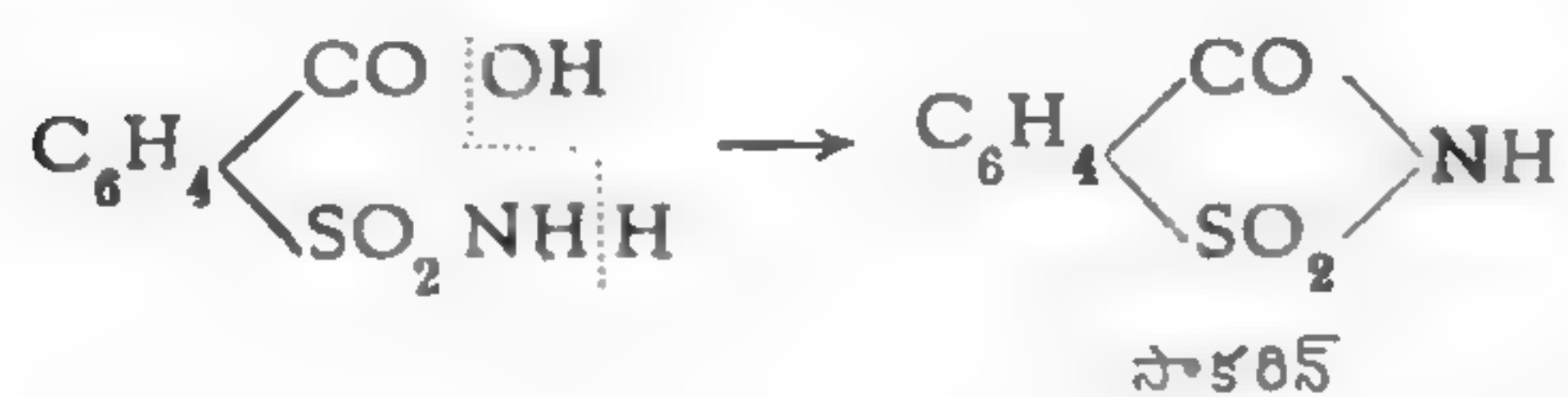
ఆరోమాటిక్ ఆల్కహాల్ లు : చూ. ఆల్కహాల్ లు.

ఆరోమాటిక్ ఆర్కిటెక్చర్లు : చూ. ఆర్కిటెక్చర్లు.

ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్లు : ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్లవలె పీటిని కూడ సైనైడ్ల జలవిశ్లేషణమువలనను ఆల్కహాల్ల, ఆర్డిప్రాడ్ల ఆక్సీకరణమువలనను తయారుచేయవచ్చును.

ముఖ్యమైన అమ్లము బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ ( $C_6H_5COOH$ ). సాంబ్రాణిలో ఉండును. సాంబ్రాణిని ఇసుకమీద వేడిచేసి నపుడు ఇది ఉత్పతించుముగా లభించును.

రంగులేని స్ఫటికములు (ద్రవాంశము.  $120^{\circ}\text{C} - 121^{\circ}\text{C}$ ) బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ యొక్క వ్యుత్పన్నమగు సల్ఫోఎమిన్ బెన్జోయిక్ ఆసిడ్  $[\text{C}_6\text{H}_4(\text{SO}_2\text{NH}_2)\text{COOH}]$  నుండి ఒక జలాణువును తొలగించిన లభ్యమగు నిరుదయోగికమునకు సాకరిన్ అని పేరు.



సి. వి. సు.

ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు : ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్ తయారుచేయుట కువయోగించు విధానములచే ఈ ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్లనుకూడ తయారుచేయవచ్చును. ఇందు బెన్జోయిక్ ఆసిడ్, ఫీనిల్ ఆసిట్ ఆసిడ్ సంతృప్త ఆమ్లములు.

పెన్టేయిక్ ఆసిడ్ ( $C_5H_8COOH$ ): టోటాబాల్నిమ్ వంటి కొన్ని చెట్లబంకలలో నుండును. దీని ఎస్టర్ సాంబ్రాణిలో కలదు. పారిశ్రామికముగా దీనిని టాల్యూయిన్ ఆక్సీకరణమువలన తయారుచేయుదురు :



చిన్న సూదులవంటి స్ఫటికములు (ద్రవాంకము:  $121^{\circ}\text{C}$ ); ఆల్కహాల్ లోను, ఈతర్ లోను సులభముగా కరుగును; నీటిలో స్వల్పముగా విలీనమగును. ఆనిలిన్ జ్ఞా, అంథ్రాక్వినోన్ వర్ణద్రవ్యములు తయారుచేయుటలో ఇది మిక్కిలి వాడుకలో నున్నది. దీని సూక్ష్మక్రిమి నిరోధక గుణము వలన ఆహారపదార్థములు చెడకుండ నుంచుటకు దీనిని వాడుచున్నారు. ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్ లవలె ఇది కూడ ఆసిడ్ క్లోరైడ్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCl}$ )ను, ఎస్టర్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$ )ను, ఆసిడ్ ఎమైడ్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$ )ను ఇచ్చును.

ఫీనిల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ( $C_6H_5CH_2COOH$ ) : బెన్జిల్ క్లోరైడ్‌ను సైనైడ్‌గా మార్చి దీని జలవిస్లేషణము వలన ఈ ఆమ్లమును తయారుచేయవచ్చును :



స్ఫటికద్రవ్యము (ద్రవాంకము.  $76^{\circ}\text{C}.$ ) బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ కన్న బలహీనమైన ఆమ్లము. ఇది మంచి సువాసన గలది. అందువలన ఈ ఆమ్లము, దీని ఎస్టర్ తేనెకు సువాసన నిచ్చుటకు వాడుదురు.

అనంతపుత్ర ఆప్లుములు : ఒకే కార్పాక్సిల్ గణమున్న  
సిన్నామిక్ ఆసిడ్ అనంతపుత్ర ఆప్లుములలో చాల  
ముఖ్యమైనది.



( $\beta$  - ఫీనిల్ ఆక్రిలిక్ ఆసిడ్) దీని సాంకేతికమునుబట్టి ఇది ఆలిఫాటిక్ సంతృప్త అమ్లము. ఆక్రిలిక్ ఆసిడ్ నుండి వ్యుత్పన్నమైన దానిగా దీనిని భావించవచ్చును. ఇది పెరూబాల్ఫుమ్ అను సుగంధ ద్రవ్యములో నుండును. దీనిని పెర్కిన్ సంహనన ప్రక్రియచే ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్ నుంచి సోడియమ్ ఆసిటేట్ చర్యవలన పడయవచ్చును :



వేడినీటిలో కరుగు సూదులవంటి స్ఫటికములు (ద్రవాంశము 130°C); అక్సికరించినచో ద్విబంధమువద్ద అక్సిజన్ పరమాణువు తగుల్కొని బెన్జాల్జిప్రాడ్ ఏర్పడును;

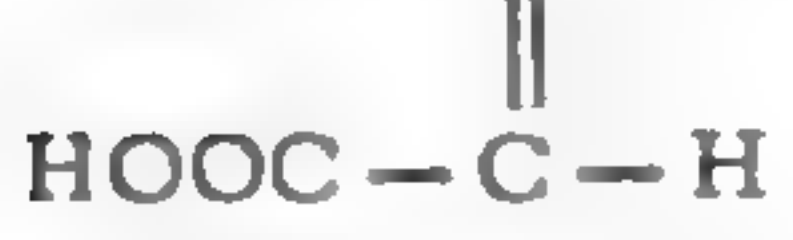


సిన్నామిక్ ఆసిడ్ నాలుగు వికృతులలో ఉండును.  
1. సాధారణ (ట్రాన్స్) సిన్నామిక్ ఆసిడ్ ; 2. ఆలో  
సిన్నామిక్ ఆసిడ్ ; 3. లీబర్ మాన్ ఐసోసిన్నామిక్ ఆసిడ్  
4 ఎల్లెన్ మేయర్ సిన్నామిక్ ఆసిడ్ (చివరిమూడును  
సిస్ ఆమ్లములు).



## ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు

ద్విబంధముండుటచే సిన్నామిక్ ఆసిడ్, సిస్, ట్రాన్స్ రూపములను స్వీకరించగలదు ;



సిస్ రూపము



ట్రాన్స్ రూపము

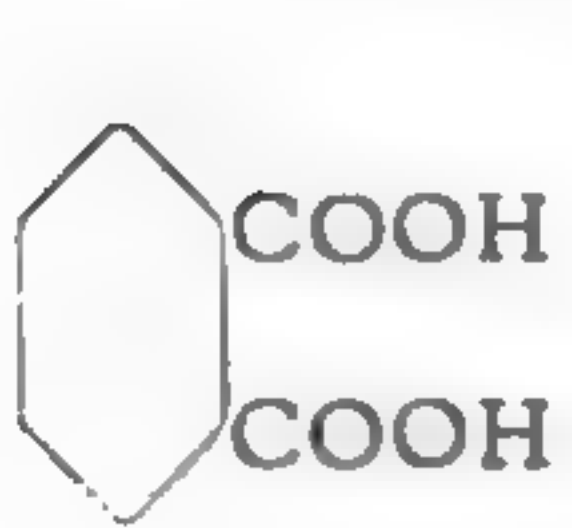
పై పట్టికలో ద్రవాంశము 138°C గల మొదటి అష్టము ట్రాన్స్ సమాంగ రూపము. తక్కిన మూడు వికృతులును సిస్ సమాంగ రూపముయొక్క భిన్నస్పటిక సంస్థానములు గల రూపములు.

ఆసిటిలీన్ శ్రేణికి చెందిన ద్విబంధయుతమై అసంతృప్తత గల ఆరోమాటిక్ ఏకపదాష్టము ఫీనిల్ ప్రోపియాలిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}::\text{C}.\text{COOH}$ ). దీనిని డైబ్రోమో సిన్నామిక్ ఆసిడ్ నుండి ఆల్కహాలిక్ కాస్టిక్ పొటాష్ చే సాధించ వచ్చును :

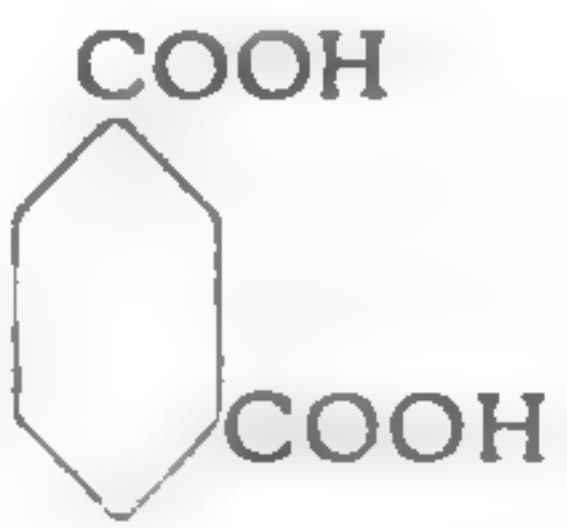


సూదులవంటి స్పటికములు (ద్రవాంశము. 138°C.)

ద్విపదాష్టములలో ముఖ్యమైనది తాలిక్ ఆసిడ్ [ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$ ] ఇది ద్విప్రతిస్థాపిత యోగికము కనుక ఆర్తో, పారా, మెటా రూపములలో నుండును.



1 : 2 రూపము  
తాలిక్ ఆసిడ్



1 : 3 రూపము  
మెటా తాలిక్ ఆసిడ్



1 : 4 రూపము  
పెరితాలిక్ ఆసిడ్

ఇందు మొదటిది నాఫ్తలీన్ ను ఆక్సికరించుట వలన లభ్యమగును. ఇదిగాక బెన్జీన్ నుండి వ్యుత్పన్నమైన అష్టములలో త్రిపద, చతుష్పద, పట్టపద అష్టములుకూడ గలవు.

ఫీనోల్ లు : ఇవి బెన్జీన్ వలయములోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను హైడ్రాక్సిల్ గణములచే తొలగించినపుడు లభ్యమగు యోగికములు; వాటికి ఫీనోల్ అని పేరు.



ఇందు ( $\text{C}-\text{OH}$ ) గణముండుటచే నివి ఆలిఫాటిక్ టెర్షియరీ ఆల్కహాల్ లను పోలియుండును. వాటివలె ఇవి కూడ విచ్ఛేదనమును పొందియే ఆక్సిభూతవ్యుత్పన్నము లను ఇచ్చును. వీటి హైడ్రాక్సిల్ గణమునకు చెందిన హైడ్రోజన్ పరమాణువును సోడియమ్ చే తొలగించ

వచ్చును :  $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$  (సోడియమ్ ఫీనేట్) ఫీనోల్ లు ఆలిఫాటిక్ ఆల్కహాల్ లవలె లవణాధారధర్మముల చూపవు సరికదా అష్టధర్మములను కలిగియుండును. ఫీనోల్ వలయమందు  $\text{NO}_2$  వంటి ఋణవిద్యుత్ ధర్మము గల గణములను ప్రవేశపెట్టినచో ఆ యోగికము మరింత అష్టధర్మములు కలది అగును. ట్రైనైట్రో ఫీనోల్ [ $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$ ] అను పిక్రిక్ ఆసిడ్ కార్బోనేట్ లవణములనుండి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ను విడుదల చేయును. కేవలఫీనోల్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) కు అట్టి సామర్థ్యము లేదు. ఫీనోల్ లనుకూడ ఆల్కహాల్ లవలె, మోనోహైడ్రేట్, డైహైడ్రేట్, ట్రైహైడ్రేట్ మొదలుగాగల తరగతులలోనికి విభజించవచ్చును.

1. మోనోహైడ్రేట్ ఫీనోల్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) లేదా కార్బా లిక్ ఆసిడ్.



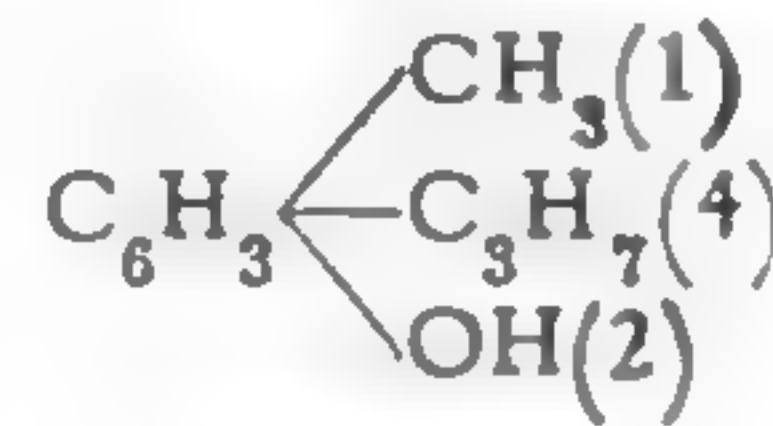
(ఆర్తో, మెటా, పారా క్రెసోల్ లు 3).



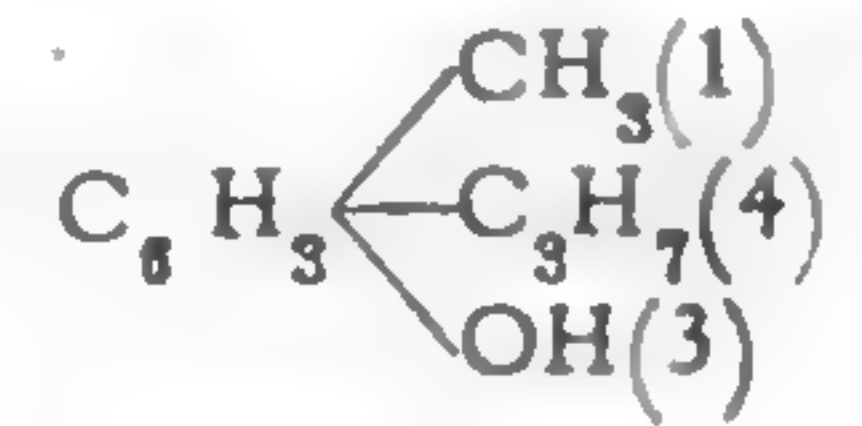
(3 సమాంగరూపకై లిసోల్ లు)



(3 సమాంగరూప ఎథిల్ ఫీనోల్ లు)

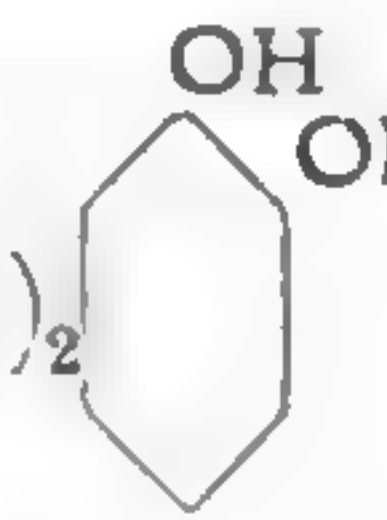
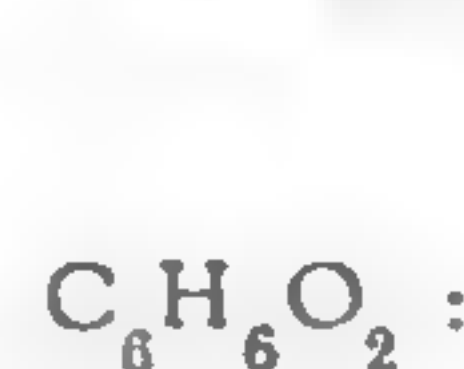


కార్బకరోల్



కెమోల్ (నాము పజ్జము లేదా పువ్వు)

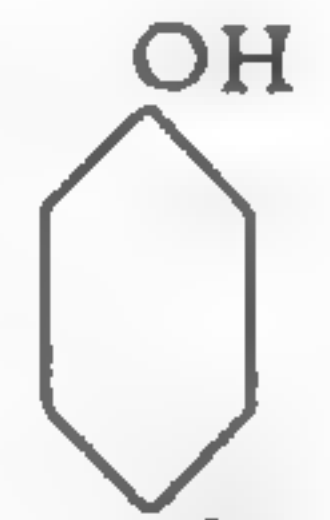
2. డైహైడ్రేట్ ఫీనోల్ లు.



కేటకోల్

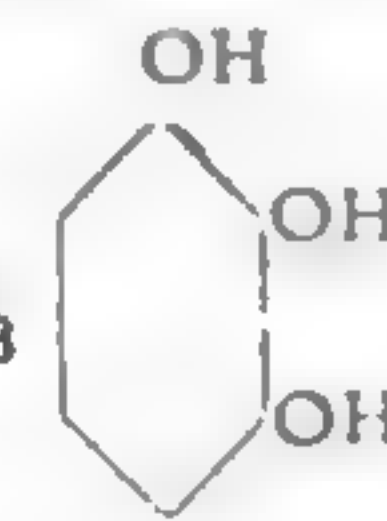
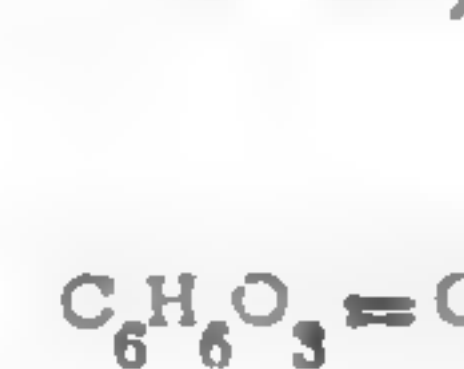


రిజార్సినోల్



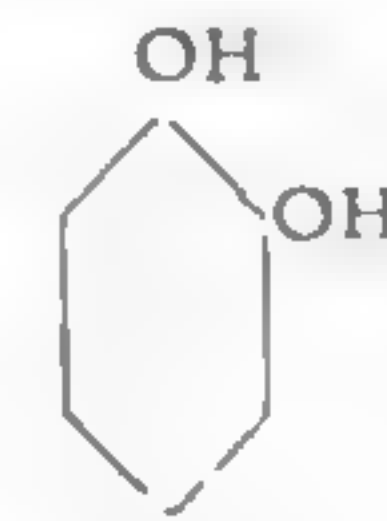
క్వినోల్

3. ట్రైహైడ్రేట్ ఫీనోల్ లు.



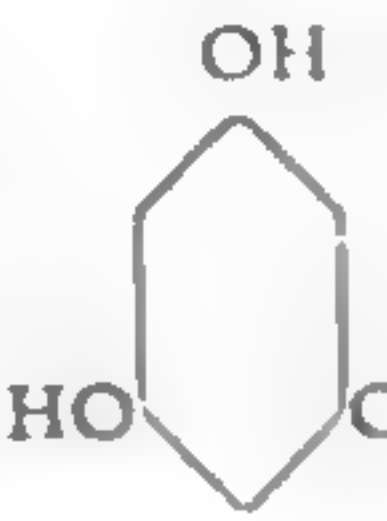
1 : 2 : 3

పైరో గెలాల్



1 : 2 : 4

ట్రైహైడ్రాక్సి బెన్జీన్



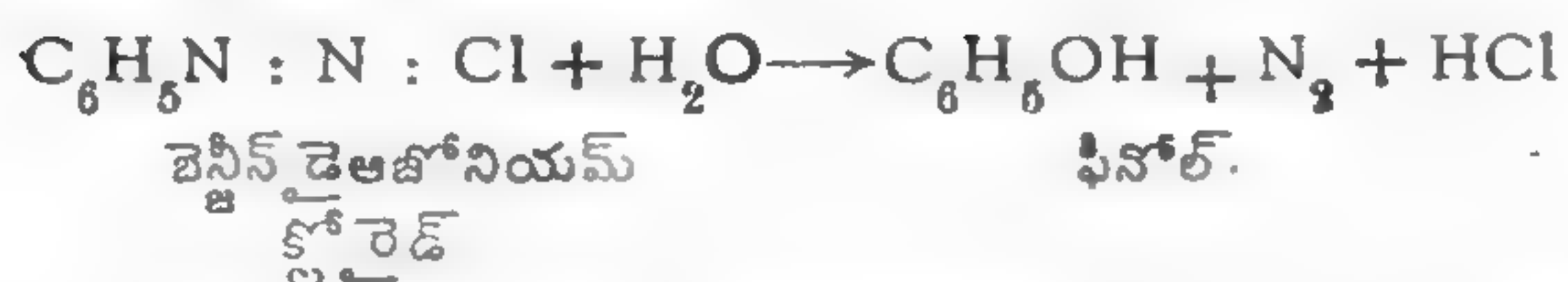
1 : 3 : 5

ఫ్లోరో స్టాసికోల్

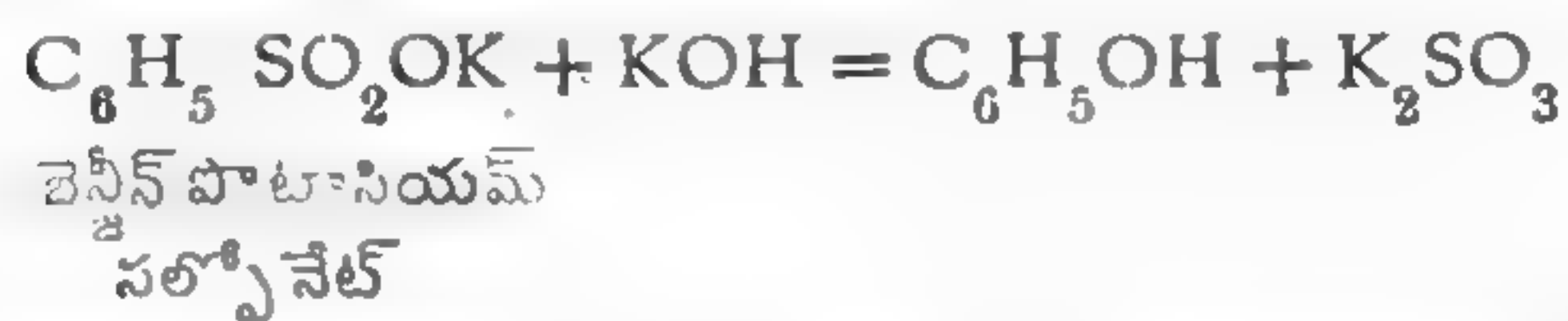
ఫీనోల్ జాతికి చెందిన యోగికములలో ఫీనోల్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) క్రెసోల్ లు [ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ ] కోల్టారు స్వేదనములో లభ్యమగు రెండవ భాగములో ఉండును.



రచనా విధానములు : 1. డైఆజో యోగికములను నీటిలో మరగించుటవలన :

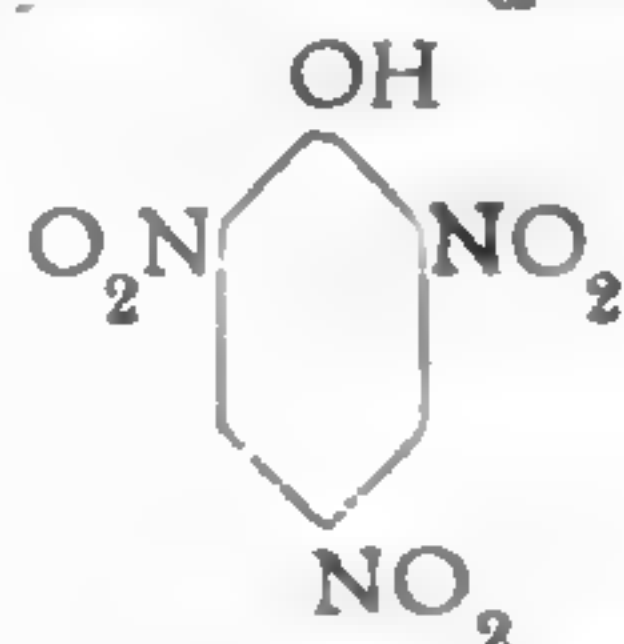


2. సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్లను పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ తో చేర్చి వేడిచే ద్రవీభవించుటవలన :



కార్బలిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) : రంగులేని విశిష్టమైన వాసనగల ద్రవ్యము.  $39^\circ\text{C}$ - $41^\circ\text{C}$  మధ్య ద్రవీభవించును. దారుణమైన విషము. నిలవమీద వెలుతురులో ఎరుపు రంగును స్వీకరించును. వ్యాపారరీత్యా దీనిని పైని చెప్పిన రెండవ పద్ధతిని తయారు చేయుదురు.

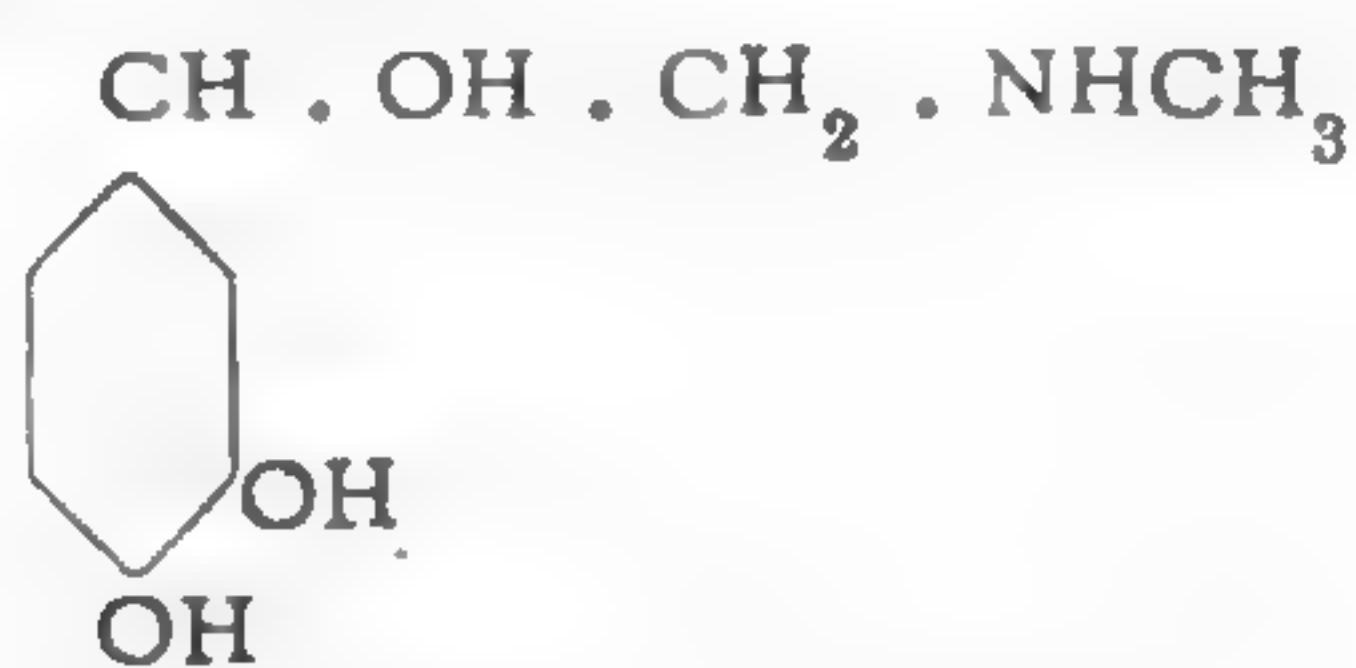
ఫినోల్ వ్యుత్పన్నములు : 1. ఫినోల్ మెథిల్ ఈతర్ లేదా ఆనిసోల్ ( $\text{C}_6\text{H}_5-\text{O}-\text{CH}_3$ ) : 2. ట్రైన్రైట్రో ఫినోల్ లేదా పిక్రిక్ ఆసిడ్ : ఉజ్జ్వలమైన పసుపు రంగు



ట్రైన్రైట్రో ఫినోల్

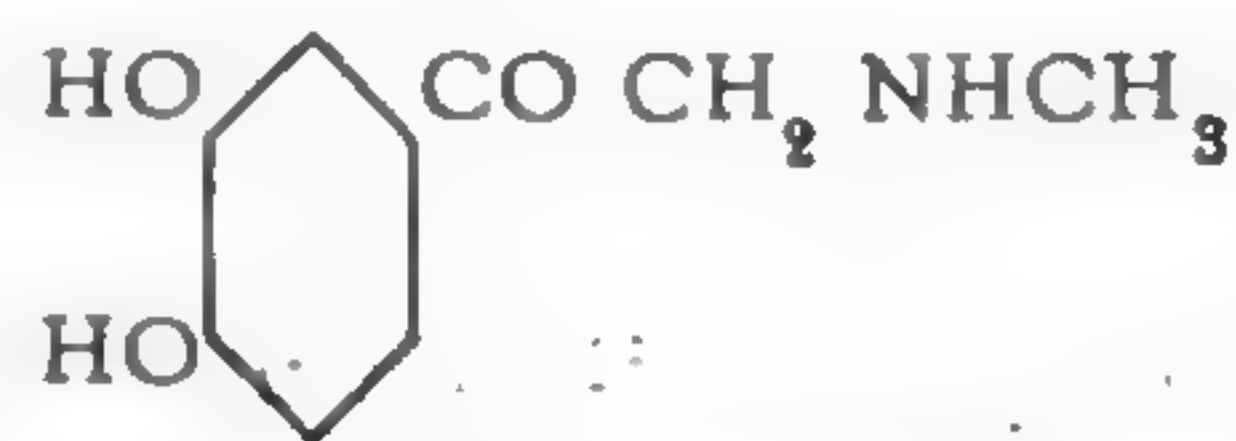
గల స్ఫటికములు. దీనిని ఒకప్పుడు పట్టుకు రంగు వేయుటకు వాడెడివారు. యుద్ధమందు నేడు కూడ బాంబులను తయారుచేయుటకు విచారకద్రవ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది. ఫినోల్ పై గాఢ : నైట్రిక్ ఆసిడ్ చర్యచే దీనిని తయారు చేయవచ్చును.

గైవ్ కోల్ : పైరోకేటికోల్ యొక్క మోనోమెథిల్ ఈతర్ [ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OCH}_3)\text{OH}$ ]. ఇది బీచ్ కర్ర నుండి స్పెషనమువల్ల లభ్యమగు తారులోనుండు క్రియోసోట్ లో దొరకును. ఈ యోగికము ఊపిరితిత్తులను సూక్ష్మక్రిమి రహితముగా చేయుటకు మందుగా వాడుకలోనున్నది. కేటికోల్ యొక్క ఇంకొక ముఖ్యమైన వ్యుత్పన్నము ఎడ్రినలిన్ అను పేరుగల 3-4 డైహైడ్రాక్సీఫీనిల్ ఈతనోల్ మెథిల్ ఎమిన్ :



దీనిని క్రింది ప్రక్రియచే తయారుచేయవచ్చును :

కేటికోల్ పై క్లోరాసిటైల్ క్లోరైడ్ చర్యవలన క్లోరా సిటైల్ కేటికోల్ లభ్యమగును. దీనిపై మెథిల్ ఎమిన్ చర్యవలన 3:4 డైహైడ్రాక్సీ మెథిల్ ఎమిన్ ఆనిటో ఫినోల్ ను బడయవచ్చును.



దీనిని ఆక్సిహరించినచో ఎడ్రినలిన్ తయారగును. ఇది మూత్రపిండములమీదనున్న గ్రంథులలో ఉండును. రక్తనాళములను సంకోచింపచేయు అద్భుతగుణము దీనికి ఉన్నది. అందువలన రక్తనాళవ్యాకోచమువలన కలుగు ఉబ్బసమువంటి వ్యాధులకు అమోఘమైన మందు.

ట్రై హైడ్రైక్ ఫినోల్ : దీనిని పైరోగెలాల్ లేదా పైరో గాలిక్ ఆసిడ్ అందురు. దీనిసాంకేతికము :  $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3$ . ఇందు పుంజీభూతమైన మూడు హైడ్రాక్సీల్ గణములు యోగికమునకు ఆమ్లధర్మము నొసంగినవి. గాలిక్ ఆసిడ్ ను వేడిచేయుటవలన ఇది లభించును (చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - గాలిక్ ఆసిడ్ : పు. 178).

ఇది తెల్లని చురుకైన స్ఫటికద్రవ్యము ; నీటిలో సులభముగా కరుగును. దీని ఊరద్రావణము ప్రబలమైన ఆక్సిహరణసాధనము. ఆక్సిజన్ ని గాలినుండి హరించి ఆక్సి కృతమై కషాయము రంగుగా మారును. రజత, స్వర్ణ లవణములను ఆక్సిహరించి వాటినుండి ధాతువులను విడ దీయును. ఈ గుణమును ఆధారముగ ఫోటోగ్రఫీ ప్లేట్లను, ఫిల్ములను డెవలప్ చేయుదురు.

హైడ్రాక్సీఆసిడ్లు : ఆరోమాటిక్ హైడ్రాక్సీ ఆసిడ్ లలో హైడ్రాక్సీల్ గణము వలయమును అంటిపెట్టుకొని యైన ఉండవచ్చును, లేదా దానికి కొంతదూరమున నైన నుండవచ్చును. మొదటి తరగతియోగికములు (ఫీనోల్ లు), ఆమ్లధర్మములను, రెండవతరగతివి ఆల్కహాల్ ల యొక్కయు, ఆమ్లములయొక్కయు ధర్మములను చూపును. వీటిలో ముఖ్యమైనవి సాలిసిలిక్, మాండలిక్ ఆసిడ్లు.

సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ : ఇది ఆర్తో హైడ్రాక్సీబెన్జోయిక్ ఆసిడ్ ; తక్కిన మెటా, పారా రూపములుకూడ కలవు ; కాని అవి ముఖ్యమైనవి కావు. సోడియమ్ ఫీనేట్ ను ద్రవీభవించి ఆద్రవములోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ను పంపినచో సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ లభ్యమగును :

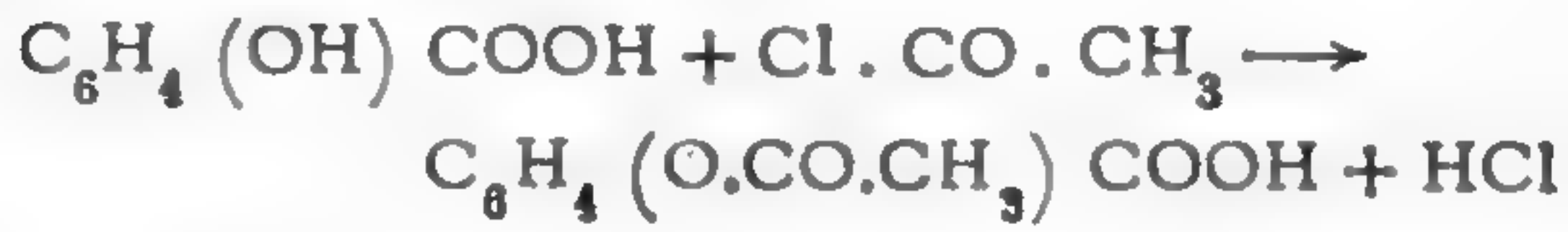


సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ కొన్నిరకపు పువ్వులలోను, ముఖ్యముగా వింటర్ గ్రీన్ తైలములో దానిమెథిల్ ఎస్టర్ రూప



ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు

ములో ఉండును. ఇది రంగులేని సూదులవంటి స్ఫటికములుగా ఉండును (ద్రవాంశము  $155^{\circ}\text{C} - 156^{\circ}\text{C}$ ); మరుగుచున్న నీటిలో కరుగును. దీని జలద్రావణము ఫెరిక్ క్లోరైడ్ ద్రావణముతో ఊదారంగును ఇచ్చును. సోడియమ్ సాలిసిలేట్ లవణము మేహవాతమునకు మండు. సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ ఫీనోల్ తో ఏర్పడు ఎస్టర్ కు సాలాల్  $[\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOC}_6\text{H}_5]$  అని పేరు. ఇది ప్రేగులలోనుండుకీడుచేయు సూక్ష్మక్రిములను నాశనముజేయుటకు మండుగా వాడుకలో ఉన్నది. సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ పై ఆసిటిక్ క్లోరైడ్ చర్యవలన ఆసిటైల్ సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ లభించును :



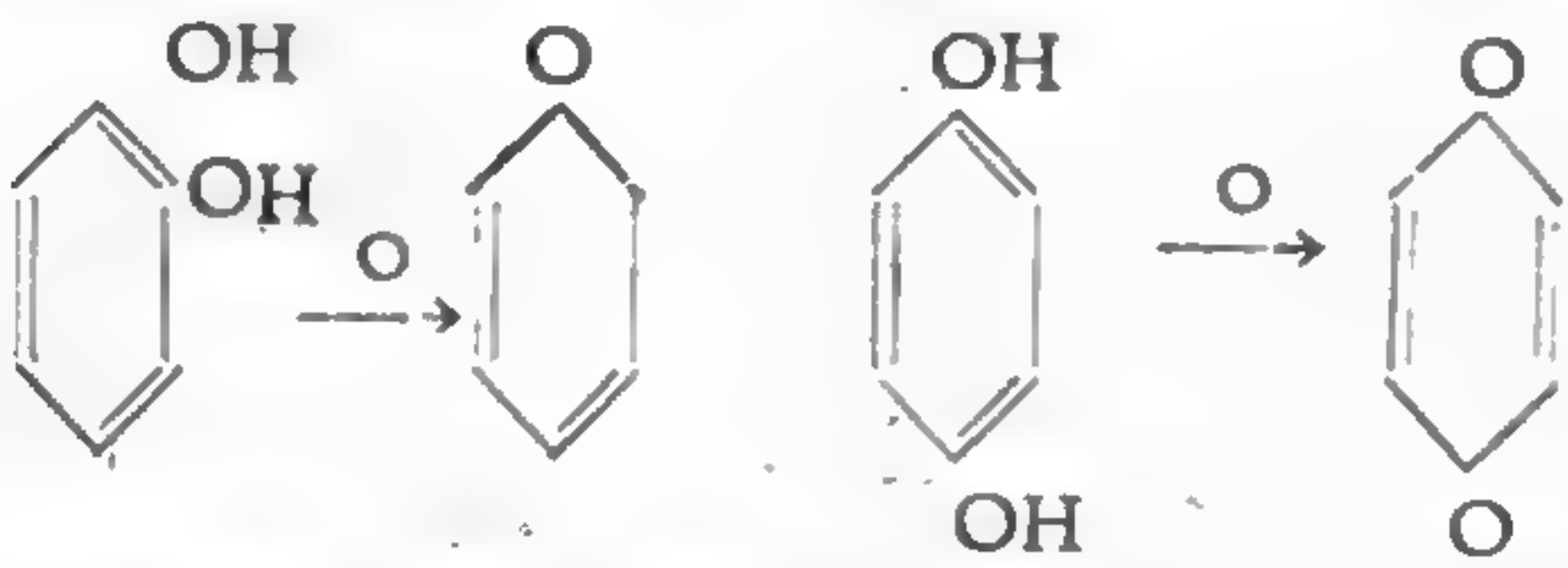
దీని వ్యాపారనామము ఆస్పిరిన్. తలనొప్పులకు, వాతనొప్పులకు అమోఘమైన మండు.

మాండలిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHOH} \cdot \text{COOH}$ ): చేరుబాదంపిక్కలలో నుండు ఎమిగ్డాలిన్ అనుగ్లూకోసైడ్ ను (చూ. గ్లూకోసైడ్) ఆప్లుసన్నిధిలో జలవిశ్లేషణము కావించినచో లభ్యమగును. కాని దీనిని శోధనాగారములో మాండలోనైట్రైట్ యొక్క జలవిశ్లేషణమువలన సాధించవచ్చును. మాండలోనైట్రైట్ బెన్జిల్ సైడ్ హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ తో సంయోగించునపుడు ఏర్పడును :



మాండలిక్ ఆసిడ్ యొక్క అణుసాంకేతిక మందొక అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు (గాఢముద్రితము) ఉండుట దీని విశేషము. అందువలన ఇది సవ్యాపనవ్యరూపములను చాల్చగలదు.

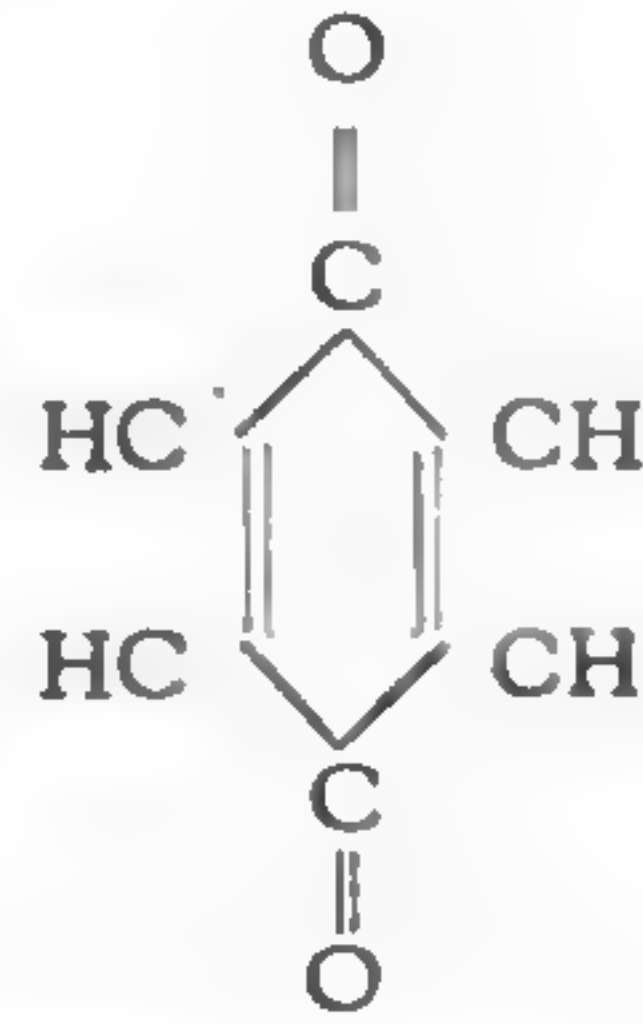
క్వినోన్ లు : ఆర్లో, పారా డై హైడ్రాక్స్ ఫీనోల్ లను మృదువుగా ఆక్సికరించుటవలన హైడ్రాక్సిల్ గణముల స్థానములను ఆక్సిజన్ పరమాణువులు ఆక్రమించును :



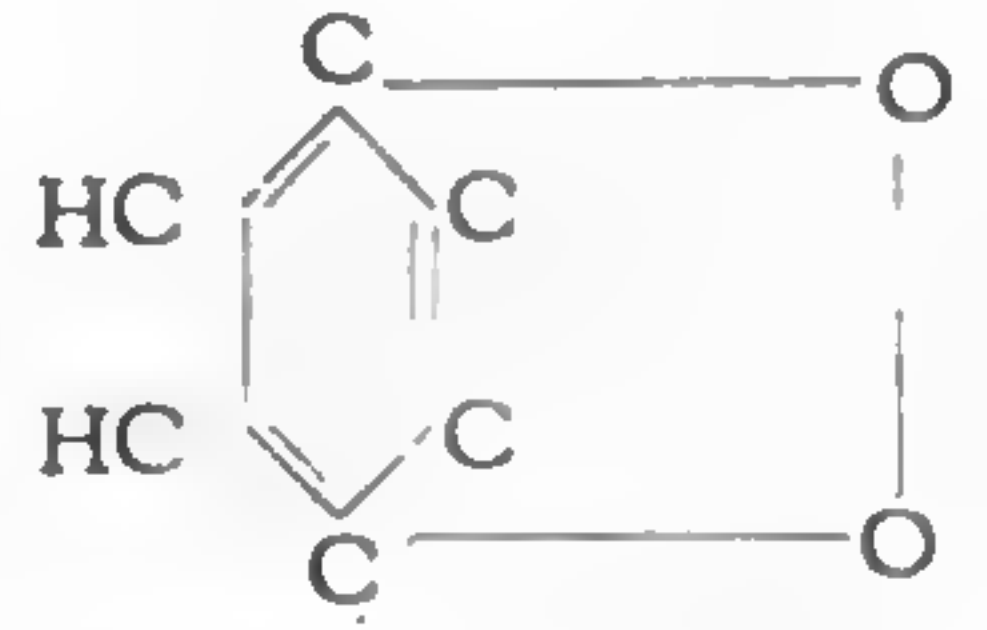
ఆర్లో డై హైడ్రాక్స్ బెన్జీన్ లేదా కేటికోల్      ఆర్లో క్వినోన్      పారా డై హై డ్రాక్సి బెన్జీన్ లేదా హైడ్రోక్వినోన్

మెటా డై హైడ్రాక్సి బెన్జీన్ అనగా రిజార్జినాల్ నుండి లభ్యమగు మెటా క్వినోన్ లేదు. తక్కిన రెండింటిలో పారా క్వినోన్ ముఖ్యమైనది. ఆనిలిన్ ను పొటాసియమ్ డై క్రోమేట్, గాఢసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రముతో ఆక్సికరించినచో పారా క్వినోన్ లభ్యమగును. నారింజరంగుగల స్ఫటికములు (ద్రవాంశము  $116^{\circ}\text{C}$ ).

ఇది డై కీటాక్సిమ్ గా మారగలదు. కనుక, దీనిలో రెండు కార్బోనిల్ గణములు ఉన్నట్లు రుజువైనది. క్వినోన్ కు రెండు రచనాసాంకేతికములను ఆరోపించవచ్చును :



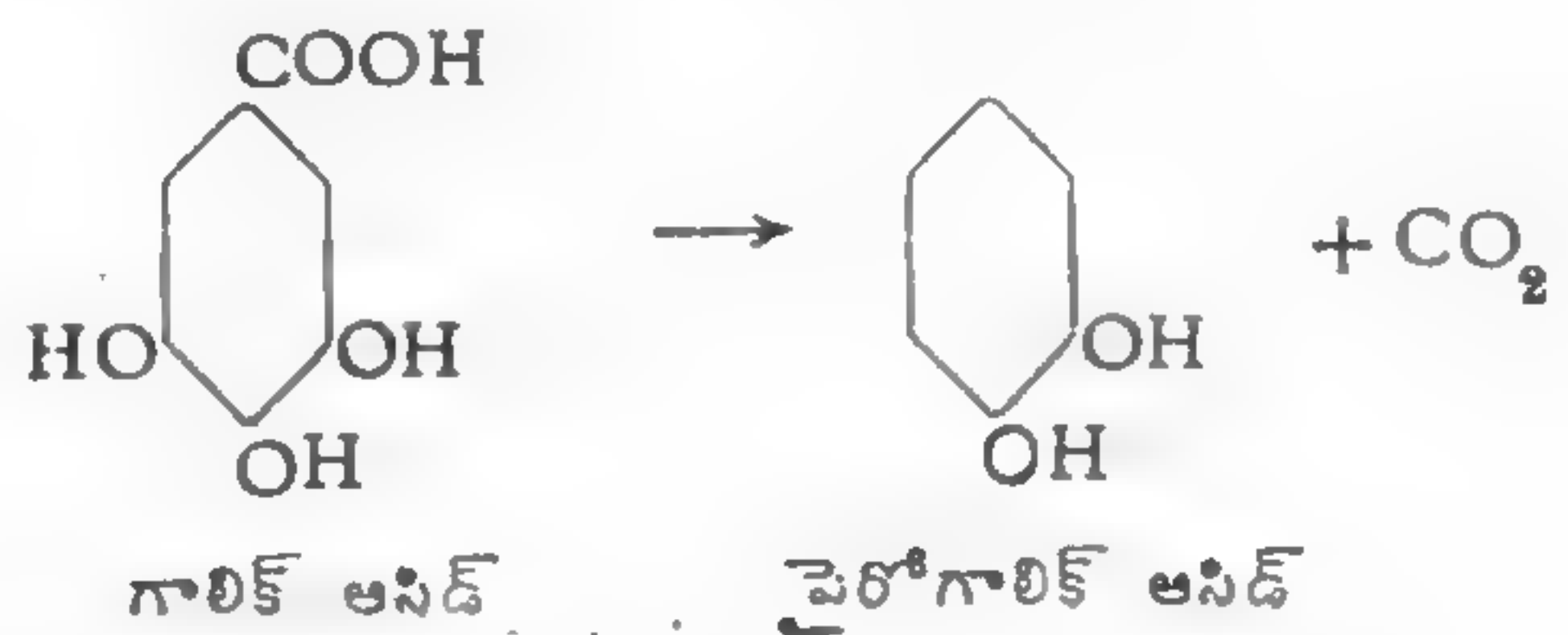
I క్వినోనోయిడ్ రూపము



II బెన్జీనోయిడ్ రూపము

క్వినోన్ యొక్క పారాకోర్ అనుశీలనచే I సాంకేతికమే యథార్థమైన దని తేలినది. ద్విబంధముల విన్యాసము బెన్జీనోయిడ్ రూపములో బెన్జీన్ రచనలోవలె నున్నది; క్వినోనోయిడ్ రూపములో అది ఏకాంతరముగానుండక సమానాంతరముగా నున్నది. ఇదిగాక బెన్జీనోయిడ్ రూపమున రెండువలయము లుండును.      పి. ఎస్. పి. రావ్.

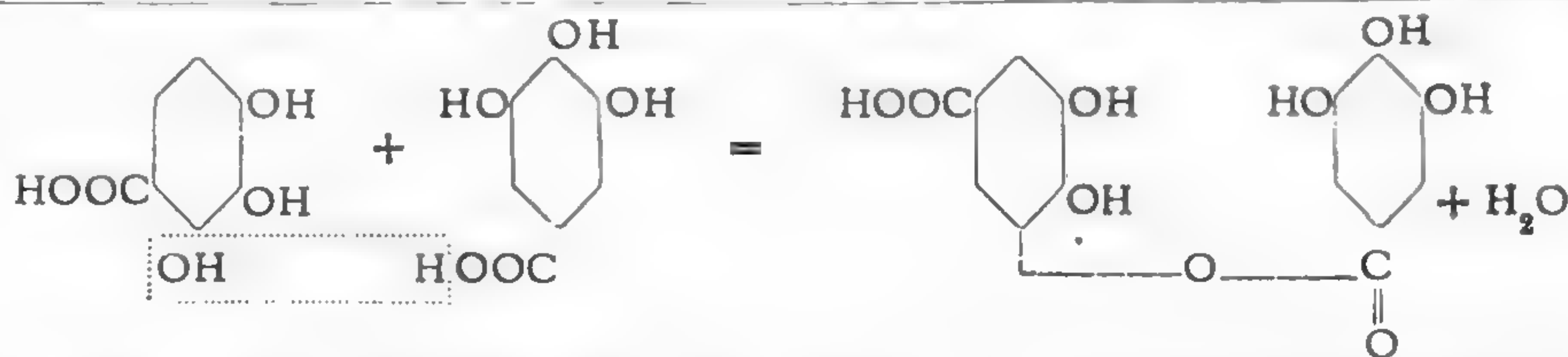
గాలిక్ ఆసిడ్: దీనిని 3:4 ట్రై హైడ్రాక్సి బెన్జోయిక్ ఆసిడ్  $[\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3\text{COOH}]$  అందురు. కరక్కాయలు, డివిడివిగింజలువంటి కొన్ని చెట్లగింజలలోను, కొన్ని చెట్ల పట్టల (తుమ్మచెక్క, రెల్లచెక్క) లోను ఉండు కసరుచిగల టానిన్ లు అను ద్రవ్యములతో రాసాయనిక సంబంధము కలదగుటచే దీనికి కొంత ప్రాముఖ్యము చేకూరినది. టానిక్ ఆసిడ్ ను విలీన సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో మరగించుటవలన ఇది లభ్యమగును. గాలిక్ ఆసిడ్ పట్టువలె మెత్తగానుండు స్ఫటికములు; నీటిలో సులభముగా కరుగును. వేడిచేసినచో ఇది కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ను విడుదలచేసి పైరోగాలిక్ ఆసిడ్ గా మారును.



గాలిక్ ఆసిడ్      పైరోగాలిక్ ఆసిడ్



ప్రకృతిలో లభ్యమగు టూనిన్ ల కున్న గుణములు కలిపి, వాటికన్న సరళతరరచన గలిగినవియగు యౌగికములను కొన్నిటిని ఎమిల్ ఫిషర్ సంయోజనవిధానమున తయారు చేసి వాటికి డెప్సెడ్లని పేరిడెను. పాలీహైడ్రాక్సీ ఆసిడ్ అణువుయొక్క వలయ హైడ్రాక్సీగణముతో అట్టిదే మరొక అణువుయొక్క కార్బాక్సీల్ గణము సంయోగించుటచేత ఈ డెప్సెడ్లు లభించును.



టానినొల ఉపయోగము: తోళ్లుపదను చేయుటకు, బట్టలకు రంగులను బంధించుటకు వాడుకలో నున్నది.

ఆరోమాటిక్ ఎమీన్లు విశేష పారిశ్రామికోప  
యోగముగల యాగికములు. వర్ణద్రవ్యములను, జాషధ  
ములను తయారుచేయుటకు ఇవి ముడిద్రవ్యములు. ఎమీన్  
లను రచించుటకు ఉపయోగించు విధానము లన్నిటిలో  
(చూ. ఆలిఫాటిక్ ఎమీన్లు) అక్సిహరణప్రియ ఆరో

ఆరోమాటిక్ ఎమీన్లకు ఆలిఫాటిక్ వాటితో చాల పోలికలున్నను, కొన్ని ప్రధానమైన భేదములుకూడ కలవు. ఈ సందర్భములో రెండురకముల ఆరోమాటిక్ ఎమీన్లను గుర్తించుట ఆవశ్యకము. 1. వలయకార్బన్ పరమాణువుతో ప్రత్యక్షముగా కలిసియున్న ఎమీనోగణము కలవి; ఆనిలీన్ ( $C_6H_5NH_2$ ), మెతిల్ ఆనిలీన్



ఆరోమాటిక్ డై ఆజోయోగికములు

( $C_6H_5NH \cdot CH_3$ ) వంటివి; 2. వలయమునకు కొంత దూరముగానున్న కార్బన్ పరమాణువుతో కలసియున్న ఎమీనోగణము కలవి. బెన్జిల్ ఎమీన్ ( $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot NH_2$ ) లేదా ఫీనిల్, మెథిల్ ఎమీన్. ఈ రెండవరకపుఎమీన్లు వాస్తవికముగా ఆలిఫాటిక్ ఎమీన్లే. ఇవి ఆలిఫాటిక్ యోగికములవలె అకర్పన ఆప్లములతో లవణములను ఇచ్చును. బంగారము, ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్లతో ద్విలవణములకూడ నిచ్చును.

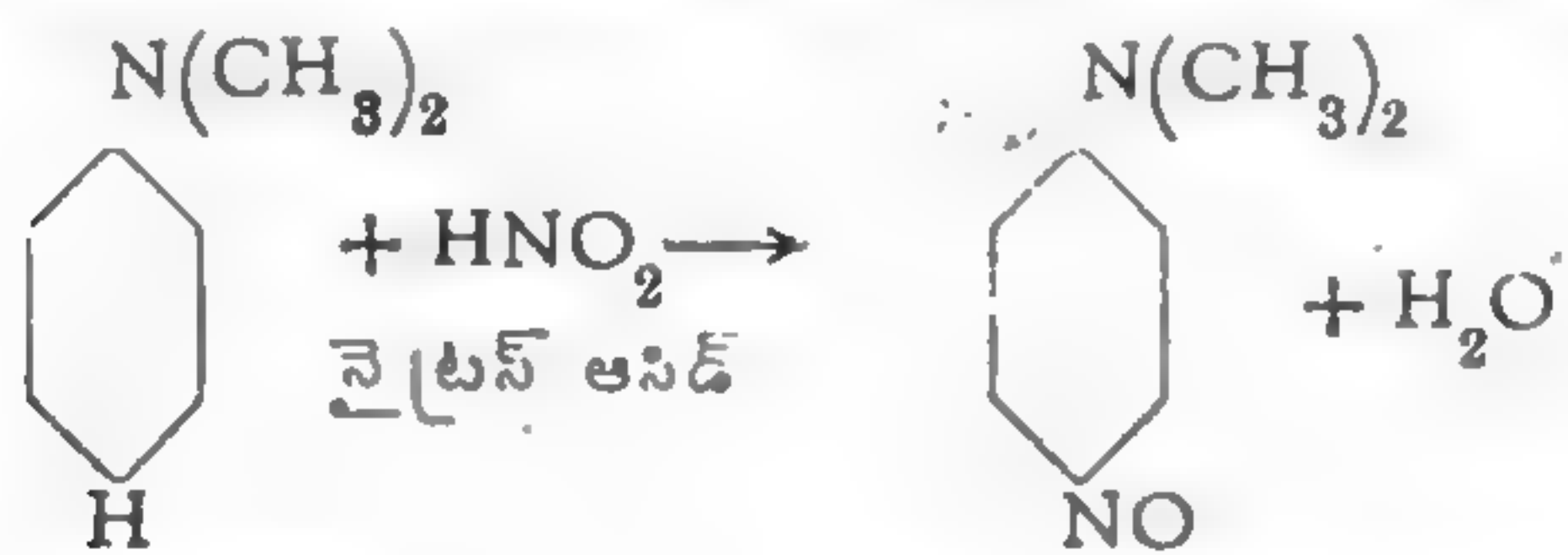
ఈ ప్రైమరీ ఎమీన్లుకూడ ఆలిఫాటిక్ ఎమీన్లవలె కార్బైల్ ఎమీన్లను ఈయగలవు. నైట్రస్ ఆసిడ్ చర్యచే ఆలిఫాటిక్ ఎమీన్లు ఆల్కహాల్ లనిచ్చును. ఇవి ఆల్కహాల్ లకు, ఎమీన్లకు మధ్యస్థములగు డై ఆజో నియమ్ లవణములను ఇచ్చును :



కాని ఈ ప్రక్రియ గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ పరిసర ముందే సాగును. అందువలన డై ఆజోనియమ్ లవణము లను ఇచ్చునది హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఎమీన్తో పర్పడిన లవణమే కాని ఎమీన్ కాదని అనుకొనవలెను. ఈ ప్రక్రియకు డై ఆజోటికరణ మని పేరు.

సెకండరీ ఎమీన్లు, తుల్యఆలిఫాటిక్ యోగికముల వలెనే నైట్రస్ ఆసిడ్తో నైట్రోసోఎమీన్లను ఇచ్చును; ఇవి లీబర్ మాన్ ప్రక్రియనుకూడ కనపర్చును.

ఆరోమాటిక్ టెర్షియరీఎమీన్లు ఆలిఫాటిక్ వాటివలె నైట్రస్ ఆసిడ్ విషయములో తటస్థముగా ఉండవు. దానితో



డై మెథిల్ ఆనిలిన్ పారానైట్రోసోడై మెథిల్ ఆనిలిన్

ప్రతికరించి అవి పారానైట్రోసోయోగికములను ఇచ్చును. ఈ యోగికములు లీబర్ మాన్ ప్రక్రియను చూపవు.

ఆనిలిన్ ( $C_6H_5NH_2$ ): బెన్జిన్ ను ఇనుపరజను, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రముతో ఆక్సిహరించుటవలన ఆనిలిన్ పారిశ్రామికముగా తయారగుచున్నది. ప్రక్రియ ముగిసిన తరువాత మిశ్రమునకు ముద్దసున్నమును కలిపినపుడు, ఆనిలిన్ ఆప్లముతో సంయోగించి పర్పడిన లవణమునుండి ఆనిలిన్ ను విడుదలచేయుదురు. ఈ మిశ్రమునుండి జల శాష్ప స్వేదనమువలన ఆనిలిన్ ను వేరుచేయ వచ్చును.

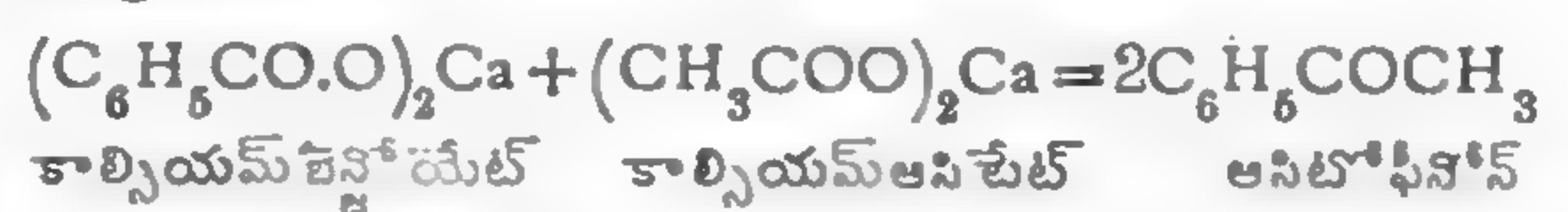
పరిశుద్ధస్థితిలో ఆనిలిన్ రంగులేని ద్రవము; క్వథనాంకము  $181^\circ\text{C}$ ; నీటిలో కొద్దిగా కరుగును; విషద్రవ్యము.

ప్రైమరీ ఎమీన్ చూపు లక్షణము లన్నిటిని చూపును. ఆక్సి కారక ద్రవ్యములచే సులభముగా ఆక్సిహరించబడును. ఆక్సికరణ ప్రక్రియలో పరిస్థితులనుపట్టి వేరువేరుద్రవ్యములు ఉద్భవించును. కొనకు ఆనిలిన్ బ్లాక్ అను నల్లటివర్ణ ద్రవ్యము మిగులును. రంగులను, మందులను తయారు చేయుటకు ఆనిలిన్ మిక్కిలి వాడుకలో ఉన్నది. నీలిమందు తయారుచేయు పారిశ్రామిక విధానములలో నొక దానిలో ఆనిలిన్ ముడిద్రవ్యము.

ఆనిలిన్ వ్యుత్పన్నములు : ఆనిలిన్ ను గాఢఆసిటిక్ ఆసిడ్తో వేడిచేసిన ఆసిటానిలైడ్ ( $C_6H_5NH \cdot CO \cdot CH_3$ ) లభ్యమగును. ఇది చన్నిటిలో కరుగకపోవుటచే, వేడినీటిలో కరిగించి, చల్లార్చి స్ఫటికీకరించుటవలన శుద్ధమైన రేకుల వంటి స్ఫటికములు లభించును (ద్రవాంకము.  $112^\circ\text{C}$ ). పూర్వమిది జ్వరశామకముగా వాడుకలో ఉండెడిది.

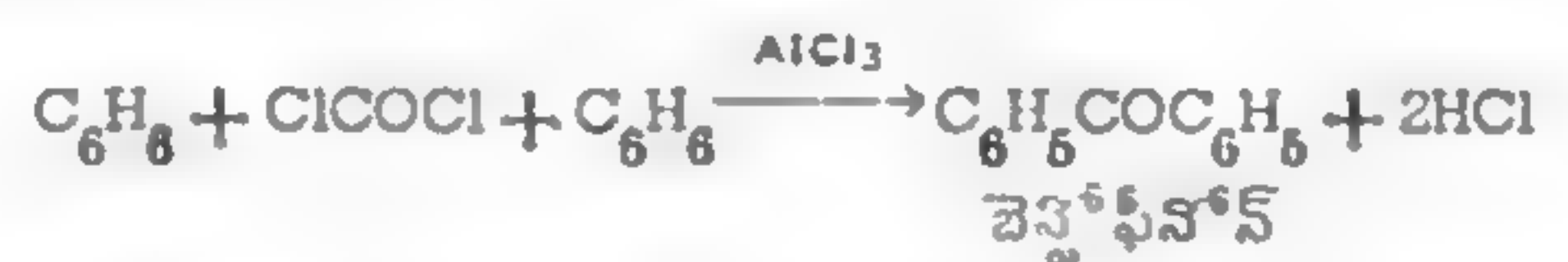
కీటోన్లు; ఆరోమాటిక్ కీటోన్లు : రచనా విధానము లందు, చాలగుణములందు ఆలిఫాటిక్ కీటోన్లను పోలి యుండును. ఇవికూడ ఆక్సిమ్లు ఫీనిల్ హైడ్రోజోన్లు మొదలగు సంహతయోగికములను ఇచ్చును.

కాల్షియమ్ ఆసిటేట్ ను స్వేదించినచో ఆసిటోన్ పర్పడి నట్లు కాల్షియమ్ బెన్జోయేట్ ను స్వేదించిన ఆసిటోఫీనోన్ లభ్యమగును.



కాల్షియమ్ బెన్జోయేట్ కాల్షియమ్ ఆసిటేట్ ఆసిటోఫీనోన్ ఆసిటోఫీనోన్, హిప్సోన్ అను పేర నిద్రను కలుగ జేయు మందుగా ముందు వాడుకలో నుండెడిది (ద్రవాంకము  $19.6^\circ\text{C}$ ).

ఫ్రీడెల్-క్రాఫ్ట్ ప్రక్రియను ఉపయోగించి బెన్జోఫీనోన్ ను చేయవచ్చును:

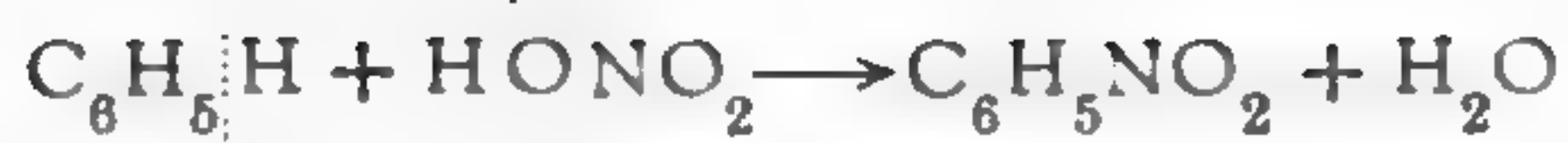


బెన్జోఫీనోన్ రెండు స్ఫటికరూపములలో ఉండును. మోనోక్లినిక్ రూపము చాల అస్థిరము (ద్రవాంకము  $27^\circ\text{C}$ ). రాంబిక్ రూపము స్థిరమైనది (ద్రవాంకము  $49^\circ\text{C}$ ).

ఆరోమాటిక్ డై ఆజో యోగికములు: చూ. డై ఆజో యోగికములు.

ఆరోమాటిక్ నైట్రో యోగికములు : ఆలిఫాటిక్ నైట్రోయోగికము లట్లుగాక ఆరోమాటిక్ నైట్రో యోగికములను ద్రవస్థితిలోనున్న నైట్రిక్ ఆసిడ్తో ప్రత్యక్షముగా ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్లను నత్రిక రించుటచే పడయవచ్చును.





బెన్జిన్

నైట్రో బెన్జిన్

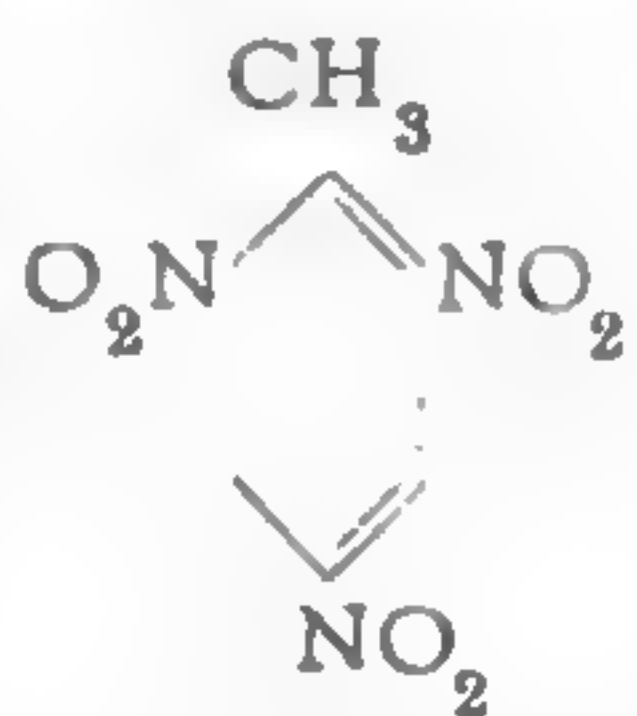
ఈ ప్రక్రియలో ఏర్పడు నీటిని తొలగించుటకు జలమును శోషించు సామర్థ్యముగల గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిసరములో నత్రీకరణమును జరిగించవలెను. ఈ నత్రీకరణ ప్రక్రియలో బెన్జిన్ వలయములోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను మూడింటివరకు ప్రతిస్థాపించవచ్చును. ఇట్లు మోనో, డై, ట్రై నైట్రో యోగికములను తయారు చేయవచ్చును. ఇట్లు లభ్యమగు డై నైట్రో యోగికములు మెటా ప్రతిస్థాపిత యోగికములు అగును. ఆర్తో, పారా, డై నైట్రో యోగికములను విశిష్ట విధానములచే తయారు చేయవలెను.

నైట్రో బెన్జిన్ : వర్ణద్రవ్యములకు ముడిద్రవ్యమగు ఆనిలీన్ అను ఎమీన్ యోగికము ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ )ను తయారు చేయుటకు ఇది మొదటి ద్రవ్యమగుటచే దీనిని పారిశ్రామికముగా తయారుచేయుచున్నారు. రంగులేని ద్రవము; నీటిలో కరుగదు. దీనికి తియ్యటివాసన గలదు.

నైట్రో బెన్జిన్ ను పొగలెగయు నైట్రేట్ ఆసిడ్ తో, గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిసరమందు వేడిచేసినచో మెటా డై నైట్రో బెన్జిన్ ఏర్పడును. పారిశ్రామికముగా వర్ణద్రవ్యముల రచనకు ఉపయోగించు యోగికమిది. ఇది లేత పసుపు రంగుగల ఘనద్రవ్యము.

నైట్రోటాల్యుయిన్లు : టాల్యుయిన్ ను నత్రీకరించి నపుడు ఆర్తో, పారా, నైట్రోటాల్యుయిన్ ల మిశ్రము లభ్యమగును. నిమ్నప్రేష స్వేదనమువలన ఈ మిశ్రమును విడదీయవచ్చును. ఇవికూడ పారిశ్రామికముగా ప్రధానమైన ద్రవ్యములు.

టై నైట్రోటాల్యుయిన్ : 2,4,6 ట్రై నైట్రోటాల్యుయిన్ గాఢ నైట్రేట్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ల మిశ్రముచే టాల్యుయిన్ నత్రీకరించి నపుడు లభ్యమగును. ఇది ప్రబల విచారక ద్రవ్యము. బాంబులలోను, షెల్ లలోను వాడుకచేయు విచారక ద్రవ్యమిదియే. దీనికి 'టి. ఎన్. టి.' అను సంక్షిప్త నామము కలదు.



ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్లు : వలయయోగికములలో ఇవి సజాతీయవలయ తరగతికి చెందినవి. ఈ యోగికములకు సాధారణముగా విశిష్టమైన వాసనలుండుటచే వీటికి ఆరోమాటిక్ (=వాసనగల) అను విశేషణము చేర్చబడినది.

ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్లు

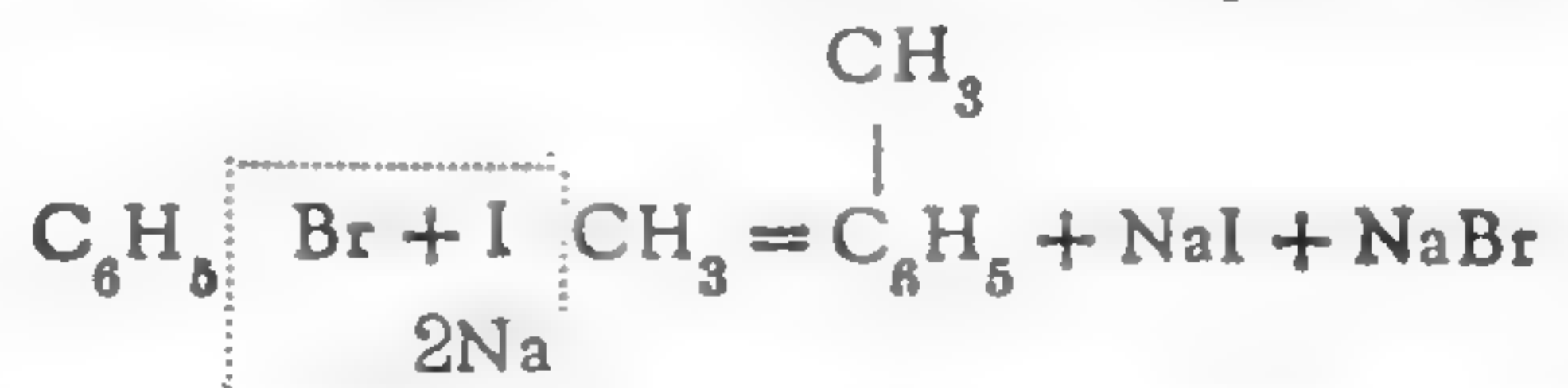
ఈ రకపు యోగికములలో అనేకములు కోల్తారులో నుండును. ముఖ్యమైన నూరు యోగికములు తారు నుండియే నేడు తయారగుచున్నవి.

ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్ లలో బెన్జిన్ వంటి ఏక వలయములు, నాఫ్తలీన్ వంటి సంహత ద్వివలయములు, డై ఫీనిల్ వంటి వ్యవహిత ద్వివలయములు, ఆంత్రసీన్, ఫినాంత్రిన్ వంటి సంహత త్రివలయములు గల యోగికములు అనేకములు కలవు.

ఒకే వలయముగల సరళ హైడ్రోకార్బన్ బెన్జిన్, దీని నుండి వ్యుత్పన్నములైన హైడ్రోకార్బన్ లకు బెన్జిన్ యిడ్ హైడ్రోకార్బన్ లని పేరు.

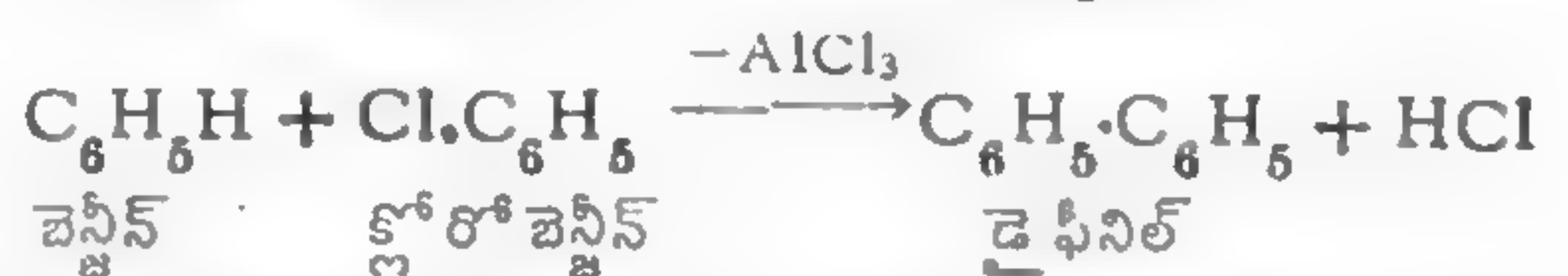
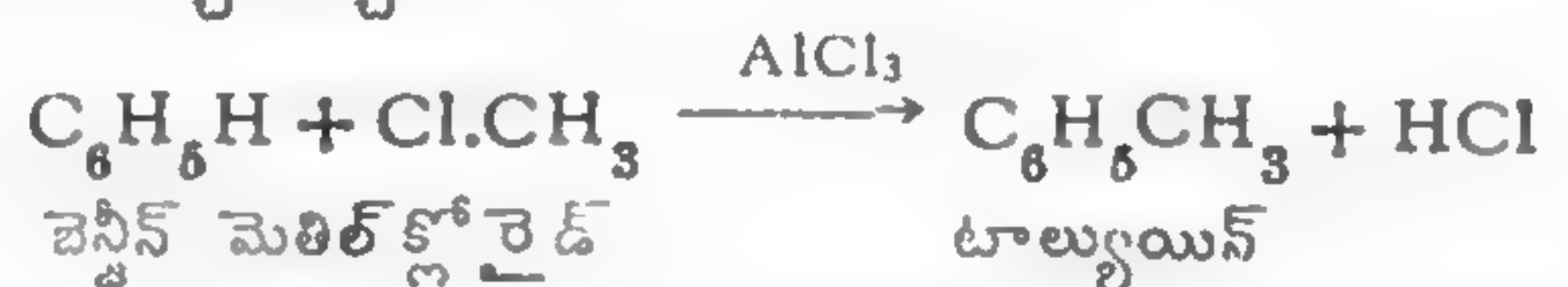
విరచనా విధానములు : తారునుండియే గాక కొన్ని సామాన్యరాసాయనిక విధానములచే కూడ ఈ హైడ్రోకార్బన్ లను తయారుచేయవచ్చును.

1. ఫిట్టింగ్ సంయోజన : బ్రోమో బెన్జిన్, ఆల్కిల్ అయి డైడ్ మిశ్రముపై సోడియమ్ ధాతువుచర్యవలన బెన్జిన్ నుండి ఏ ఇతర హైడ్రోకార్బన్ నైనను నిర్మించ వచ్చును



ఈ ప్రక్రియ టాల్యుయిన్ తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు ప్రక్రియ.

2. ఫ్రీడల్ & క్రాఫ్ట్ సంయోజన : అల్యూమినియము క్లోరైడ్ ను ప్రేరకముగా ఉపయోగించి, బెన్జిన్ కు ఆల్కిల్ గణములనుగాని, ఆరోమాటిక్ (ఆరిల్) గణములను గాని చేర్చవచ్చును.



బెన్జిన్ యిడ్ హైడ్రోకార్బన్లు ఆలిఫాటిక్ వాటికన్న ఎక్కువరాసాయనిక ప్రవృత్తి కలవి. ఆలిఫాటిక్ వాటితో పాటు హేలోజన్ లతో సంయోగించుటయేగాక, గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, నైట్రేట్ ఆసిడ్ ల చర్యవలన రాసాయనికపు మార్పును చెంది కార్బన్ వలయమునకు చెందిన హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములలో  $\text{HSO}_3$  గణము,  $-\text{NO}_2$  గణము కల ప్రతిస్థాపిత యోగికములు ఏర్పడును. బెన్జిన్ యిడ్ హైడ్రో కార్బన్ లయందు ముఖ్యములైనవి బెన్జిన్ ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), టాల్యుయిన్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ), జైలీన్ [ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ ].



## ఆరోమాటిక్ ప్రాడ్రోకార్బన్లు

బెన్జీన్ ( $C_6H_6$ ): పై చెప్పిన సామాన్యపద్ధతులు కాక బెన్జీన్ ను తయారుచేయుటకు కొన్ని విశిష్టపద్ధతులు కలవు.

1. ఆసిటిలీన్ ను ఎర్రగాకాల్చిన ఇనుపగొట్టముద్వారా పంపుటవలన బెన్జీన్ ఏర్పడును :



ఈ ప్రక్రియ ఆలిఫాటిక్ యోగికములనుండి వలయ యోగికములను తయారుచేయవచ్చుననుటకు దృష్టాంతము.

2. సోడియమ్ బెన్జోయేట్ ను సోడా లైమ్ తో వేడి చేయుట :



ఇది ఆలిఫాటిక్ ప్రాడ్రోకార్బన్ లను తయారుచేయుటకు వయోగించు ద్యూమాపద్ధతిని పోలియున్నది.

గుణములు : బెన్జీన్ స్వాభావికమైన వాసనగల రంగు లేని ద్రవము (కృతనాంకము  $80^\circ C$ ; ఘనీభవనాంకము  $5^\circ C$ ). తక్కిన ఆరోమాటిక్ ప్రాడ్రోకార్బన్ లవలె పొగ నిచ్చు మంటతో మండును. బెన్జీన్ అసంతృప్త ప్రాడ్రోకార్బన్ అనుటకు అది ప్రాడ్రోజన్ తో, క్లోరిన్ తో, బ్రోమీన్ తో సంకలనయోగికములు ఏర్పడుటయే కారణము. కాని దీని అసంతృప్తత ఓలిఫైన్ ల దానిని పోలియుండదు.

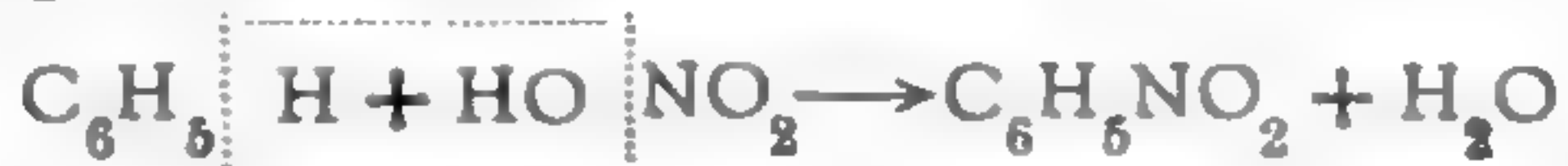
బెన్జీన్ యొక్క రాసాయనికప్రవృత్తి క్రింది ప్రక్రియలచే విశదమగును :

1. నికెల్ సన్నిధిలో ప్రాడ్రోజన్ తో సంయోగించి నైక్రోహైడ్రేన్ ను ఇచ్చును.

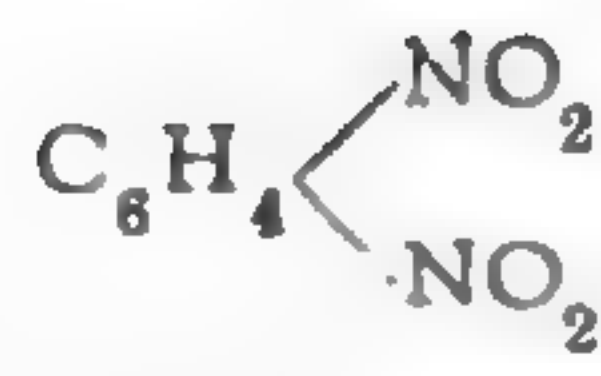
2. ఉజ్జ్వల సూర్యకాంతిలో క్లోరిన్ గాని, బ్రోమీన్ గాని బెన్జీన్ తో సంయోగించి, బెన్జీన్ హెక్సాక్లోరైడ్ ( $C_6H_6Cl_6$ ) లేదా బెన్జీన్ హెక్సాబ్రోమైడ్ ( $C_6H_6Br_6$ ) ను ఇచ్చును.

3. అల్యూమినియముక్లోరైడ్ లేదా అయిడిన్ వంటి దాహకప్రేరకముల సన్నిధిలో, క్లోరిన్ గాని, బ్రోమీన్ గాని బెన్జీన్ యొక్క ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించి వాటిస్థానములను ఆక్రమించి, ప్రస్థాపిత యోగికములను ఇచ్చును. ఇటుల వలయమునకు చెందిన ఆరు ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులనుకూడ క్లోరిన్ చే తొలగించి హెక్సాక్లోరోబెన్జీన్ ( $C_6Cl_6$ ) ను తయారుచేయవచ్చును.

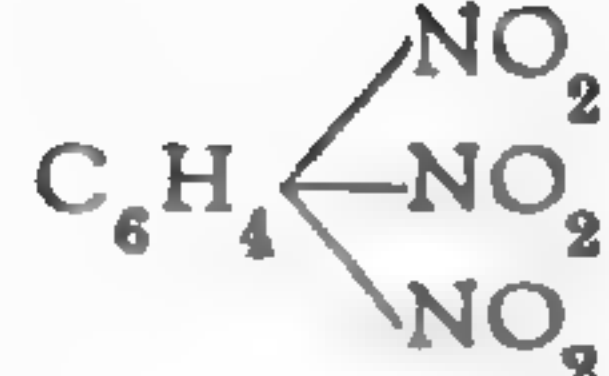
4. గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్, ముఖ్యముగా గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తోకలిసి, బెన్జీన్ లోని ఒక ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువును నైట్రోగణముచే తొలగించగలదు :



ఫ్యూమింగ్ (పొగలెగయు) నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను వాడుక చేసినచో రెండుగాని, లేదా మూడుగాని నైట్రోగణములను వలయములో ప్రవేశపెట్టవచ్చును.

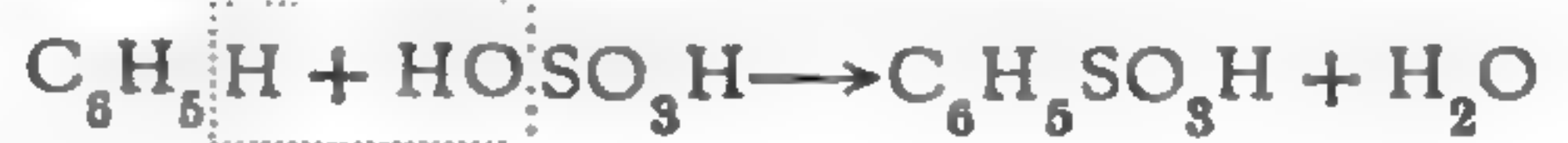


డై నైట్రో బెన్జీన్

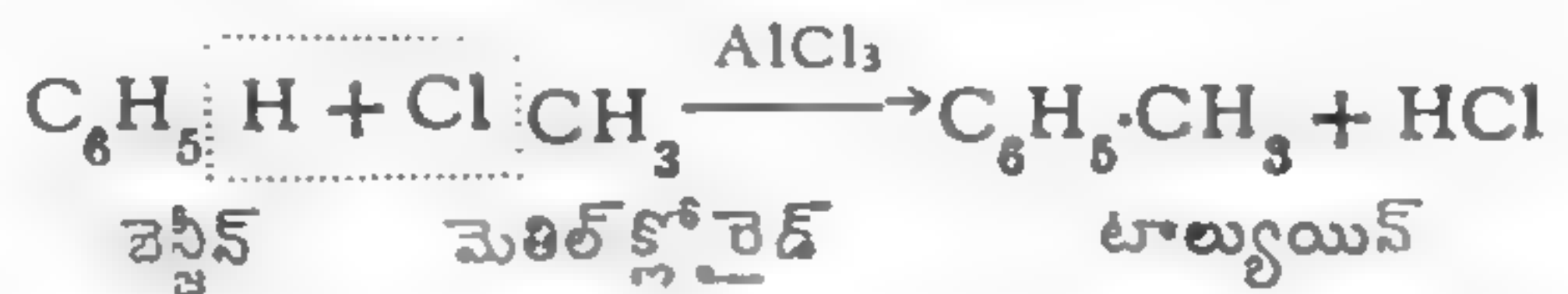


ట్రై నైట్రో బెన్జీన్

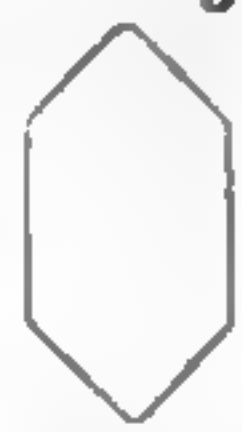
5. బెన్జీన్ పై గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క చర్య వలన బెన్జీన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ లభ్యమగును :



6. నిర్జల అల్యూమినియము క్లోరైడ్ సన్నిధిలో బెన్జీన్ పై ఆల్కిల్, లేదా ఆరిల్ క్లోరైడ్ ల చర్యచే బెన్జీన్ హోమోల గీయయోగికములను తయారు చేయవచ్చును (చూ. ఫ్రీడల్ & క్రాఫ్ట్ సంయోజన, పు. 181).



బెన్జీన్ రచన : బెన్జీన్ కు వలయరచన ఆరోపించవలసిన అవశ్యకత నమీషలో విరివిగా చర్చించబడినది. (చూ. పు. 108) బెన్జీన్ వలయములో ప్రాడ్రోజన్ కి ఆదేశముగా వచ్చిన పరమాణు గణముల యొక్క స్థాననియోజక ప్రభావమును గూర్చి దిగువ చర్చించబడినది. బెన్జీన్ వలయములో ఇదివరకే యొక ప్రతిస్థాపితగణమున్నప్పుడు, మరల రెండవ ప్రతిస్థాపితగణమును వలయములో ప్రవేశపెట్టచూచినచో నూతనగణము మొదటి దానికి సాపేక్షముగా ఆర్తో, పారా, లేదా మెటా అను మూడు ప్రత్యేకస్థానముల స్వీకరించుటకు సంభావనకలదు. దృష్టాంతమునకు టొల్యూయిన్ ను నశ్రీకరించినపుడు ఆర్తో, పారా, మెటా రూపములు మూడును ఫలితములో నుండవచ్చునని మన మనుకొనవచ్చును. కాని వాస్తవికముగా మిశ్రములో



ఆర్తో, పారా రూపములు ఎక్కువగా సంభవించును. మెటా రూపము 3% కన్న ఎక్కువ కనపడదు; అందువలన తొలిని బెన్జీన్ వలయములోనున్న మెథిల్ ( $CH_3$ ) గణము నశ్రీకరణములో ఆదేశముగావచ్చుచున్న  $NO_2$  గణముపై తన నియోజక ప్రభావమును నెరపి, ఆర్తో, పారా రూపములే సంభవించునట్లు చేసినది. నైట్రోబెన్జీన్ ను నశ్రీకరించినపుడు ఆదేశముగావచ్చు ద్వితీయ నైట్రో



గణము కేవల మెటా స్థానమునే స్వీకరించును. అనగా మెథిల్ గణము ప్రవేశించునట్లు గణమును ఆర్తో, పారా స్థానములకు నియోజించునది కాగా నైట్రోగణము, దానిని మెటా స్థానమునకు పంపును. ఇట్టి ప్రతిస్థాపనప్రయోగముల ఫలిత

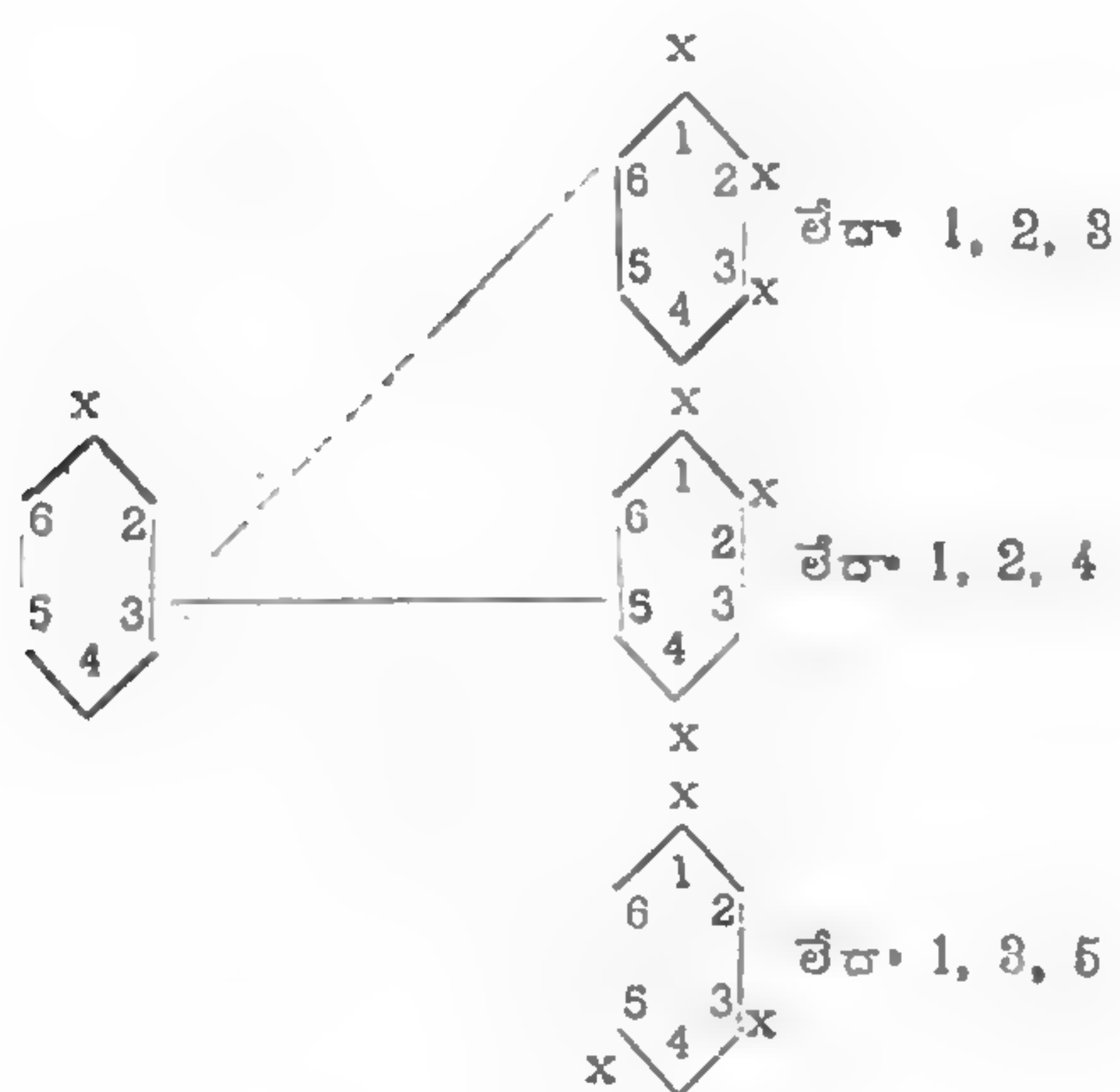


ముగా  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-I$ ,  $-NH_2$ ,  $-OH$ ,  $-CH_3$  గణములకు ఆర్తో, పారా, నియోజకసామర్థ్యమున్నటులను,  $-NO_2$ ,  $-SO_3H$ ,  $-CN$ ,  $-CHO$  గణములకు మెటా నియోజక ప్రభావమున్నటులను తెలిసినది. ఈ నియోజకప్రభావమునకు హేతువులను అరయుటలో చాలప్రయత్నములు చేయబడినవి. కాని తృప్తికరమగు సమాధానమేదియును బయలుపడలేదు. ఇటీవల ఈ ప్రయోగ ఫలితములను ఎలక్ట్రానిక్ యోజనీయతా సిద్ధాంత దృష్టిలో వివరించుటకు రాసాయనికులు యత్నించుచున్నారు. సిద్ధాంతములు చాలక్లిష్ట స్వభావముగల వగుటచే వాటి నిచ్చట విస్తరించుటకు చోటులేదు.

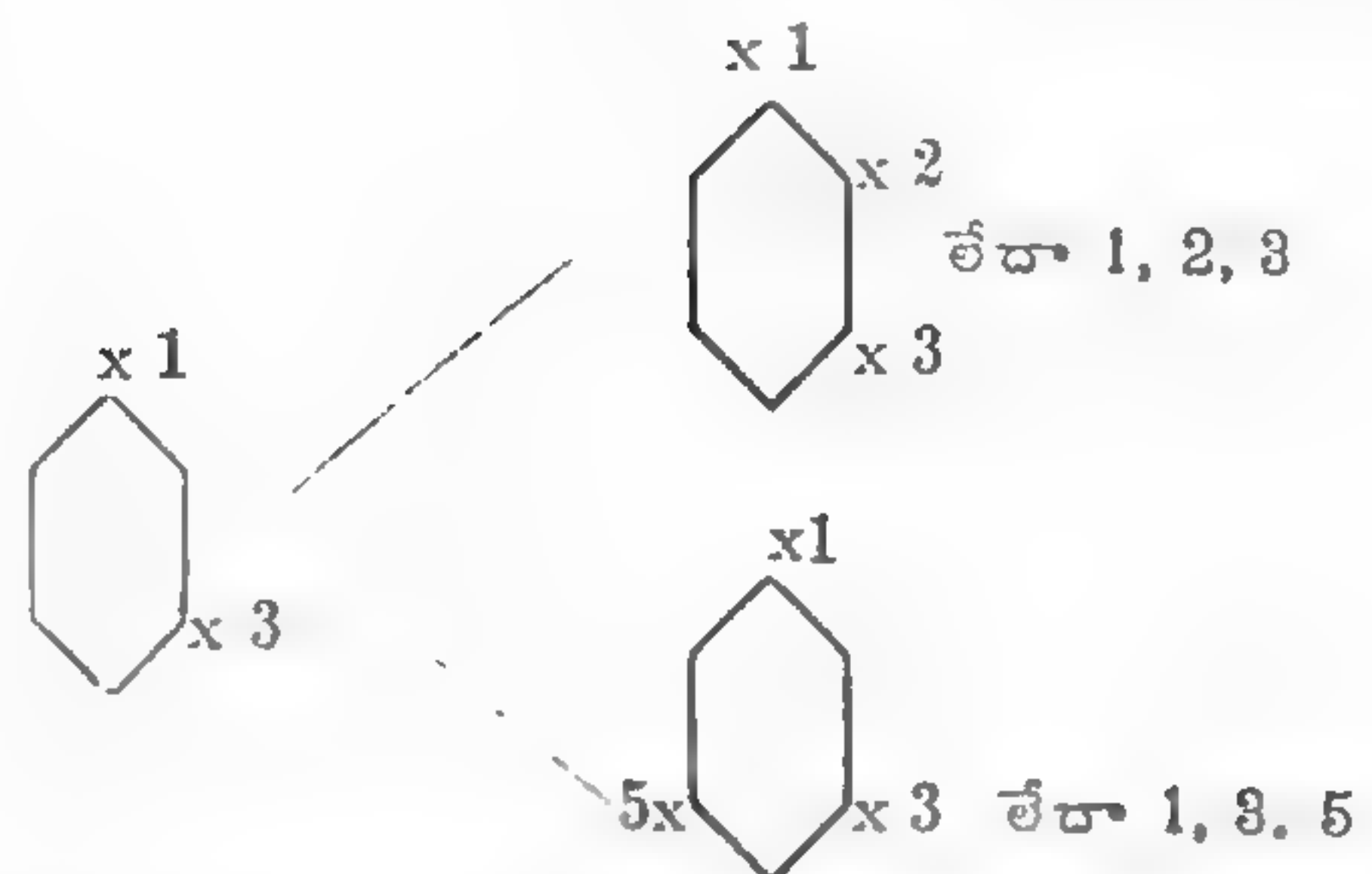
**స్థాననిర్దేశము:** బెన్జీన్ వలయమందలి రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు నూతనగణములచే ప్రతిస్థాపించబడినపుడు లభ్యమగు ద్విప్రతిస్థాపిత వ్యుత్పన్నము, ఆర్తో, పారా, మెటా అను మూడుభిన్నరూపములలో ఉండునని చెప్పి యుంటిమి. మూడు యోగికములలో నేది ఏ రూపమో తెలిసికొనవలసియున్నది. దీనికి రుజువైన మార్గమును కర్నర్ అను జర్మనురాసాయనికుడు సూచించెను.

ఈ మూడు ద్విప్రతిస్థాపిత యోగికములను తీసికొని ఒక్కొక్కదానినుండి ఎన్నేసి త్రిప్రతిస్థాపిత వ్యుత్పన్నములు తయారు చేయుటకు వీలుండునో నిశ్చయించుటవలన మొదటి ద్విప్రతిస్థాపిత యోగికముల రూపమేదో చెప్పవచ్చును.

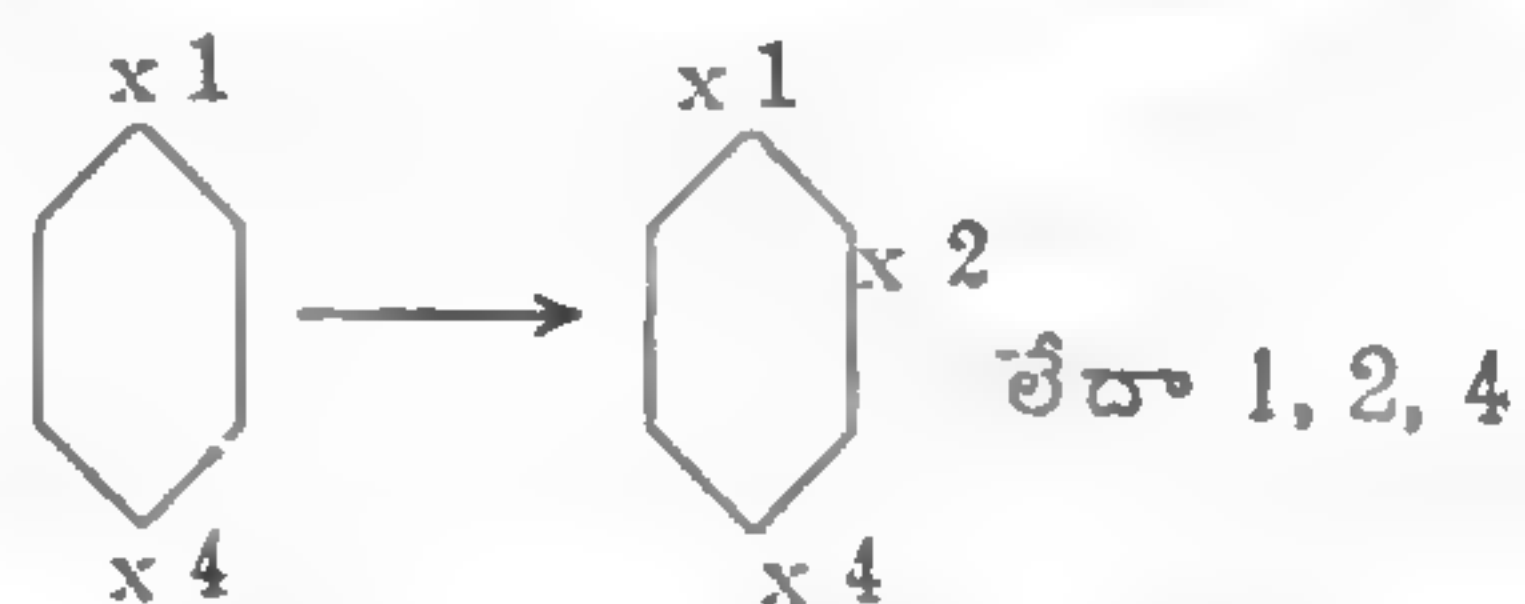
ఆర్తోయోగికమునుండి మూడేమూడు త్రిప్రతిస్థాపిత యోగికములను పడయవచ్చునని క్రింది చిత్రము వలన తెలియనగును:



అట్లే మెటాయోగికమునుండి రెండేరెండు త్రిప్రతిస్థాపిత యోగికములు ఉత్పన్నమగును:



పారాయోగికము ఒకే ఒక త్రిప్రతిస్థాపిత యోగికమును ఇచ్చును. పలన మూడవగణమును ఎచ్చోట నిమిద్దినను 1,2,4, క్రమములోనే ఉండునని స్పష్టముగా తెలియనగును.

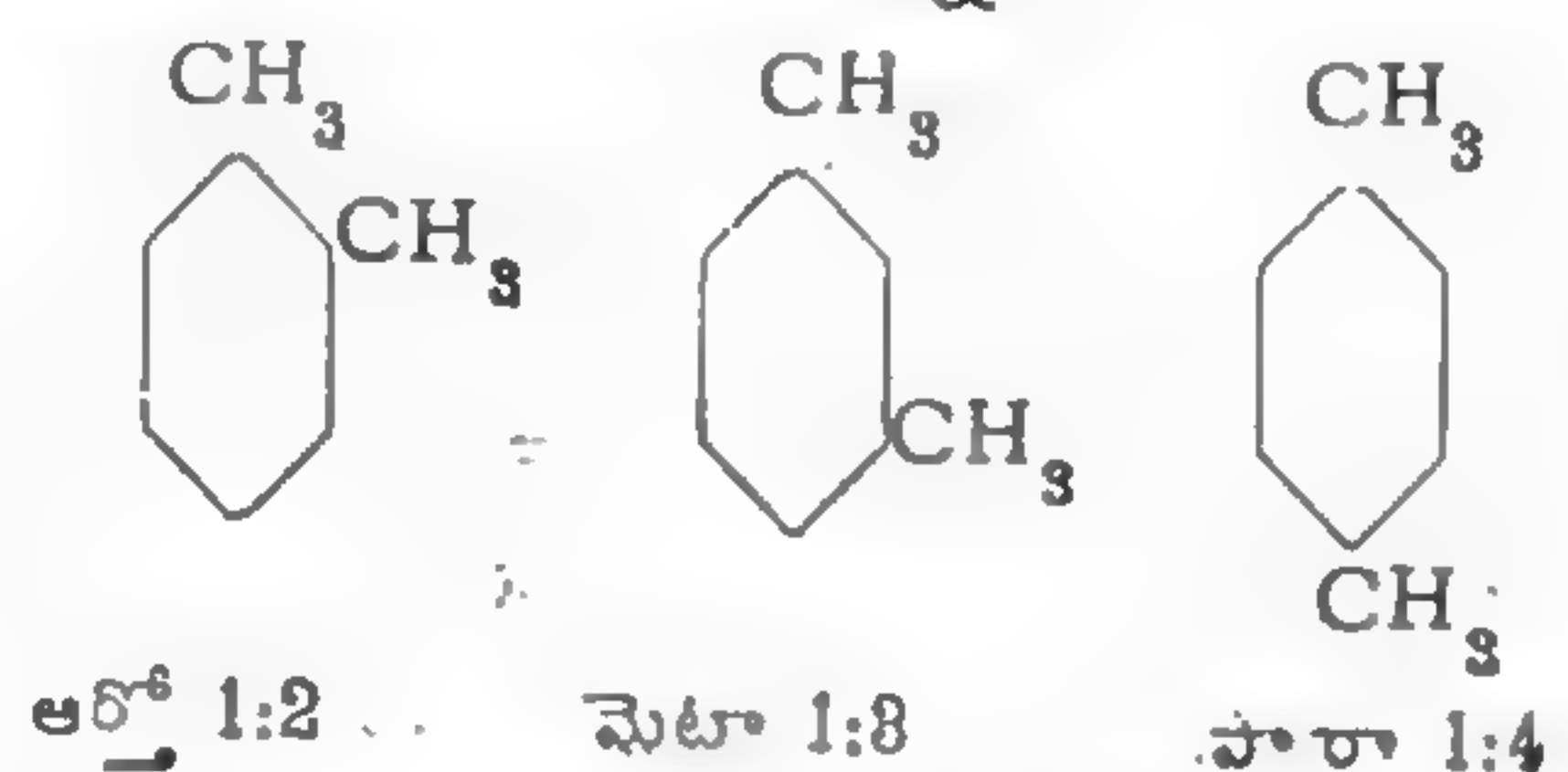


ఈ పై చర్యవలననే ద్విప్రతిస్థాపిత యోగికము మూడు భిన్న త్రిప్రతిస్థాపిత వ్యుత్పన్నములను ఇచ్చునో అది ఆర్తో రూపమనియు, రెండే వ్యుత్పన్నములను ఇచ్చునది మెటా రూపమనియు, ఒకే ఒక వ్యుత్పన్నము ఇచ్చునది పారా రూపమనియు తెలియనగును.

**బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నములు:** బెన్జీన్ నుండి వ్యుత్పన్నమైన హామోలగీయ హైడ్రోకార్బన్లు, ఏకప్రతిస్థాపిత యోగికములు; సాధారణముగా బెన్జీన్ కన్న ఎక్కువ రాసాయనిక ప్రవృత్తిని ప్రదర్శించును. దృష్టాంతమునకు బెన్జీన్ నుండి లభ్యమైన హైడ్రాక్సీయోగికము ఫీనోల్ ( $C_6H_5OH$ ) బ్రోమీన్ జలద్రావణము చర్యవలన అతి సులభముగా ట్రైబ్రోమోఫీనోల్ [ $C_6H_3(OH)Br_3$ ]ను, విలీన నైట్రిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన నైట్రోఫీనోల్ ల [ $C_6H_5(OH)NO_2$ ]ను ఇచ్చును. ఇటులనే బెన్జీన్ ఎమీనోయోగికమైన ఆనిలీన్ అతిసులుపుగా బ్రోమీన్ ద్రావణము, సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, మొదలగు రాసాయనిక ద్రవ్యముల చర్యకు లోనగును.

**బెన్జీన్ హెమల్ గులు:** టాల్యుయిన్ లేదా మెథిల్ బెన్జీన్ ( $C_6H_5CH_3$ ): క్వథనాంకము  $110^\circ C$

జైలీన్లు లేదా డై మెథిల్ బెన్జీన్ ( $C_8H_{10}$ ) లందు మూడు సమాంగరూపములు ఉన్నవి:

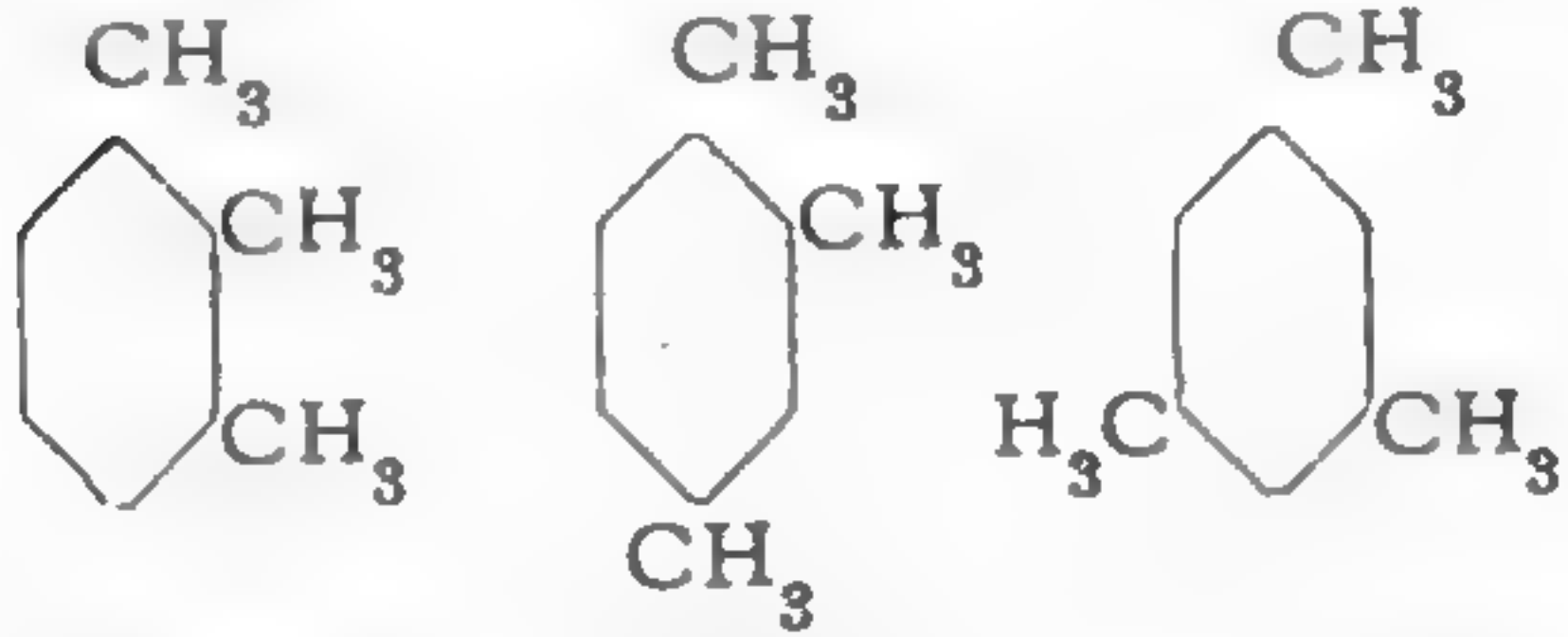




ఆర్గాన్

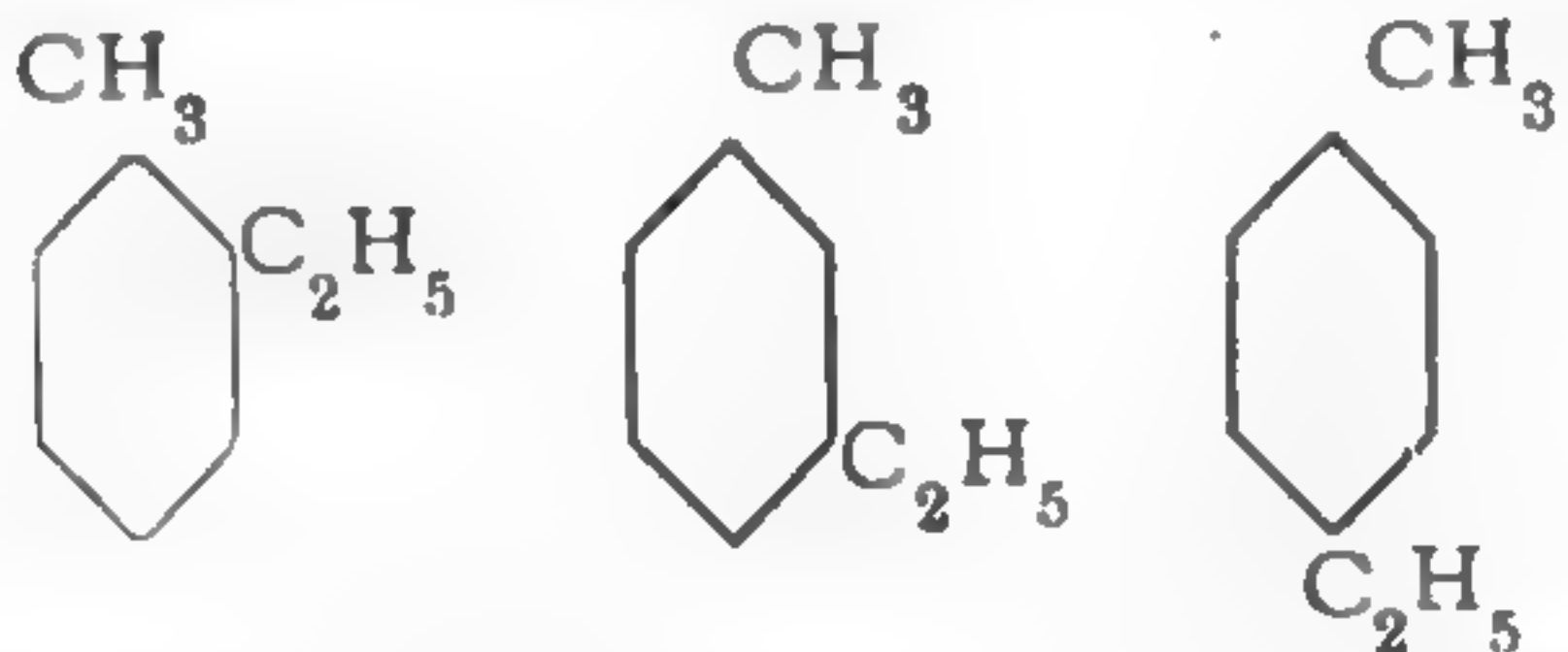
జైలీన్లతో స్థానసమాంగ రూపతనుగాః, శృంఖలా సమాంగరూపతను కనబరచు యోగికము ఎతిల్ బెన్జీన్ ( $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CH_3$ ) ఉన్నది. ఈ పై యోగికములు అన్నియు తారులో దొరకును.

ప్రైమెతిల్ బెన్జీన్లు ( $C_9H_{12}$ )



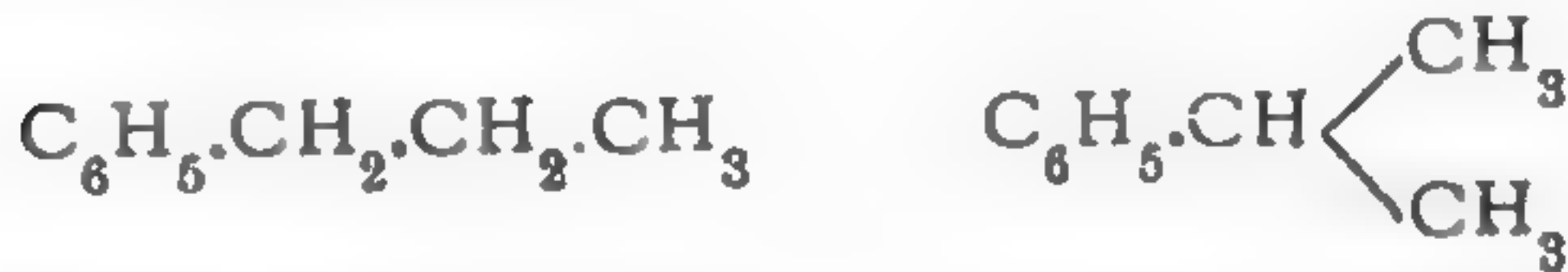
పేమిమెల్లిటేన్      సూడోకుమీన్      మెసిటలిన్  
విసిన్ తేదా      అసొప్తావ తేదా      సొప్తావ తేదా  
1:2:3 రూపము      1:2:4 రూపము      1:3:5 రూపము

తక్కిన సమాంగరూపములైన మెతిల్ ఎతిల్ బెన్జీన్లు క్రింది చిత్రముల వలన తెలియనగును :



1:2 రూపము      1:3 రూపము      1:4 రూపము

వీటితో శృంఖలాసమాంగతా రూపమును కనపరచు ప్రోపిల్ బెన్జీన్, ఐసోప్రోపిల్ బెన్జీన్ అను మరిరెండు యోగికములు ఉన్నవి :



ప్రోపిల్ బెన్జీన్      ఐసోప్రోపిల్ (బెన్జీన్ కుమీన్)

పైమూడు ప్రైమెతిల్ బెన్జీన్లు, కోల్టారులో ఉన్నవి టెర్పిన్లు, కర్పూరమువంటి యోగికముల విచ్ఛేదనము వలన కుమీన్ లభ్యమగును.

$C_{10}H_{14}$  సాంకేతికముగల హైడ్రోకార్బన్లు 22 ఉన్నవి. వాటిలో పారామెతిల్ ఐసోప్రోపిల్ బెన్జీన్ చాల ముఖ్యమైనది. దీనికి నైమీన్ అనిపేరు (చూ. టెర్పిన్లు).      సి. వి. సు.

ఆర్గాన్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. జడవాయువు. పరమాణ్వంకము 18; సంకేతము Ar; పరమాణుభారము 39.44. ఆర్గాన్ అపురూపవాయువు అను వాడుకలో ఉన్నప్పటికిని వాస్తవానికి అంత అరుదుకాదు. వాతావరణములో (గాలిలో) ఉన్న 1% ఆర్గాన్ను పారిశ్రామికంగా గ్రహించి సరఫరా చేయుదురు. ఆర్గాన్ ద్రవాంకము  $-189.4^\circ C$ . క్వథనాంకము  $-185.9^\circ C$  (వాతా

వరణము ప్రేషము వద్ద). రుచి, రంగు వాసనలేని వాయువు. సాధారణ పరిస్థితులలో వాయురూపములోనే ఉన్నను తేలికగా ద్రవీకరించి, ఘనీభవింప చేయవచ్చును. లీటరు ఆర్గాన్ బరువు ఒక వాతావరణప్రేషము వద్ద 1.7839 గ్రాములు.      \* \* \*

ఆర్కిమీడిజ్ (క్రీ.పూ. 287? - 212): ప్రసిద్ధ గ్రీక్ గణితవేత్త; భౌతికవిజ్ఞాని; గొప్ప ఉపజ్ఞగల మేధావి; విశిష్ట గురుత్వమునకును తుల్యదండమునకును ప్రాతిపదిక సూత్రములను కనుగొని నిర్వచించెను (చూ. భౌతిక విజ్ఞానసమీక్ష పుట. 11; ఆర్కిమీడిజ్ సూత్రము). \* \* \*

ఆర్కిమీడిజ్ సూత్రము : క్రీ. పూ. 3వ శతాబ్దములో గ్రీక్ శాస్త్రవేత్త, గణితశాస్త్రజ్ఞుడు అయిన ఆర్కిమీడిజ్ కనుగొనిన నియమమునకు ఆర్కిమీడిజ్ సూత్రమని పేరు.

వస్తువులు ఏదేని ద్రవములో మునిగి ఉన్నప్పుడు అవి తమబరువును కొంత కోల్పోయినట్లు అగుపడును. ఇట్లు వస్తువులు తమలోని కొంతబరువును కోల్పోవుట ద్రవములో నొకవిధమైన బలము ఆ వస్తువులను పైకి త్రోయుచుండుట వలననే సంభవించుచున్నది. ఈ బలమునకు 'ఉత్పలనబల'మని పేరు.

ఒక వస్తువు ఏదేని ఒకద్రవములో పూర్తిగాని, అసంపూర్తిగాని మునిగియున్నపుడు ఆ వస్తువు తనలోని కొంతబరువును కోల్పోయినట్లు గుర్తవడును. ఇట్లు ఆ వస్తువు కోల్పోయినట్లు అగుపడిన బరువు ఆ వస్తువుయొక్క మునిగినభాగముయొక్క ఘనపరిమాణమంత ఘనపరిమాణము కలిగిన ద్రవపుభారమునకు సమానము.

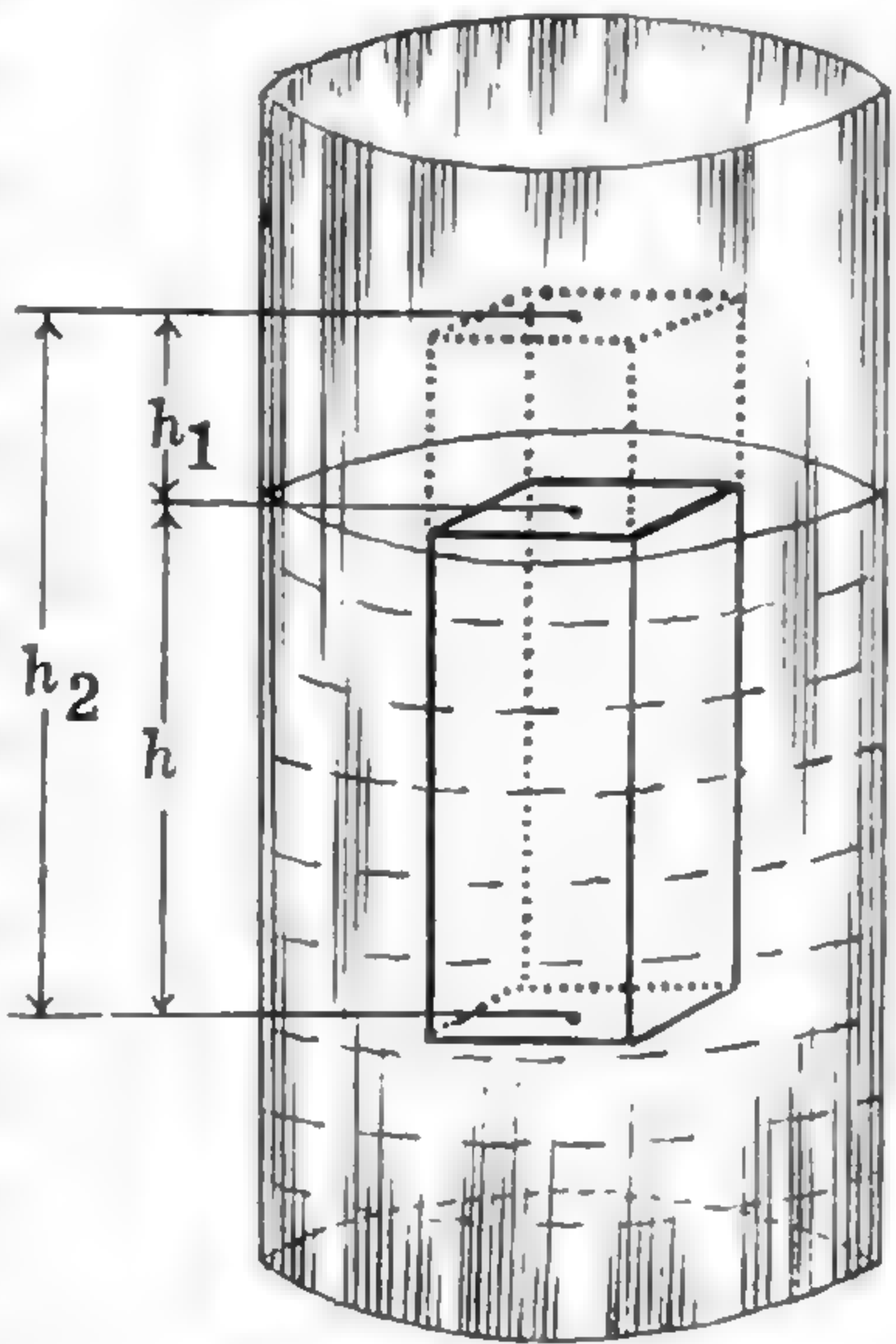
ఆర్కిమీడిజ్ సూత్రమును ఉపయోగించి పెక్కుశాస్త్ర విషయములను మనము కనుగొనవచ్చును. ముఖ్యముగా,

1. వస్తువుల సాంద్రతలను, సాపేక్ష సాంద్రతలను కనుగొనుటలో దీని ఉపయోగము మిక్కిలి ఎక్కువ;
2. ద్రవముల సాంద్రతలు, సాపేక్షసాంద్రతలు వెంటనే సులభముగ కనుగొనుటకై నిర్మింపబడిన విశిష్టగురుత్వ మాపకములు ఆర్కిమీడిజ్ సూత్రముపైననే ఆధారపడియున్నవి;
3. సముద్ర జలములో ఓడ దిగువభాగము ఎంతవరకు మునిగినదో తెలిసికొని ఓడబరువును కనుగొనవచ్చును. ఓడబరువు రానిచే స్థానచ్యుతిని పొందిన సముద్రపు నీటిభారమునకు సమానము.

ఆర్కిమీడిజ్ సూత్ర మనునది ప్రకృతిలో ఎందుకుండవలెనో మనము క్రింది సమాలోచనవలన తెలిసికొనవచ్చును. ఏదేని ద్రవముపై ఒక వస్తువు కొంతములిగి తేలుచున్న పరిస్థితియందు రెండు బలముల సమతాస్థితి మనకు గోచరమగు చున్నది. అందొకటి: తేలుచున్న



వస్తువునకు ద్రవములోనున్న భారము; రెండవది: ఆ వస్తువు చుట్టునున్న ద్రవపు తేల్పు లేదా ఉత్పలము. ఆ వస్తువును ద్రవమధ్యమునుండి తీసివేసిన, అది ఇది వరకు మునిగియున్నంత మట్టుకు ద్రవములో మొదట దొల్ల ఏర్పడును. ఈ దొల్లలోనికి పరిసరములలోనున్న ద్రవ్యము ప్రవహించి దానిని నింపును. ఇప్పుడు ఆ దొల్లలోనున్న ద్రవ భాగము, మిగిలిన పరిసరద్రవముతో సమానస్థితిలోనున్నది. అనగా, ఆదొల్లను ఆక్రమించిన ద్రవభారము, పరిసర ద్రవపు ఉత్పలమునకు సమానస్థితిలోనున్నది. అనగా, ముందుతేలుచున్న వస్తువుభారము, పరిసరద్రవముతో సమానస్థితిలో ఉండెను. ఇప్పుడో ఆ తేలుచుండిన వస్తువు మునిగినంత చోటులోనున్న ద్రవముతో పరిసరద్రవము సమానస్థితిలోనున్నది. ఈరెండు సమానస్థితుల యందు పరిసర ద్రవ్యము యొక్క ఉత్పలము సమానమే. అందుచే ఆ ఉత్పలమును



ప్రతిఘటించుచున్న తేలుచున్న వస్తువునకు ద్రవములోగల భారము, తేలినవస్తువు మునిగినంతచోటులో చేరిన ద్రవ భాగపు భారమును సమానములు.

ఆర్కిమీడిజ్ సూత్రమును క్రింది చిన్నప్రయోగముచే కూడ రుజువు చేయవచ్చును. A అను అవచ్చేదము కలిగి, సమచతురస్ర, సమాంతరానీకాకారముననున్న ఒక వస్తువు D అను సాంద్రతగలిగిన ద్రవములో మునిగియున్న దనుకొనుము. ద్రవము లంబముగనున్న ముఖములపై నెరపు తైతిజబలములు అన్నివైపులను సమానమగుటచే పరిణామబలము శూన్యము. ఆ ద్రవము ఊర్ధ్వముఖముపై  $h_1 DA$  అను అధోబలమును, అధోముఖముపై  $h_2 DA$  అను ఉత్పలమును నెరపును. అందుచే మొత్తము ఉత్పలము =  $h_2 DA - h_1 DA$

$$= h_2 DA - h_1 DA$$

$$= h DA$$

$$= h A \times D$$

ఇందు  $h A =$  వస్తువు ఘనపరిమాణము

$D =$  ద్రవపుసాంద్రత

అనగా, మొత్తపు ఉత్పలము మునిగినంతవరకు వస్తువుతో సమాన ఘనపరిమాణముగల ద్రవము భారమునకు సమానము.

బి. పూ. రా.

ఆర్సెనిక్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 75; సంకేతము As; పరమాణుభారము 74.92 [చూ. ఆర్సెనిక్ వర్గము]. \* \* \*

ఆర్సెనిక్ వర్గము : ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని, బిస్మత్తు నైట్రోజన్, భాస్వరము ఆవర్తక్రమమందు V b వర్గములో అమరియున్నవి. ఈ మూలద్రవ్యముల ఆక్సిజన్ యోజనీయత ( $X_2O_5$ ), క్లోరిన్ యోజనీయత ( $XC l_3$ ) గరిష్ఠ యోజనీయతగా పరిణమించినది. హైడ్రోజన్ తో వీటి యోజనీయత మూడే ( $XH_3$ ). ఇది ఈ మూలద్రవ్యములు చూపు పరస్పరరాసాయనిక సాదృశ్యత. ఈ వర్గములో మీదనున్న నైట్రోజన్ ప్రచురముగా అధాతువు; క్రిందనున్న బిస్మత్తు ప్రచురముగా ధాతువు; భాస్వరముకూడ అధాతువే. ఈవర్గములో మొదట ధాతుధర్మములను కొద్దిగా కనపర్చునది ఆర్సెనిక్. అదియును దానియొక్క విశిష్టరూపమైన నల్లఆర్సెనిక్ చూపు విద్యుద్వాహకగుణమందు కన్పట్టుచున్నది. తరువాతదియైన ఆంటిమోని అయన్ జనకములగు లవణములను ఇచ్చుటచే (చూ. మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము) దానిని ధాతువనియే చెప్పవలెను. బిస్మత్తు బాహ్యముగా ధాతువు.

ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని, బిస్మత్తు : వీటి రూపాంతరములలో భేదముకన్న సాదృశ్యము ఎక్కువచూపుటచే వీటిని కలిపి పరిశీలించుట మేలు. ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని రెండును మూడేసి రూపాంతరములలో నున్నవి.

పసుపురంగు ( $\alpha$ ) రూపము : ఈ రూపము తెల్లభాస్వరమును పోలియుండును. దానివలె నిదికూడ చాల అస్థిరము. కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ లో కరుగును. తెల్ల భాస్వరమువలె పసుపుఆర్సెనిక్ తాపముచే బాష్పీకరించబడిన మూలద్రవ్యమును అకస్మాత్తుగా శీతలీకరించుట వలన లభ్యమగును. పసుపు ఆంటిమోనిస్టిబైన్ [ఆంటిమోని హైడ్రైడ్ ( $SbH_3$ )] పై  $-90^\circ C$  వద్ద ఆక్సిజన్ ద్రవముయొక్క చర్యచే నేర్పడును.

నలుపురంగు ( $\beta$ ) రూపము : ఈ ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని రూపములు రెండును అస్పటిక భాస్వరమును పోలియున్నవి. ఇవి పైచాటికన్న కొంచెము స్థైర్యముగలవైనను ధూసరవర్ణముగల రూపాంతరములకన్న తక్కువ నిలుకడగలవి.



## ఆర్సెనిక్ వర్గము

ఇవి కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ లో కరుగవు. హైడ్రోజన్ వాయువులో ధూసర ఆర్సెనిక్ ను ఒక నాళములో వేడిచేసినచో నాళపు శీతలప్రదేశములపై నల్లటి ఆర్సెనిక్ పొరగా ఏర్పడును. అంటిమోనిజాప్సము శీఘ్రముగా శీతలీకరించుటవలన నల్లటి అంటిమోనిగా మారును.

ధూసర లేదా ధాతవ (7) రూపము: నల్లటి భాస్వరమును లేదా బిస్మత్తు ధాతువును పోలియుండును. ఇది పొరలుపొరలుగా ఉండును; ఈ రూపములో ఇది మిక్కిలి సాంద్రత గలది. ఉత్తమ విద్యుద్వాహకము కూడను. ఈ రూపము చాల నిలకడ కలది. తక్కిన రూపాంతరములు దీనిలోనికే మారజూచును. వీటిగుణములు ధాతుగుణములే.

క్షర మిశ్రములో 85% సీసము, 15% అంటిమోని ఉండును. బ్రిటానియా ధాతుమిశ్రములో తగరము 80%, అంటిమోని 10% ఉండును. రాగి, తగరము, అంటిమోని, ధాతుమిశ్రములు యంత్రపు ఇరుసులకు కంచెన చూర్ణములుగా వాడుకలో నున్నవి. తెర్మోకపుల్ ను అంటిమోనితో తయారుచేయుదురు.

చాలతక్కువ తాపక్రమములో ద్రవీభవించు ధాతుమిశ్రముల తయారుచేయుటకు బిస్మత్తు ముఖ్యముగా వాడుకలోనున్నది. ఈ ధాతుమిశ్రములలో ముఖ్యమైన వాటిని కొన్నిటిని వాటి ద్రవీభవన తాపక్రమములతో, వాటిపాళ్లతో క్రిందను చూడవచ్చును.

### ధాతునాతములు

| ధాతుమిశ్రము | ద్రవాంకము°C | బిస్మత్తు. | సీసము. | తగరము. | కాడ్మియమ్. |
|-------------|-------------|------------|--------|--------|------------|
| మ్యాటన్     | 98°         | 54.5       | 88.8   | 11.7   | —          |
| రోజ్        | 98°         | 56.1       | 27.8   | 16.1   | —          |
| పుడ్        | 71°         | 44.6       | 35.5   | 10.2   | 9.7        |
| లైపోవిట్జ్  | 65.7°       | 56.0       | 28.9   | 8.7    | 6.4        |
| పోతమిశ్రము  | 180°        | 33.8       | 33.3   | 33.3   | —          |

ఈ రూపాంతరములు కాక అంటిమోనిక్ ప్రేలుడు అంటిమోని అను ఇంకొక రూపాంతరముకూడ కలదు. ఇది గ్రాఫైటువంటి నల్లటి ద్రవ్యము; గీచిన ప్రేలును. అంటిమోనిక్లోరైడ్ జలద్రావణమును విద్యుద్విశ్లేషణము గావించునపుడు కేతోడ్ వద్ద ఇది నిక్షిప్తమగును. బిస్మత్తు ఘనస్థితిలో రెండుభిన్న స్ఫటికరూపములు కలది. వీటికిని, ఆర్సెనిక్ అంటిమోనిల ధాతురూపములకును పోలికగలదు.

మూలద్రవ్యోత్పత్తి: వీటి ఆక్సైడ్ ఖనిజములను బొగ్గుతో ఆక్సిహరించినచో మూలద్రవ్యములు లభ్యమగును. ఖనిజములు సల్ఫైడ్ లగునపుడు సల్ఫైడ్ లను గాలిలో కాల్చి ఆక్సైడ్లుగా మార్చుదురు. లేదా సల్ఫైడ్ నుంచి ప్రత్యేకముగా ఇనుముతో పరివర్తన మొందించుటచేతకూడ మూలద్రవ్యమును పడయవచ్చును:



ఆర్సెనిక్ మూలద్రవ్యముయొక్క ముఖ్యోపయోగము తుపాకి రవ్వలను తయారు చేయుట; తుపాకి రవ్వలలో ప్రధానద్రవ్యము సీసము. కొంచెము ఆర్సెనిక్ కలుపుటచే సీసద్రవముయొక్క తలతన్యత హెచ్చి, రవలుగాపోసినపుడు సంపూర్ణ గోళాకృతిగల రవలు లభించును.

అచ్చులక్షరములు చేయుటలో అంటిమోని ధాతువు యొక్క ముఖ్యోపయోగము వ్యక్తమగుచున్నది. ముద్రా

శుద్ధస్థితిలో బిస్మత్తు అంటిమోనితోబాటు తెర్మోవిలి మెంటులను తయారుచేయుటలో ఉపయోగ పడుచున్నది.

ఆర్సెనిక్ ముడి ఖనిజములు: ఆర్సెనిక్ - ఆర్సెనిక్ బ్లూమ్ ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ); రియల్గర్ లేదా మణిశిల ( $\text{As}_2\text{S}_2$ ); ఆర్పిమెంట్ లేదా హరితాశము ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ); ఆర్సెన్ కీజ్ ( $\text{FeSAs}$ ); కోబాల్ట్ గ్లాస్స్ ( $\text{CoAsS}$ ).

అంటిమోని ముడి ఖనిజములు: స్టిబైన్నెట్ నలుపు రంగు గల అంటిమోనిసల్ఫైడ్ ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ).

బిస్మత్తు ముడి ఖనిజములు: బిస్మత్తుగ్లాస్స్ ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ); విడిగా ధాతువుగా కూడ దొరకును.

హైడ్రోజన్ యోగికములు: ఈ మూడు మూలద్రవ్యములు వాయురూపముననున్న హైడ్రోజన్ యోగికముల ఇచ్చును. ఆర్సీన్ ( $\text{AsH}_3$ ), స్టిబైన్ ( $\text{SbH}_3$ ), బిస్మత్సైన్ ( $\text{BiH}_3$ ). మొదటిరెండును వాటియోగికముల సంపర్కమున జింకును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో చేర్చినపుడు బయటకు వచ్చు హైడ్రోజన్ తోకూడ కలిసివచ్చును, హైడ్రోజన్ కన్న హెచ్చుసుకరముగా ద్రవీభవింపబడుటచే వీటిని వేరు చేయవచ్చును.

|            | $\text{AsH}_3$ | $\text{SbH}_3$ | $\text{BiH}_3$ |
|------------|----------------|----------------|----------------|
| క్వథనాంకము | - 55°C         | - 18°C         | ?              |
| హిమాంకము   | - 119°C        | - 88°C         | ?              |



## ఆక్సైడ్లు - ఆసిడ్లు

| మూలద్రవ్యము | తైత్రిఆక్సైడ్ | ఆసిడ్   | పెంటాఆక్సైడ్  | ఆసిడ్  |
|-------------|---------------|---|---|--|
| ఆర్సెనిక్   | $(As_2O_3)_2$ | $(HAsO_2)$ మెటాఆర్సెనీయస్<br>$(H_3AsO_3)$ ఆర్తోఆర్సెనీయస్           | $As_2O_5$   | $(HAsO_4)$ మెటాఆర్సెనిక్<br>$(H_3AsO_4)$ ఆర్తోఆర్సెనిక్<br>$(H_4As_2O_7)$ పైరోఆర్సెనిక్    |
| అంటిమోని    | $Sb_2O_3$     | $(HSbO_2)$ మెటా<br>అంటిమోనియస్<br>$(H_2SbO_3)$ ఆర్తో<br>అంటిమోనియస్ | $Sb_2O_5$<br>అంటిమోనేట్ ల నిచ్చును                                  | $(HSbO_3)$ మెటాఅంటిమోనిక్<br>$(H_3SbO_4)$ ఆర్తోఅంటిమోనిక్<br>$(H_4Sb_2O_7)$ పైరోఅంటిమోనిక్ |
| బిస్మత్తు   | $Bi_2O_3$     |   | $Bi_2O_5$ ఆసిడ్ ఆక్సైడ్<br>జారములతో<br>బిస్మత్ లేట్ లవణముల నిచ్చును |  |

హైలొజన్ యోగికములు : ఈ మూడు మూలద్రవ్యములును అన్నిరకములపై హైలైడ్లను ఇచ్చును.

వీటి పెంటాహైలైడ్లను ఫాస్ఫరస్ హైలైడ్లను తయారుచేసినట్లే తయారుచేయవచ్చును.

ఆర్సెనిక్ తైత్రిక్లోరైడ్ ఫాస్ఫరస్ క్లోరైడ్ వలె జలవిశ్లేషణమును పొందును.



దీనివలన దీని అధాతుగుణము బయటపడినది. అంటిమోని, బిస్మత్తు తైత్రిక్లోరైడ్లు రెండును లవణజాతికి చెందిన యోగికములు; జలవిశ్లేషణమును కొద్దిగా చెందును.

ఆర్సెనిక్ టైత్రిఆక్సైడ్ : ఇది గాలిలో ఆర్సెనిక్ ను కాల్చినపుడు లభ్యమగును. ఇది బాష్పశీలమైన ద్రవ్యము. దీని బాష్పమును శీఘ్రముగా శీతలీకరించినపుడుగాని, లేదా హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణములనుండి స్ఫటికీకరించినపుడుగాని సమాప్తఫలకములుగా స్ఫటికీభవించును. మందజారమయమగు ద్రావణములనుండి నిలుకడలేని మోనోక్లొనిక్ స్ఫటికములుగా వేరగును. ప్రకృతిలో అష్టఫలకరూపము ఆర్సెనిక్ బ్లూమ్ అనుపేరను, మోనోక్లొనిక్ రూపము క్లాడైటైట్ అనుపేరను దొరకును.  $200^\circ C$ . తాపక్రమమునకు వేడిచేసినపుడు ఈ రెండురూపములను గాఢము పోలు అస్ఫటిక రూపముగా మారును.

నీటిలో ఇది చాలస్వల్పముగా కరుగును. కరగినంత వరకు మెటాఆర్సెనీయస్ ఆసిడ్ రూపము  $(HAsO_2)$  లో

నుండును. ఈ ఆసిడ్ ధాతువులతో సరళములు  $(MeAsO_2)$ , క్లిష్టములు  $(MeHAS_2O_4)$  అగు లవణముల నిచ్చును. దీనికి ఉల్లిపాషాణ మని పేరు. ఇది కఠోరమైన విషము. దీనికి రుచి, వాసన లేకపోవుటచే ఇది నోటికి తెలియబడని విషము. ఈ విషమును అతిస్వల్పరాశులలో కూడ గుర్తెరుంగుట చాలఆవశ్యకము. దీనికై మార్ష్ శోధన పనికివచ్చును (చూ. మార్ష్ శోధన).

ఆర్సెనిక్ తైత్రిఆక్సైడ్ ను బొగ్గుతో ఆక్సిహరించి నపుడు ఆర్సెనిక్ మూలద్రవ్యము లభ్యమగును. ఈ ప్రక్రియను శోధననాళములో జరిగించినప్పుడు నాళము యొక్క చల్లటిచోట ఆర్సెనిక్ బాష్పముత్పత్తిని దర్శనమువలె మెరయు నల్లటిపొరగా పర్పడును.

ద్రావణములో ఆర్సెనీయస్ ఆసిడ్, దాని లవణములు ప్రబల ఆక్సిహరణసాధనములు. అందువల్ల శుద్ధస్థితిలోనున్న ఆర్సెనీయస్ ఆక్సైడ్ ను అయిడిమావకమునందు, పెర్మాంగనేట్ మావకమునందు ప్రాథమికమానముగా ప్రమాణ ద్రావణములను తయారుచేయుటకు వాడవచ్చును (చూ. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము).

ఆర్సెనిక్ పెంటాఆక్సైడ్  $(As_2O_5)$  : ఆర్సెనీయస్ తైత్రిఆక్సైడ్ ను నైట్రిక్ ఆసిడ్ తో ఆక్సికరించి ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ గా మార్చవచ్చును. దీనిని వేడిచేయుటవలన జలభాగము పోయి ఆర్సెనిక్ పెంటాఆక్సైడ్ నిలచియుండును.





## ఆలిఫాటిక్ ఎమీన్లు

ఈ ప్రక్రియ పూర్ణముగా పరివర్తనీయము. అనగా ఆర్సెనిక్-పెంటాక్సైడ్ నీటిలో విలీనమై మరల ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ను ఇచ్చును. ఆర్సెనిక్-పెంటాక్సైడ్ను కాల్షిన్ అక్సిజన్, ఆర్సెనిక్ ట్రైఆక్సైడ్గా విచ్ఛిన్నమగును :



ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ : ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్లను చాల వరకు పోలియుండును.

మెటాఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ ( $\text{HAsO}_3$ )



ఆర్తోఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ ( $\text{H}_3\text{AsO}_4$ )



ఆర్తోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్వలె నిది  $140^\circ\text{C}$  కు వేడిచేసిన పైరోఆర్సెనిక్ ఆసిడ్గా మారును :



ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ అక్సీకరణసాధనము కాదు కాని ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ బలమైన అక్సీకరణద్రవ్యము. సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ను సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్గా అక్సీకరించును.

అందువలన కార్బన్ యోగికసాధనలలో కొన్నిచోట్ల ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ను అక్సీకరణసాధనముగా ఉపయోగింతురు.

అంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ) : అంటిమోనిమూల ద్రవ్యమును గాలిలో కాల్షిన లభించును. ఇంకను గాలిలో వేడిచేయుటవలన ట్రైఆక్సైడ్ టెట్రాఆక్సైడ్గా మారును.  $2\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Sb}_2\text{O}_4$

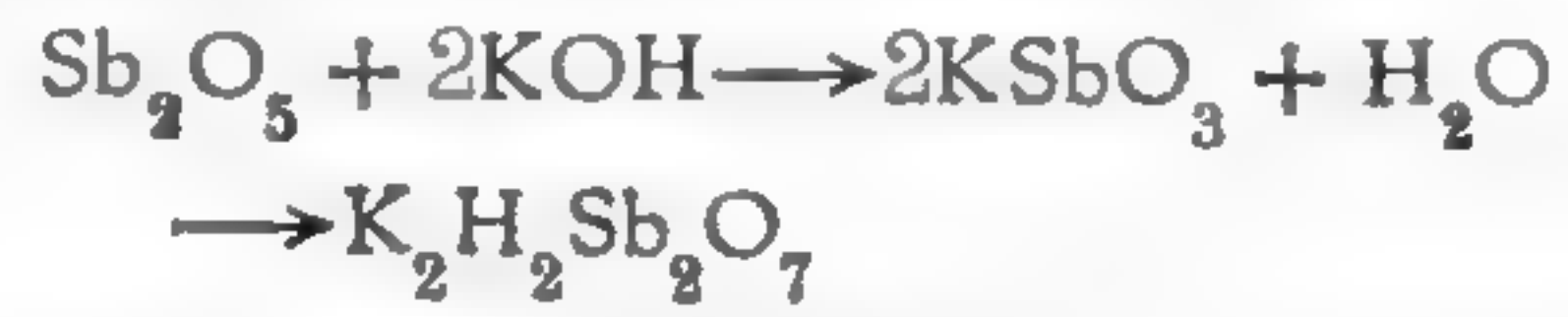
అంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ నీటిలోగాని, విలీననైట్రిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్లలోగాని కరుగదు. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్, టార్టారిక్ ఆసిడ్లలోను, ఊరద్రావణములలోను సులభముగా కరుగును.

అంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ ఊరములతో బలహీనమగు ఆసిడ్ ఆక్సైడ్వలె ఆచరించయు బలమైన ఆసిడ్లతో లవణాధారము వలె ఆచరించయు లవణములను ఇచ్చును.

అంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ లవణములలో పొటాసియమ్ అంటిమోనిక్ టార్టరేట్ లేదా టార్టార్ ఎమిటిక్ అనునది చాలముఖ్యము. పొటాసియమ్ ఆసిడ్ టార్టరేట్ ద్రావణములో అంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ కరగినప్పుడు ఈ లవణము లభ్యమగును. ఇది చాల ప్రాచీనకాలమునుండి వాంఛిని కలుగజేయు ఔషధముగా వాడుకలోనున్నది.

అంటిమోని పెంటాక్సైడ్ : అంటిమోని ప్రత్యక్షముగా అక్సిజన్తో పెంటాక్సైడ్దశ వరకు సంయోగించదు. అంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ను నైట్రిక్ ఆసిడ్తో అక్సీకరించి నప్పుడు అంటిమోని పెంటాక్సైడ్ చిన్న పసుపురంగుగల

చూర్ణముగా లభ్యమగును ; ఇది నీటిలో కరుగదు. దీనిని ఆల్కలి ధాతులవణములుగా మార్చవలెననిచో ఊరముతో కలిపి వేడిచేసి కరగించవలెను :

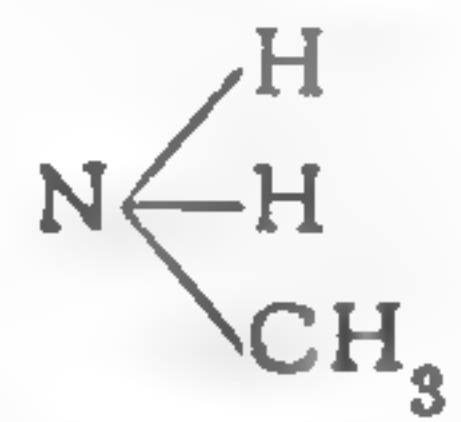


ఈ లవణము వేడినీటిలో కొంత కరుగును. దీనికి 'పొటాసియమ్ ఆసిడ్ పైరో అంటిమోనేట్' అనిపేరు. ద్రావణములోనున్న సోడియమ్అయన్ను గుర్తించుటకు ఈ ద్రావణము విలక్షణమైన సాధనము. సోడియమ్ పైరోఅంటిమోనేట్ ( $\text{Na}_4\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7, 6\text{H}_2\text{O}$ ) అవశేషముగా లభించును.

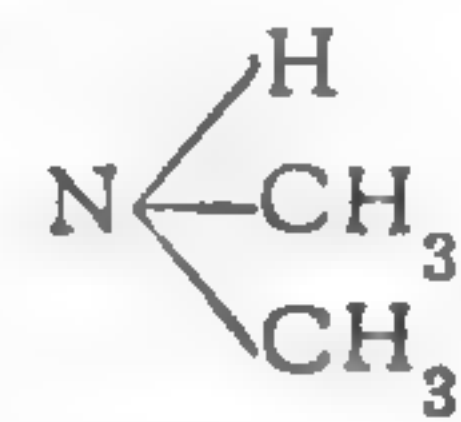


అంటిమోనిక్ ఆసిడ్ ప్రత్యేకవిరచన సాధ్యముకాలేదు (చూ. బిస్మత్తు.) మే. ప. న.

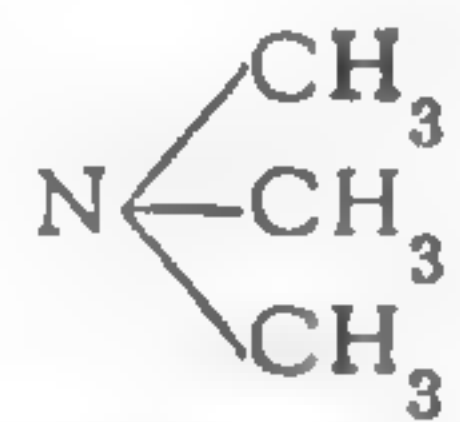
ఆలిఫాటిక్ ఎమీన్లు : అమోనియాలోని హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ఒకటిగాని, రెండుగాని, మూడుగాని ఆల్కిల్ గణములచే తొలగించిన లభ్యమగు యోగికములకు ఎమీన్లని పేరు.



మెథిల్ ఎమీన్  
1



డై-మెథిల్ ఎమీన్  
2

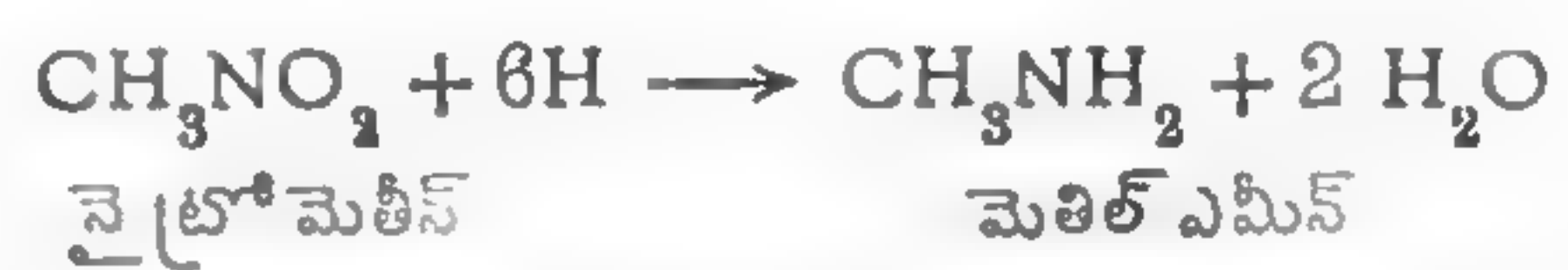


ట్రైమెథిల్ ఎమీన్  
3

ఈ మూడు రకములకు వరుసగా ప్రైమరీ, సెకండరీ, టెర్షియరీ ఎమీన్లనికూడపేర్లు గలవు. ప్రోటీన్ల జలవిశ్లేషణమువలన ఏర్పడు ఎమీన్ ఆసిడ్ల ఊయాకరణము (సంకీర్ణ యోగికము, సరళయోగికములుగా విడిపోవుట) వలన లభ్యములగు ఎమీన్లు శారీరకశాస్త్రదృష్టిలో చాల ప్రధానములైన యోగికములు.

ఈ ఎమీన్లలో కొన్ని శారీరకప్రక్రియలను నెలకొల్పుట యందును, నియంత్రించుటయందును హార్మోన్లను పేర పాల్గొనుచున్నవి.

రచనా విధానములు : ప్రైమరీ ఎమీన్లు, 1. నైట్రో యోగికముల అక్సీహరణమువలన :



నైట్రోమెథేన్

మెథిల్ ఎమీన్

2. నైట్రైల్ (నైట్రైడ్)ల అక్సీహరణమువలన :



మెథిల్ నైట్రైడ్

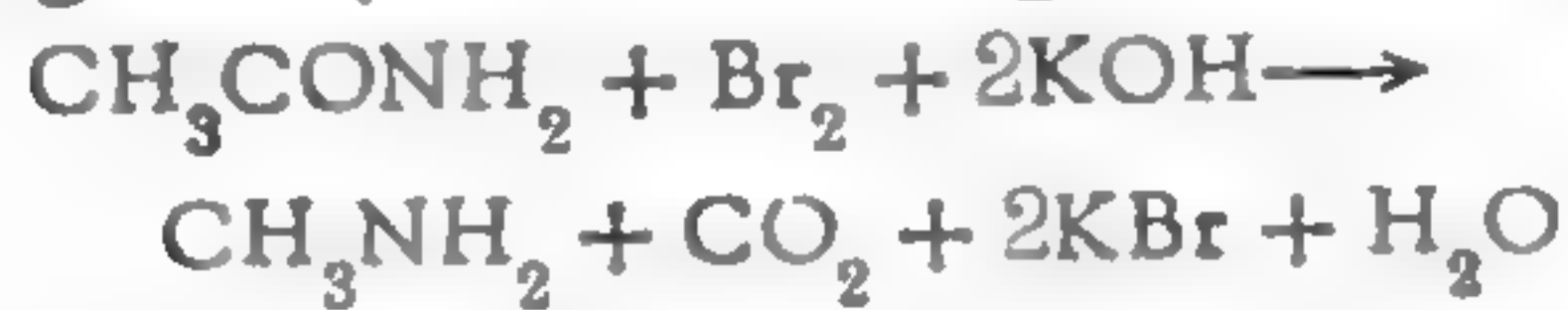
ఎథిల్ ఎమీన్

3. ఐసో నైట్రైల్ల జలవిశ్లేషణమువలన :





4. ఆసిడ్ ఎమైడ్లపై హోమీన్, ఆల్కహాల్ పాటాష్ చర్యవలన (దీనికి హోఫ్ మన్ ప్రక్రియ అని పేరు) :



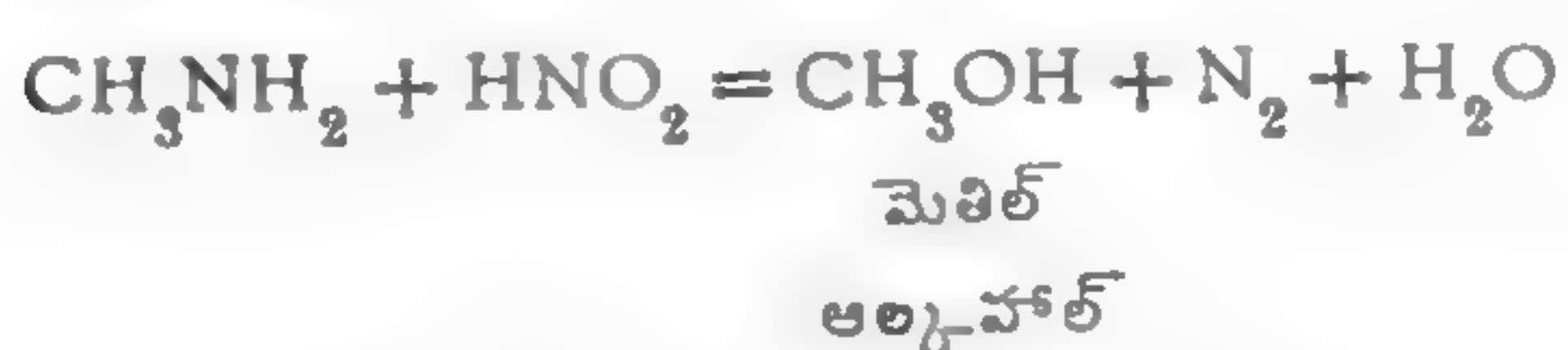
సెకండరీ, టెర్షియరీ ఎమీన్లను, ప్రైమరీ ఎమీన్ల నుండి నియంత్రిత ఆల్కలీకరణముచే తయారు చేయ వచ్చును.

హోమోలగీయశ్రేణిలో మొదటివి అమోనియా వాసన గలవి; ఇవి నీటిలో కరుగువాయువులు. అమోనియాకన్న ఎక్కువ ఊరగుణము గలవి. కాని కార్బన్ యోగికము లగుటచే వీటికి అమోనియాకులేని మండెడిస్వభావమున్నది. మధ్యమ, అంతిమ ఎమీన్లు ద్రవస్థితిలోను, ఘనస్థితిలోను లభించును. ఇవి అమోనియా కన్న బలహీనములైన ఊరములు; నీటిలో కొద్దిగా కరుగును. ఎమీన్లన్ని యును అమోనియావలె అకర్బనామ్లములతో సంయో గించి లవణములు ఏర్పడుటయే కాక బంగారము, ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్లతో ద్వితీయములనుకూడ ఇచ్చును. ఈ ద్వితీయ లవణములు నీటిలో అద్రావ్యములగుటచే అవి ఎమీన్లను వేరు చేయుటకు, వాటి రాశి నిర్ణయమునకు చాలఉపయో గించును.

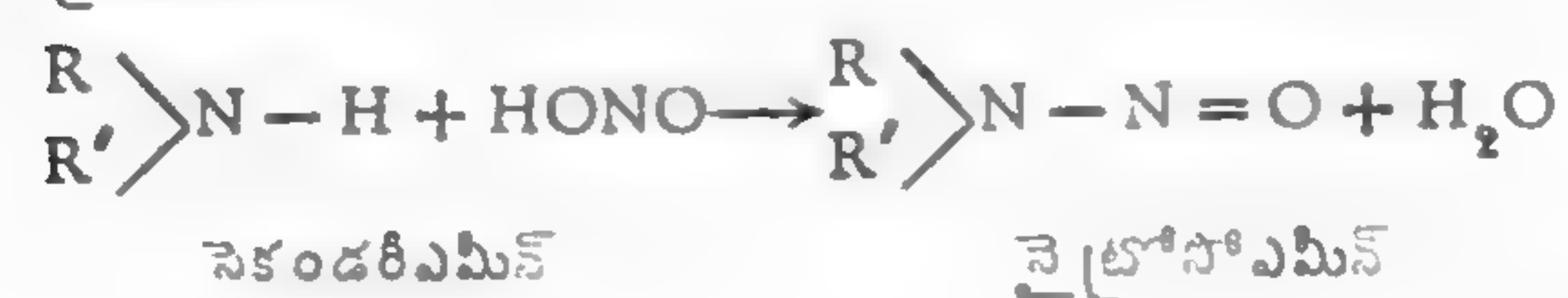
ప్రైమరీ ఎమీన్లు ఆల్కహాల్ పాటాష్, క్లోరోఫార్మ్ మిశ్రముతో ప్రతికరించి దుర్భరమైనవాసనగల కార్బైల్ ఎమీన్లు (ఇసో సై నైడ్లు) అను పేరుగల యోగికములను ఇచ్చును. ఇవి చాలవిషగుణము కలవి. సెకండరీ, టెర్షి యరీ ఎమీన్లు కార్బైల్ ఎమీన్లను ఇవ్వవు.

ఎమీనో గణములోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను మెథిల్, ఎథిల్ వంటి ఆల్కిల్ గణములచేతను, ఆసిటైల్ ( $\text{CH}_3\text{CO}$ ), బెంజోయిల్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}$ ) గణములవంటి అమ్లగణములచేతను తొలగించ వచ్చును. ఈ ప్రక్రియ ప్రైమరీ, సెకండరీ ఎమీన్లతో జరుగును.

ప్రైమరీఎమీన్లు నైట్రస్ఆసిడ్తో ప్రతికరించి ఆల్క హాల్ నిచ్చును:



సెకండరీఎమీన్లు నైట్రస్ఆసిడ్తో నైట్రోసోఎమీన్ లను ఇచ్చును. ఇవి పసుపుపచ్చరంగుగల తైలమువంటి ద్రవములు :



నైట్రోసోఎమీన్ను ఫీనోల్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్ర ముతో వేడిచేసిన ద్రావణమునకు నీటిని కలిపి కాస్టిక్ సోడాతో ఊరవంతముగా చేసినచో నీలి లేదా ఊదా రంగుగల ద్రవ్యము లభించును (లీబర్ మాన్ ప్రతిక్రియ).

టెర్షియరీ ఎమీన్లపై నైట్రస్ఆసిడ్కు చర్యలేదు. ఈ మూడురకముల ఎమీన్లపై నైట్రస్ఆసిడ్నకుగల చర్యలోని భేదము ఉపయోగించి వీటిని విడదీయవచ్చును. కాని ఈ పృథక్కరణవిధానములో ప్రైమరీఎమీన్ ఆల్క హాల్ గా మారి లోపించును. కె. ఎన్.

**ఆల్కలాయిడ్లు :** ఇవి వృక్షలభ్యములగు క్లిష్ట రచనగల కార్బన్, నైట్రోజన్ యోగికములు; సాధారణముగ ఊరగుణము కలిగియుండుటవలన వీటికి 'ఆల్కలాయిడ్' అని (ఊరకములని) పేరు. పొగాకునుండి నికొటిన్, కోకోచెట్టునుండి కోకిన్, ( $\text{C}_{17} \text{H}_{21} \text{NO}_4$ ) నల్ల మందునుండి మార్ఫీన్, ముషిడిపిక్కులనుండి స్ప్రికినీన్ ( $\text{C}_{21} \text{H}_{22} \text{N}_2\text{O}_2$ ) కొన్ని దృష్టాంతములు. వీటన్నిటికిని మానవశరీరముపై విశేషమగు ఔషధ ప్రభావము కలదు. మోతాదెక్కువైన ప్రాణాపాయమును తేగలవు. నేటికి ఈ విధమగు యోగికములు ఒక వేయివరకు వేరుచేయబడి నవి. ఇవి 97 వృక్షకుటుంబములనుండి సంగ్రహించ బడినవి.

బీజవహములగు వృక్షములందలి ముఖ్యముగా ద్వితీయ వృక్షములందు తరుచుగా తారసిల్లును. బీజవహములు కాని చెట్లయందు వీటి సంభవము చాల అరుదు. ఇవి చెట్టు యొక్క అన్ని భాగముల యందును దొరకును. ఒక జాతిలో అవయవములన్నిట ఆల్కలాయిడ్లు ఉండునని నియమములేదు. దృష్టాంతమునకు పొగాకు, నల్లమందు విత్తులందు ఆల్కలాయిడ్లు లేవు.

ఆల్కలాయిడ్లు వృక్ష జీవితమునకు ఎట్లుపయో గించునో ఇంతవరకు తెలియదు. ఆల్కలాయిడ్లు వృక్ష శరీరమందు ఎమీనోఆసిడ్ పచనక్రియ అంతిమఫలములని విశ్వసించబడుచున్నది.

వృక్షములనుండి వేరుచేయబడినపుడు ఇవి సాధారణ ముగ స్ఫటికస్థితిలో ఉన్న ఘనద్రవ్యములుగ లభ్యమగును. కొన్ని ద్రవములుకూడ కలవు (పొగాకులోనిది నికొటిన్). ఇవన్నియు వాటి ఊరగుణము మూలమున ఖనిజామ్లము లతో లవణములను ఇచ్చును. ఈ స్థితిలోనే ఇవి ప్రభవ స్థానముల నుండి వేరుచేయబడును. ఆల్కలాయిడ్ల రచనానుశీలన కార్బన్ యోగికశాస్త్రమందొక మహత్తర ఘట్టము. నైట్రోజన్ ఘటకముగాగల వలయ కార్బన్ యోగిక నిర్మాణములన్నియు (సంతృప్తములు, అసం తృప్తములు) ఆల్కలాయిడ్ల రచనయందు తారసిల్లును.



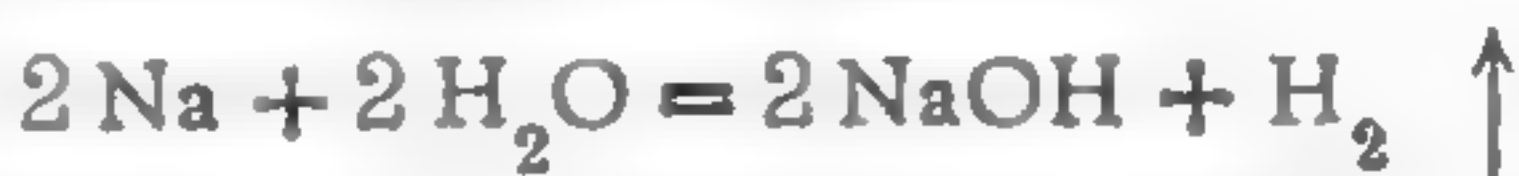
ఆల్కలీ ధాతువులు

నికొటిన్ ( $C_{10}H_{14}N_2$ ) యొక్క సరళరచననుండి బహు వలయ నిర్మాణములగు అతిక్లిష్టరచనగల స్త్రికినీన్, మార్ఫిన్ ( $C_{17}H_{19}NO_3 \cdot H_2O$ ) వరకు ఆల్కలాయిడ్ల రచన విస్తృతమైయున్నది.

ఆల్కలాయిడ్లను చూర్ణీకృత వృషావయవముల నుండి నీటితోగాని, ఆల్కహాల్ తోగాని లేదా విలీనాప్లములతోగాని సారముగ గ్రహించుటవలన వేరుచేయవచ్చును. లేదా వృక్షద్రవ్యమునకు ఊరము కలిపి కార్బన్ యాగికద్రావణములతో కల్కము గావించి వేరు చేయవచ్చును.

ఉపయోగములు : వైద్యచికిత్స వీటి విశిష్ట గుణములను ఉపయోగించుకొనును. మార్ఫిన్ వంటివి బాధాశామకములు; స్త్రికినాస్ జాతి చెట్లనుండి లభించు క్యూరారి అను ఆల్కలాయిడ్ ఐచ్చిక కండరవ్యవస్థను స్తంభింపజేయును. ఎగ్గూట్ ప్రసవసమయమున గర్భాశయమును సంకోచింపజేయును. బెరిడోనా శరీర గ్రంథులందలి స్రావోద్గమమును నియమించును. క్వినీన్ మలేరియా నివారకము. మే.వ.న.

ఆల్కలీ ధాతువులు: లిథియమ్, సోడియమ్, పొటాసియమ్, రుబిడియమ్, సీజియమ్ అను ఐదింటికి ఊరధాతువులని పేరు. వీటిఆక్సైడ్లు నీటిలో కరిగినపుడు ప్రబలమైన ఊరద్రావణములు ఏర్పడుటచే వీటికి ఈ పేరు వచ్చినది. ఈధాతువు లన్నియు ధాతుసహజకాంతిని కలిగియుండును; సాధారణ తాపక్రమములలో మెత్తగా కత్తితో కోయుటకు వీలుగానుండును. ఇవి సులభముగా ద్రవీభవించుటకు, బాష్పీకరించుటకు వీలుగానున్న ధాతువులు; గాలిలో వాటంతటవే ప్రజ్వలిల్లి ఆక్సిజన్ తో సంయోగించును. అందువలన వీటిని రాతినూనెలో ఉంచి ఆక్సిజన్ సంపర్కము లేకుండ చేయవలెను. అన్నియు నీటిని విశ్లేషించి దాని ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి ఊరములుఏర్పడి హైడ్రోజన్ ను విడుదల చేయును.



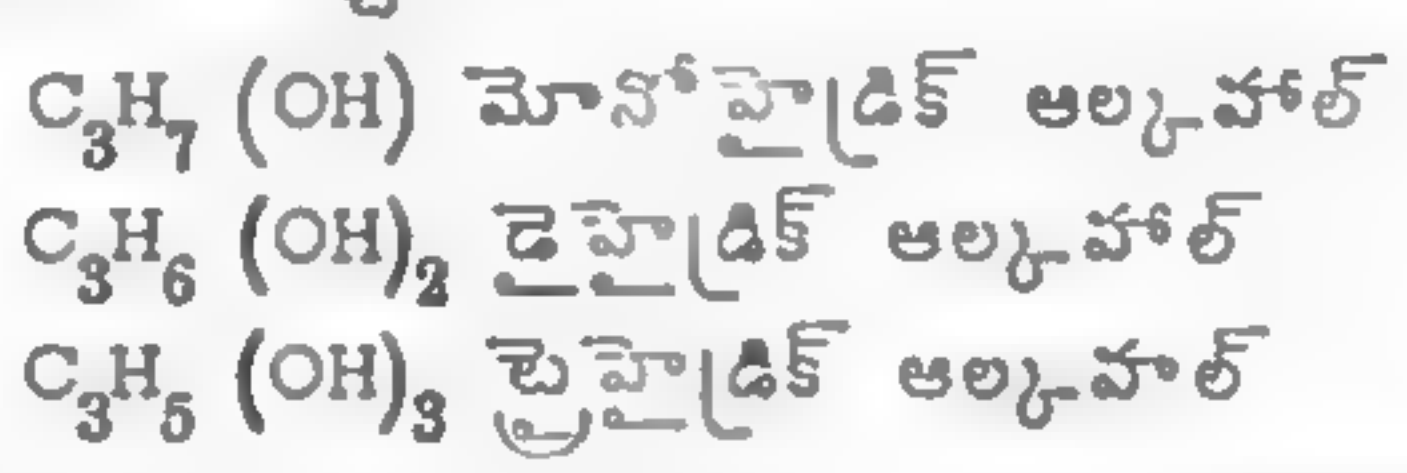
పొటాసియమ్, రుబిడియమ్, సీజియమ్ నీటితో ప్రతికరించుటలో విడుదలైన వేడి హైడ్రోజన్ మందుటకు చాలి నంత యుండును.

వీటి విశేషరాసాయనిక ప్రవృత్తివలన ఇవి విడిగా ధాతురూపమున ప్రకృతిలో దొరకవు. సముద్రపునీరు, నీటిబుగ్గలు, వృక్షములబూడిద వీటియందు లిథియమ్ పొటాసియమ్, సోడియమ్ యాగికములు మెండుగా ఉండును. సీజియమ్, రుబిడియమ్ లవణములు కలిసి ఖనిజములందు, ఉప్పుదిబ్బలందు, వృక్షభస్మములయందు దొరకును. సోడియమ్, పొటాసియమ్ లవణములు భౌమ్య

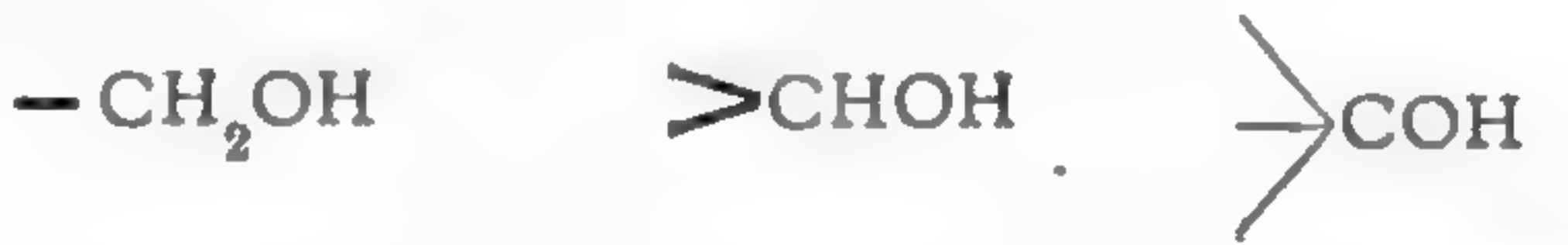
వృక్షములందును, సోడియమ్ లవణములు సముద్రవృక్షములందును ముఖ్యముగా ఉండును. ఈ ఐదు ధాతువులును ఆవర్తక్రమమందు 1a వర్గముగా అమరియున్నవి. వీటి యోజనీయత ఒకటి. శూన్యవర్గము (0 కూటమి) విడిచి మరియే ఇతరవర్గమునందును, వర్గ ఘటకములందలి సాదృశ్యము వీటియందగపడునంత గోచరించదు. ఐదింటిమధ్యను సాదృశ్యము పాచ్చుగానున్నను, వీటి రాసాయనికధర్మములనుపట్టి ఈఐదుధాతువులను మరల రెండుభాగములుగా విభజించవచ్చును. అందు మొదటివర్గములో లిథియమ్ - సోడియమ్, రెండవదానిలో పొటాసియమ్ - రుబిడియమ్ - సీజియమ్లు ఇమిడియుండును.

ఊరధాతువులలో సోడియమ్, పొటాసియమ్ విరివిగా యాగికరూపమున భూపృష్ఠమున లభించుచున్నను మిగిలినవి మాత్రము అరుదుగనే కన్పట్టును (చూ: పొటాసియమ్; లిథియమ్; సోడియమ్). టి. వి. బి. రావు.

ఆల్కహాల్ లు (మద్యసారములు): పారఫిన్ హైడ్రోకార్బన్ యొక్క అణురచనలో, ఒకటిగాని ఎక్కువగాని, హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములలో హైడ్రాక్సిల్ గణము ఆదేశముగా వచ్చినపుడు ఆ యాగికములకు ఆల్కహాల్ లని పేరు. ప్రవేశించిన హైడ్రాక్సిల్ గణముల సంఖ్యనుపట్టి ఆల్కహాల్ లను మోనోహైడ్రిక్, డైహైడ్రిక్, ట్రిహైడ్రిక్ మొదలగు తరగతులలోనికి విభజించవచ్చును :

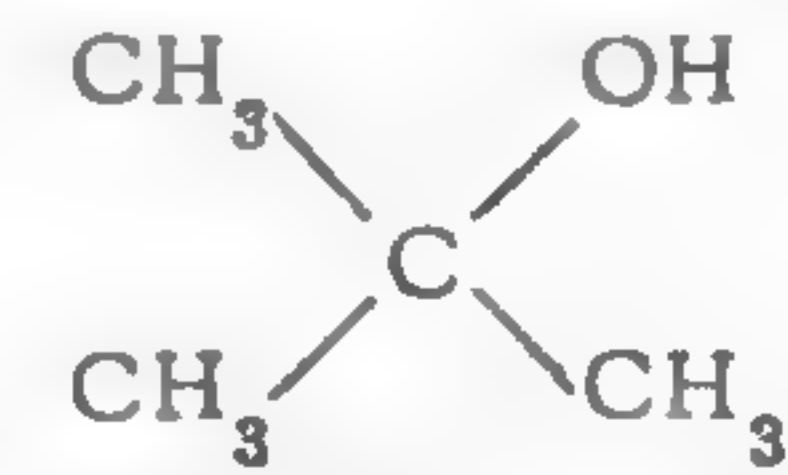


ఇదికాక హైడ్రాక్సిల్ గణముతో చేరియున్న కార్బన్ పరమాణువుతో బద్ధమైన హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంఖ్యను పట్టికూడ ఆల్కహాల్ లు ప్రైమరీ, సెకండరీ, టెర్షియరీ తరగతులుగా విభజించబడును :



ప్రైమరీ                      సెకండరీ                      టెర్షియరీ

ఉదా: బూటెన్ నుండి పుష్పన్నమయిన ఆల్కహాల్ లను  
 $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2OH$      $CH_3 \cdot CHOH \cdot CH_2 \cdot CH_3$   
 ప్రైమరీబూటైల్ ఆల్కహాల్    సెకండరీ    బూటైల్ ఆల్కహాల్



టెర్షియరీబూటైల్ ఆల్కహాల్

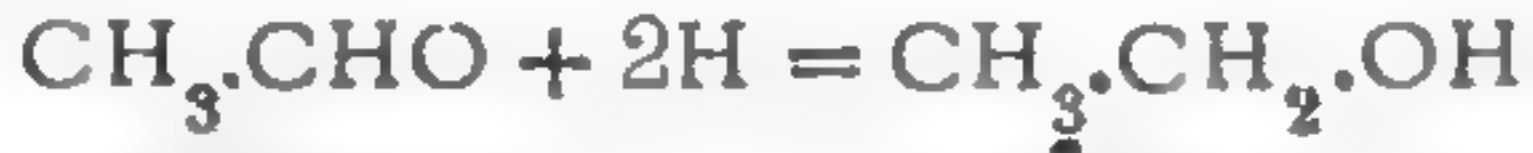
అను మూడు రకములుగా తయారు చేయవచ్చును:



రచనావిధానములు : 1. పారఫిన్ లేదా ఆల్కిల్ హేలైడ్ల జలవిశ్లేషణము:

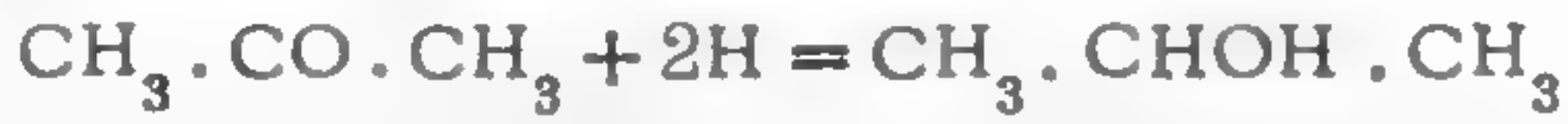


2. సోడియమ్ రసమిశ్రముతో ఆల్డిహైడ్ల, కీటోన్ల ఆక్సిహరణము. ఆల్డిహైడ్లు ప్రైమరీ ఆల్కహాల్లను ఇచ్చును :



ఆసిటాల్డిహైడ్ ఎతిల్ ఆల్కహాల్

కీటోన్ల నెకండరీ ఆల్కహాల్లను నిచ్చును.



ఆసిటోన్ లేదా డై మెథిల్ కీటోన్ ఐసోప్రోపిల్ ఆల్కహాల్

3. ఓలిఫైన్లను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్లో విలీనము చేసి దానివలన లభ్యమైన ఆల్కిల్ హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ను జలవిశ్లేషణము కావించుటవలన :



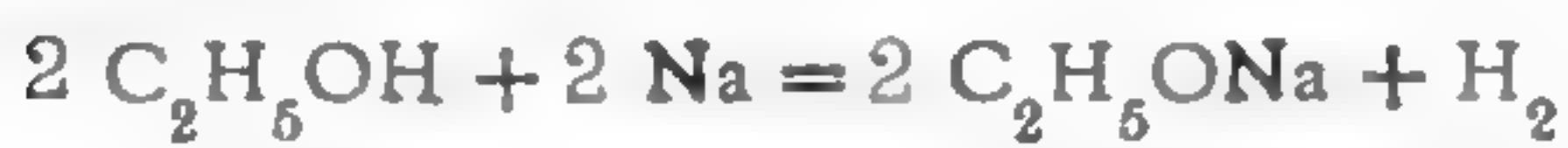
ఎతిల్



ఇది ఎతిల్ ఆల్కహాల్ను తయారు చేయుటకు పారిశ్రామికముగా వాడుకలోనున్న విధానము.

గుణములు : ఆల్కహాల్ల శ్రేణిలో మీది యాగికములు విశిష్టమైన వాసనలుగల ద్రవములు. వీటి తరువాతవి వాసనలేని ఘనద్రవ్యములు. ఈ యాగికముల క్వథనాంకములు వాటి అణుభారముతో ఎక్కువగు చుండును. చాల కార్బన్, అకర్బన ద్రవ్యములు ఆల్కహాల్లలో కరుగును.

రాసాయనిక ధర్మములు : సోడియమ్ ధాతువు ఆల్కహాల్ అణువునుండి ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును వెడలించును.



ఎతిల్

ఆల్కహాల్

సోడియమ్

ఎతిలేట్

ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ ఆల్కహాల్ను ఆల్కిల్ క్లోరైడ్గా మార్చును. ఇది ఆల్కిల్ హేలైడ్లనుండి జలవిశ్లేషణము వలన ఆల్కహాల్లను తయారుచేయు ప్రక్రియకు విరుద్ధమైనది.



గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్తో 80°C వద్ద జ్వరములవలె ఆల్కహాల్లు లవణములుగా ఏర్పడును. కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రములో ఈ లవణములకు 'ఎస్టర్' అని పేరు.



ఎతిల్ హైడ్రోజన్ సల్ఫేట్

తాపక్రమము 80°C - 150°C మధ్యనున్నప్పుడు ఎతిల్ ఆల్కహాల్ ఈతర్ గా మారును :

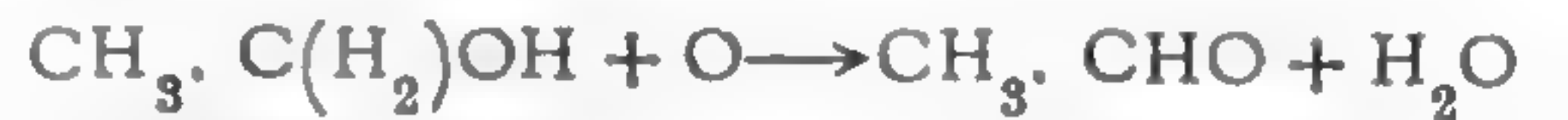


తాపక్రమము 150°C కన్న ఎక్కువగా నున్నపుడు అది అసంతృప్త హైడ్రోకార్బన్ గా మారును :



ఎతిల్

ఆక్సికరణ ఫలముగా ప్రైమరీ ఆల్కహాల్ ఆల్డిహైడ్ గను, నెకండరీ ఆల్కహాల్ కీటోన్ గను మారును.



ఎతిల్ ఆల్కహాల్

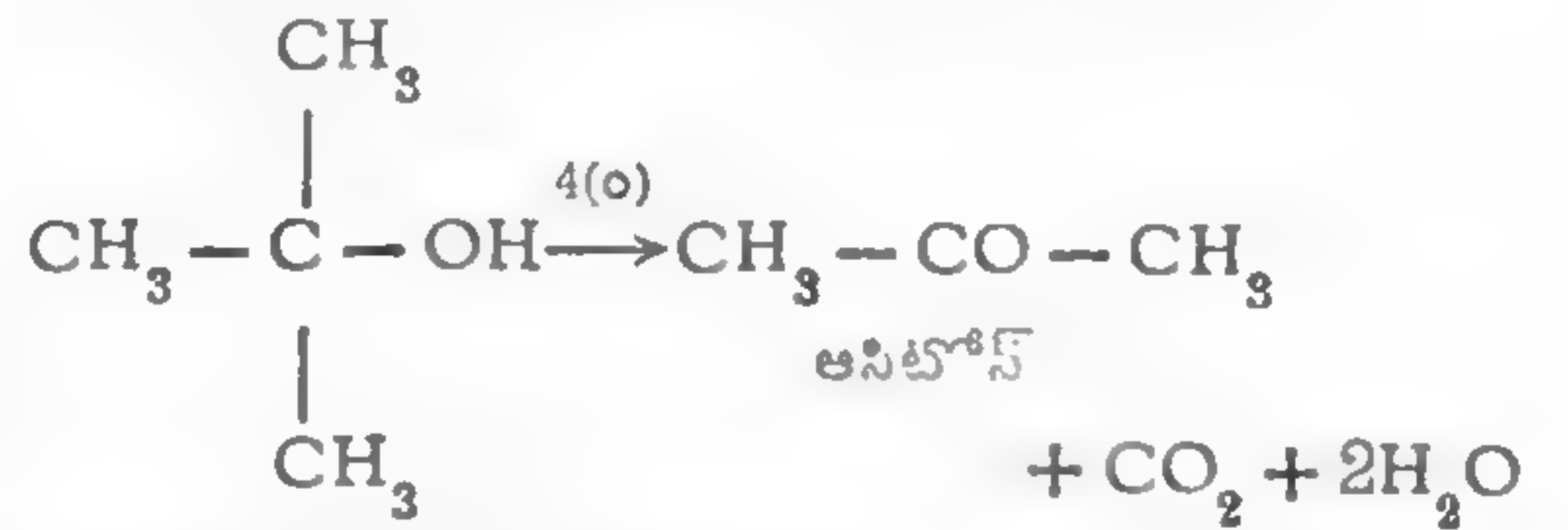
ఆసిటాల్డిహైడ్



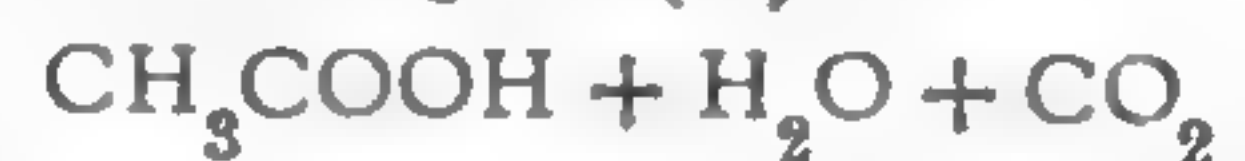
ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్

ఆసిటోన్ (కీటోన్)

ఆక్సికరణము కావించినపుడు పెర్మియరీ ఆల్కహాల్ మొదట తక్కువ కార్బన్ పరమాణువులుగల కీటోన్లుగా మారి తరువాత ఆప్లుములక్రింద విడిపోవును :



పెర్మియరీబూటైల్ ఆల్కహాల్



ఆసిటిక్ ఆసిడ్

ఆల్కహాల్ల శ్రేణి :  $CH_3OH$  మెథిల్ ఆల్కహాల్

$C_2H_5OH$  ఎతిల్ ఆల్కహాల్

$C_3H_7OH$  ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్

$C_4H_9OH$  బూటైల్ ఆల్కహాల్

$C_5H_{11}OH$  అమిల్ ఆల్కహాల్

మెథిల్ ఆల్కహాల్ : దీనికే దారుమద్యసారము అని పేరు. ముప్పై, నలభైపండ్ల క్రిందటివరకు దీనిని కర్రముక్కలనుండి, విఘటనాత్మక స్వేదనవిధానమున తయారుచేయు చుండెడివారు. ఈ ప్రక్రియలో మూడు ద్రవ్యములు లభించును. రిటార్ట్ లో మిగులు కర్రబొగ్గు, టాంకులలో సంగ్రహించబడు వాయువు, ఆ వాయువును కడుగుటకు రిటార్ట్ నకు, టాంకునకు మధ్యనుంచిన జలములో వైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్. ఈ వైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్ మెథిల్ ఆల్కహాల్, ఆసిటోన్, ఆసిటిక్ ఆసిడ్ మిశ్రము. కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ తో ఈ మిశ్రమమును కలుపుట

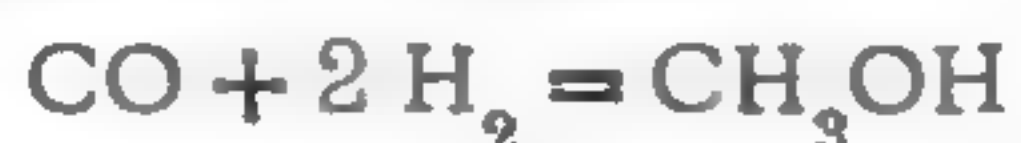


## ఆల్కహాల్లు

వలన ఆప్లుము కాల్షియమ్ ఆసిటేట్ గా మారి దానిని స్వేదించినపుడు, మెథిల్ ఆల్కహాల్ ఆసిటోన్ మిశ్రము లభించును. ఈ మిశ్రమునకు గాఢకాల్షియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము కలిపినపుడు మెథిల్ ఆల్కహాల్ కాల్షియమ్ క్లోరైడ్ యోగికము స్ఫటికములుగా వేరుగును. వాటిని విడిచి నీటితో స్వేదించినచో మెథిల్ ఆల్కహాల్ వచ్చును. స్ఫటికములు వేరుచేయగా మిగిలిన ద్రవ్యమును స్వేదించుట వలన ఆసిటోన్ లభ్యమగును ; ఇది ప్రాచీనపద్ధతి.

ఈ పద్ధతిలో చెట్లనుండి లభ్యమైన కర్ర ముడిసరకుగా నుపయోగించుచున్నది. అందువలన ఈపద్ధతిని అవలంబించిన దేశములలో కర్రకై అడవులను ఛేదించవలసి వచ్చినది. అడవులు ఆకాశమునుండి భూమిపైకి వర్షమును ఆకర్షించును. వృక్షనాశనమువలన వర్షలోపము సంభవించును. అందుచే నేడు ఈ దారుపద్ధతిని అనేక దేశములు పరిత్యజించవలసివచ్చినది.

జింకుఆక్సైడ్, క్రోమిక్ ఆక్సైడ్ల సంవర్కమున కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ మిశ్రమును 200 వాతావరణముల ప్రేషములో 350°C వద్ద వేడిచేసినప్పుడు కూడ మెథిల్ ఆల్కహాల్ ఏర్పడును :



ఈ ప్రక్రియలో థాతుఆక్సైడ్ల, ప్రేరకద్రవ్యములుగా ఆచరించును ; ఇదియే నేటి పారిశ్రామికపద్ధతి.

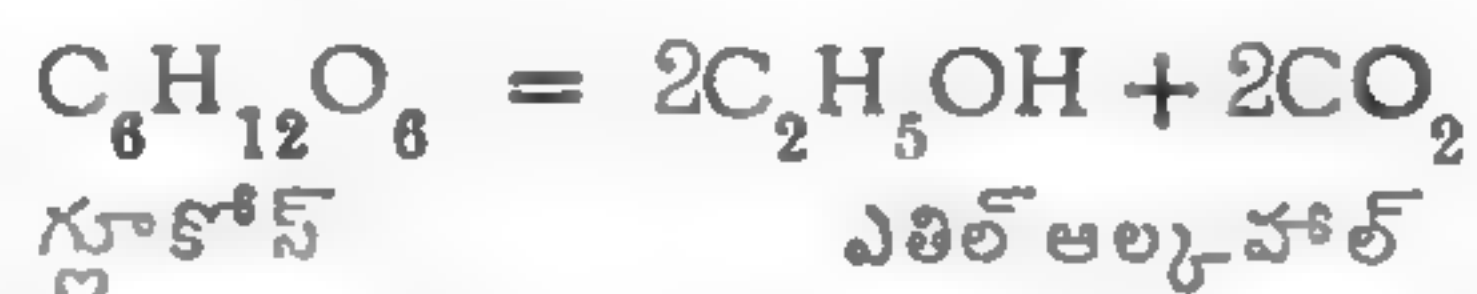
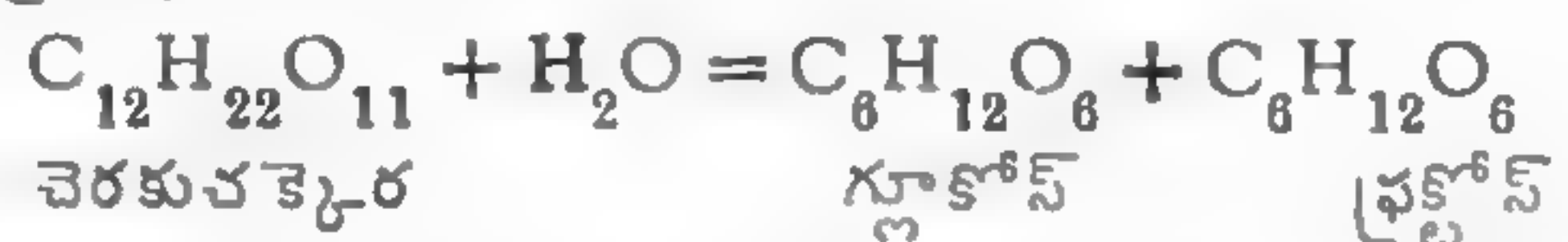
దీనికి కావల్సినముడిసరకులగు, కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ వాయువులు అడవికర్రకన్న చౌకగా లభించెడు నేలబొగ్గు, నీటిఆవిరి - ఈ రెండింటివలన సంపాద్యములగుటచే ఈ పద్ధతి ప్రచురముగా వాడుకలోనికి వచ్చినది.

ఉపయోగములు : పరిశ్రమలలో విశేషముగా ద్రావణముగాను, మెథిలేటెడ్ స్పిరిట్ తయారుచేయుటకు, ఫార్మాల్డి హైడ్ గా ఆక్సికరించుటకు, రంగులపరిశ్రమలలో, వర్ణద్రవ్యములలో మెథిల్ (CH<sub>3</sub>) గణమును ప్రవేశపెట్టుటకు ఎక్కువగా వాడుచున్నారు ; ఇది విషము.

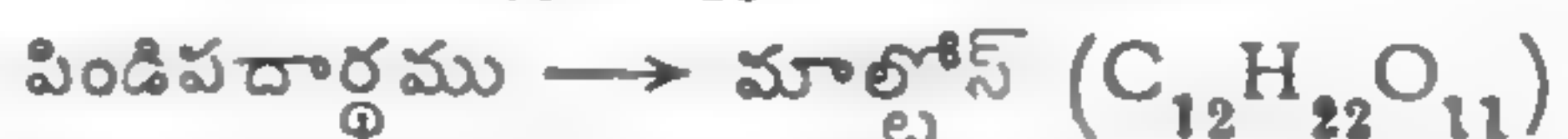
ఎతిల్ ఆల్కహాల్ : సామాన్యముగా ఆల్కహాల్ అనగా ఎతిల్ ఆల్కహాల్ అనియే అర్థము. విస్కీ, బ్రాంధీ, షాంపేన్ మొదలగు మద్యపానీయములలో నిషాను కలుగజేయు ద్రవ్యమిదియే. మెథిల్ ఆల్కహాల్ వలెగాక ఇది సులభముగా నీటిలోకరుగును. మద్యమును తయారుచేయు ప్రక్రియలతో మానవునికి ప్రాచీనకాలమునుండి పరిచయము కలదు.

ఆల్కహాల్ : పారిశ్రామిక విధానమునందుచక్కెర, పిండి పదార్థములు, ద్రావణస్థితిలో ఈస్టు అను ఎన్ జైమ్ సమక్ష

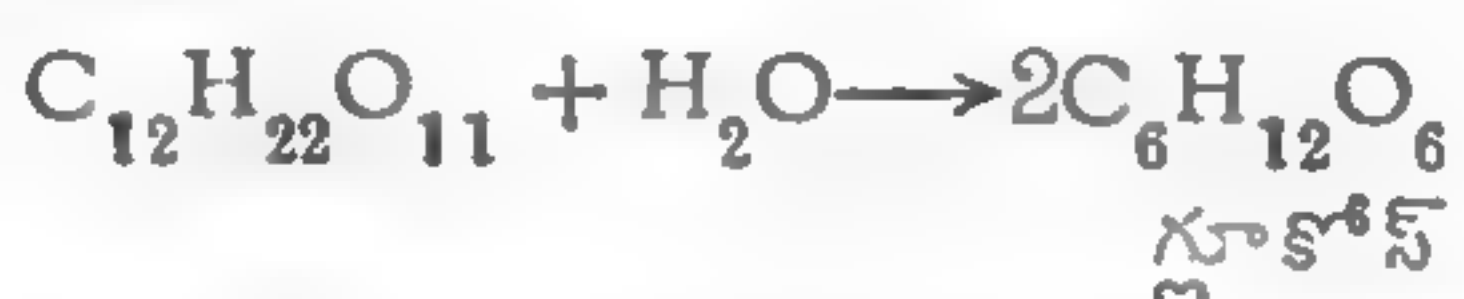
ములో ఆల్కహాల్ గా మారును. చక్కెర, లేదా చక్కెర గల ఇప్పపువ్వు, చాలనీటితో చేర్చి ఈస్టును (కల్లుమడ్డిని) కలిపి పెద్దబానలలో 30° C. తాపక్రమము వద్ద రెండు రోజులు ఉంచెదరు. ఈ కాలములో ఈస్టు అను ఎన్ జైమ్ ద్రవ్యముయొక్క ప్రేరకప్రభావమున చెరకు, చక్కెర లేదా ఇప్పపువ్వుసారములో చక్కెర మొదట గ్లూకోస్ ఫ్రక్టోస్ లుగా మారి, ఆ గ్లూకోస్ (ఫ్రక్టోస్) మరల ఆ ఎన్ జైమ్ ప్రభావమువలననే ఆల్కహాల్ గా మారును. ఈ పులియబెట్టు ప్రక్రియకు కిణ్వప్రక్రియ (చూ. కిణ్వ ప్రక్రియ) అని పేరు.



పిండిపదార్థములను మొదట నీటిలో ఉడకపెట్టవలయును. ఈ పిండియొక్క ద్రావణమునకు మాల్టును కలిపెదరు (తడిపిన బార్లీ ధాన్యమునుండి మొలకలు జనించును. ఈ మొలకలను నీడనారబెట్టి వాటినుండి నీటితోతీసిన సారమునకు మాల్టు అనిపేరు). ఈ మాల్టులో డై ఎస్టేస్ అను ఎన్ జైమ్ ఉండును. ఇది పిండిని మాల్టు పంచదార లేదా మాల్టోస్ గా మార్చగలదు. ఈ మాల్టోస్ చెరకు చక్కెరయొక్క అణుసాంకేతికమునే కలిగియున్నను రచనలో దానికన్న భిన్నముగా నుండును.



ఈ మాల్టోస్ అణువు ఈస్టులోనున్న మాల్టేస్ అను ఎన్ జైమ్ ప్రభావమువలన రెండు గ్లూకోస్ అణువులుగా మారును.



ఈ గ్లూకోస్ మరల పైనిచెప్పిన విధముననే ఆల్కహాల్, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ లక్రింద విడిపోవును. ఏ ద్రవ్యమునుండి తయారైనను మొదటి మద్యసారములో 30% కన్న ఎక్కువ ఎతిల్ ఆల్కహాల్ ఉండదు. అంశిక స్వేదనప్రక్రియను ఉపయోగించి 90% ఆల్కహాల్ గల ద్రవమును సంపాదించురు. ఈ ద్రవమునకే 'రెక్టిఫైడ్ స్పిరిట్' అని పేరు. ఇందులో మిగిలియున్న 4% నీటిని తీసివేయుటకు ఈ ద్రవమును పొడిసున్న ముతోగాని, లేదా కాల్షియమ్ థాతువుతోగాని స్వేదించురు. 100% ఆల్కహాల్ గల ద్రవమునకు అబ్సల్యూట్ (నిర్జల) ఆల్కహాల్ అని పేరు.

90% ఆల్కహాల్ గల మద్యసారమునుండి నిర్జల ఆల్కహాల్ ను తయారుచేయుటకొక నవీనపద్ధతికలదు. 4%



నీటితో కలిసియున్న ఆల్కహాల్ నకు బెన్జిన్ ద్రవమును కలిపి ఆ మిశ్రమును స్వేదింతురు. ఈ మిశ్రమునుండి మొదట ఆల్కహాల్ + బెన్జిన్ + నీరు గల త్రిఘటక మిశ్రద్రవ్యము 64-85°C వద్ద సంగ్రహణపరికరములో ద్రవముగా లభ్యమగును. తరువాత బెన్జిన్ + ఆల్కహాల్ గల ద్విఘటకమిశ్రద్రవ్యము 68-25° C వద్ద దిగును. ఆ తరువాత 78.3° C వద్ద అతిశుద్ధమైన ఆల్కహాల్ స్రవించును.

ఉపయోగములు : రెసిన్ లకు మంచి ద్రావమగుటచే దీనిని పూతరంగులు తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు చున్నారు. ముఖ్యముగా ఇది బాషధములుగా వాడుకలో నున్న టెంక్ లు, క్రిమిహరద్రవ్యములు, సుగంధవస్తువులు, సున్నిత రాసాయనిక ద్రవ్యములు, రంగులు, సిరాలు మొదలగు వివిధపారిశ్రామికసామగ్రిని తయారుచేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. ఈతర్, క్లోరోఫార్మ్, ఎస్టర్ మొదలైన రాసాయనిక ద్రవ్యములను తయారుచేయుట యందిది ముడిద్రవ్యము :

ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్ ( $C_3H_7OH$ ) : నార్మల్, సెకండరీ, అను రెండుసమాంగరూపములలో నున్నది.



ఎథిల్ ఆల్కహాల్ ను ఆంశిక స్వేదనము కావించినపుడు చివరను ద్రవీభవించుభాగమగు ప్యూసెల్ ఆయిల్ లో నార్మల్ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్ కొంత ఉండును. దీనికి అంత పారిశ్రామికప్రాముఖ్యము లేదు.

సెకండరీ ఆల్కహాల్ నకు ఉపయోగము ఎక్కువ. దీనిని ఆసిటోన్ గా ఆక్సికరింతురు. నేలబొగ్గును విఘటనాత్మక స్వేదనమునకు గురిచేసినపుడుగాని, రాతినూనెను క్రాక్ చేసినపుడుకాని లభ్యమగు ప్రోపిలిన్ (అసంతృప్త హైడ్రో కార్బన్) ను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో విలీనము కావించి ఆద్రావణమును ఆంశిక స్వేదనము కావించినచో ఇది లభ్యమగును.

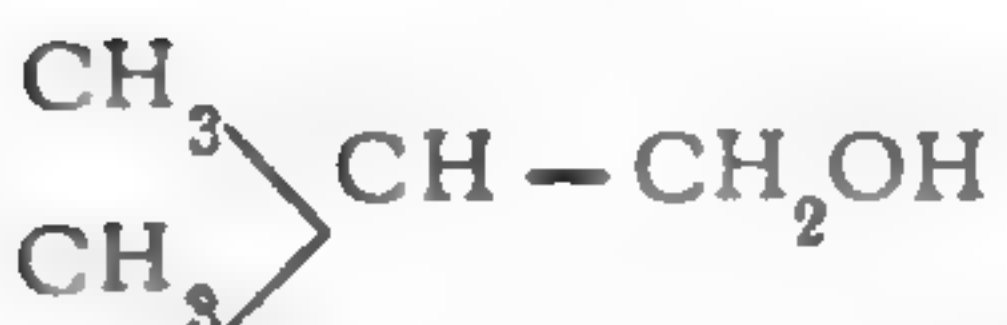
బూటైల్ ఆల్కహాల్ : దీనికి నాలుగు సమాంగరూప ములు కలవు :



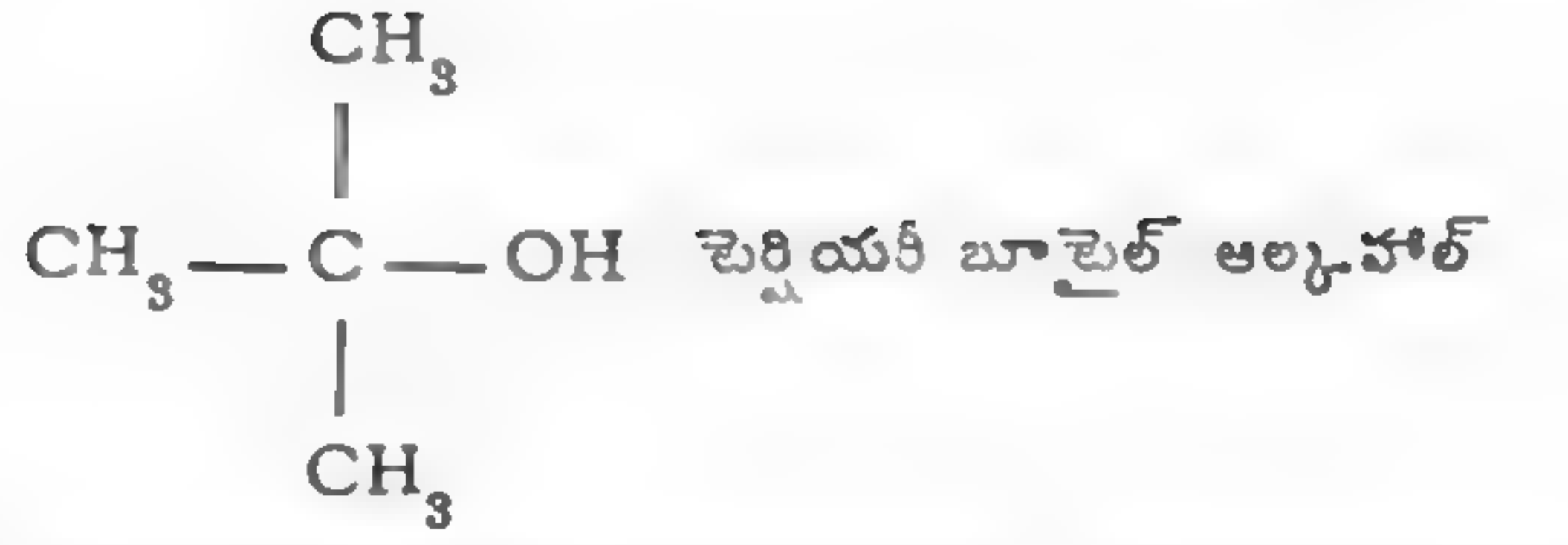
నార్మల్ బూటైల్ ఆల్కహాల్ (ప్రైమరీ)



సెకండరీ బూటైల్ ఆల్కహాల్

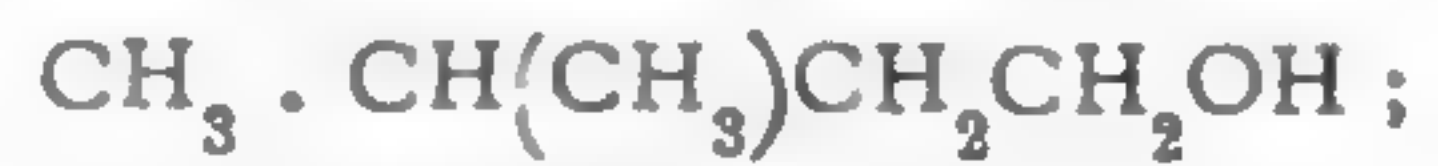


ఐసోప్రైమరీ బూటైల్ ఆల్కహాల్



పై రెండవరూపమునందు మూడవకార్బన్ పరమాణువు అసౌష్ఠ్యవగుణము కలది. అందువలన ఈబూటైల్ ఆల్కహాల్ లో మొట్టమొదట మనకు ఆల్కహాల్ శ్రేణిలో కాంతి చైతన్యముగల యౌగికము తారసిల్లినది (చూ. కాంతి చైతన్యము).

ఆమిల్ ఆల్కహాల్ ( $C_5H_{11}OH$ ) : ఈ సాంకేతికము గల ఎనిమిది సమాంగరూపములు గలవు. వీటిలో క్రింది అణుసాంకేతికములు కలవి ముఖ్యము :



ఐసోఆమిల్ ఆల్కహాల్

I



ఆక్టిల్ ఆమిల్ ఆల్కహాల్

II

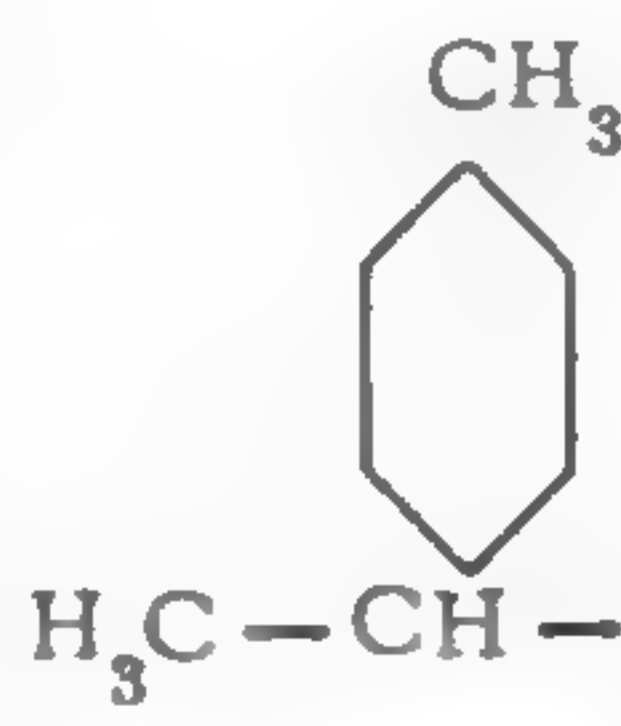


టెర్షియరీఆమిల్ ఆల్కహాల్.

III

మొదటిరెండును ప్యూసెల్ ఆయిల్ లో ఉండును. టెర్షియరీ ఆల్కహాల్ కర్పూరపువాసనను కలిగియుండును. సామాన్యఆమిల్ ఆల్కహాల్ మొదటి రెండింటిమిశ్రము. దీనిని ముఖ్యముగా సెల్యులోస్ ను ద్రావణముగా నొనర్చు ఆమిల్ ఎస్టర్ లను తయారుచేయుటకై ఉపయోగింతురు. వివిధరకములగు ఆమ్లములతో సంయోగించగావచ్చిన దీని ఎస్టర్ లు ఆపిల్, బనానా, అనాస మొదలగు పండ్ల కున్న వాసనలను కలిగియుండును. వీటిని చక్కెరమిఠాయిని, షర్బత్తులను తయారుచేయుటలో వాడుదురు. ఐ.ఎన్.ఆర్.

ఆరెమాటిక్ ఆల్కహాల్ లు : ఆలిఫాటిక్ ఆల్కహాల్ లనుబోలు బెన్జిన్ ప్యూతృన్న



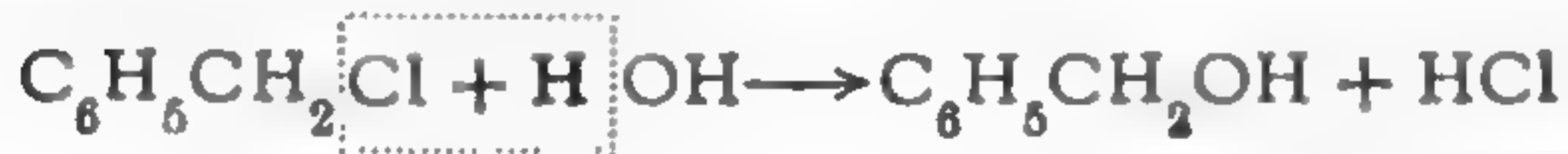
బర్థమై ఉండును.

బెన్జిల్ ఆల్కహాల్ ( $C_6H_5CH_2OH$ ) : ఇచ్చట కూడ ఆలిఫాటిక్ ఆల్కహాల్ లలో వలె ప్రైమరీ, సెకండరీ, టెర్షియరీ తరగతులలోనికి విభజన అన్వయించును. ఈ ఆల్కహాల్ లనుండి ప్యూతృన్నమైన ఈతర్ లుకూడ కలవు. బెన్జిల్ మెథిల్ ఈతర్ ( $C_6H_5CH_2OCH_3$ ). ఆలిఫాటిక్ ఈతర్ లను తయారుచేయుపద్ధతులనే ఇచ్చటకూడ వాడుక చేయవచ్చును.



## ఆల్కైల్ సైనైడ్లు

ఆరోమాటిక్ ఆల్కహాల్లను తయారుచేయు పద్ధతి కూడ, ఆలిఫాటిక్ ఆల్కహాల్లయొక్క విరచనకు ఉపయోగించునదియే. బెన్జిల్ క్లోరైడ్ ( $C_6H_5CH_2Cl$ ) యాగికమును జలవిశ్లేషణముకావించి బెన్జిల్ ఆల్కహాల్ ను తయారుచేయవచ్చును :



పి. ఎన్. ఆర్.

ఆల్కైల్ సైనైడ్లు : హైడ్రోకార్బన్లోనున్న హైడ్రోజన్ కి బదులుగా సైనోజన్ గణముడన్న యాగికములు సైనైడ్లని ఐసోసైనైడ్లని రెండు తరగతులుగా నున్నవి. ఈ రెండును సమాంగ రూపములు. వీటి సాధారణ యోజనీయతా సాంకేతికములు :



ఆల్కైల్ సైనైడ్



ఆల్కైల్ ఐసోసైనైడ్

(ఇచ్చట  $R =$  ఆల్కైల్ గణము)

ఈ రెండు తరగతులకు క్రమముగా నైట్రైల్లు, ఐసోనైట్రైల్లు అనికూడ పేర్లుగలవు. ఐసోనైట్రైల్లు కార్బైల్ ఎమిన్ అనికూడ పిలువబడును. నైట్రైల్ల జలవిశ్లేషణమువలన ఆమ్లములు లభ్యమగును గనుక వాటిపేర్లు అవి ఇచ్చు ఆసిడ్లనుబట్టి ఉండును :



మెథిల్ సైనైడ్

(ఆసిటో

నైట్రైల్)



ఎథిల్ సైనైడ్

(ప్రోపియో

నైట్రైల్)



మెథిల్ ఐసో

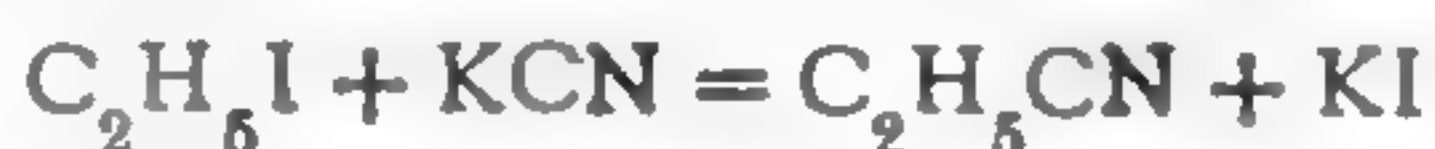
సైనైడ్ (మెథిల్

కార్బైల్ ఎమిన్)



ఎథిల్ ఐసో సైనైడ్ లేదా ఎథిల్ కార్బైల్ ఎమిన్

తయారుచేయు విధానము : ఆల్కైల్ సైనైడ్లను తయారుచేయు విధానములు రెండు ; ఆల్కైల్ హైలైడ్లను పొటాసియమ్ సైనైడ్తో వేడిచేయుట వలన :



ఆసిడ్ ఎమైడ్లనుగాని, ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్ అమోనియమ్ లవణములను గాని ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్తో స్వేదించుటవలన :



ఆసిటెమైడ్

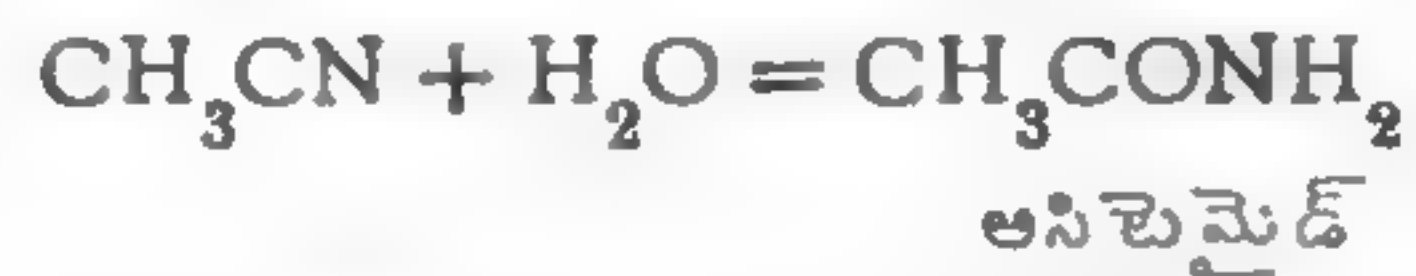
మెథిల్ సైనైడ్



అమోనియమ్ ఆసిటేట్

గుణములు : సువాసనగల విషద్రవములు. వీటిని ఉపయోగించి కార్బన్ యాగిక శృంఖలయందు ఇంకొక కార్బన్ పరమాణువును ప్రవేశపెట్టుటకు వీలుండుటచే, ఇవిచాల ప్రధానములైన సంయోజనసాధనములు.

ఇవి జలవిశ్లేషణమువలన మొదట ఎమైడ్లుగాను, తుదకు ఆసిడ్లుగాను మారును :



ఆసిటెమైడ్



అమోనియమ్ ఆసిటేట్ .

సోడియమ్, ఆల్కహాల్ మిశ్రము (సద్యోజాత హైడ్రోజన్తో) ఆక్సిహరించినచో ప్రైమరీ ఎమిన్లు లభ్యమగును.



ఎథిల్ ఎమిన్

శృంఖలమును పొడిగించు ప్రక్రియకు ఉదాహరణము :



మెథిల్ ఆల్కహాల్ మెథిల్ అయైడైడ్ మెథిల్ సైనైడ్



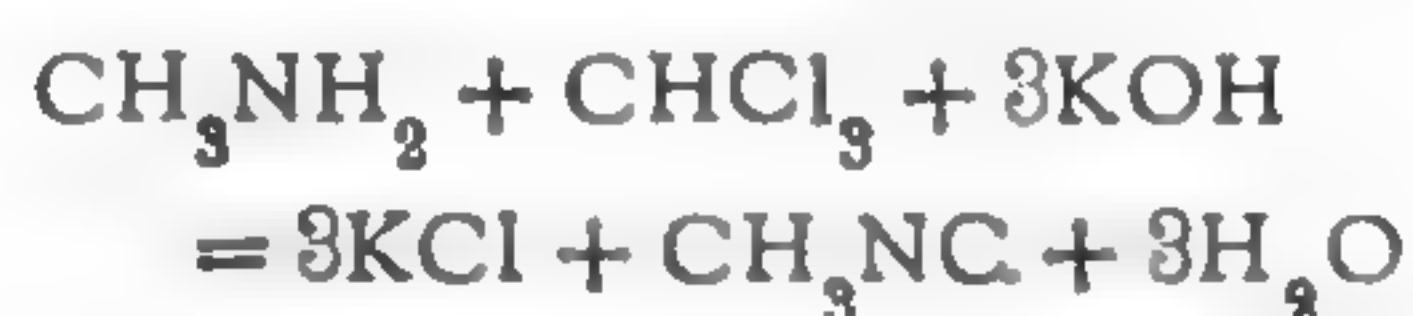
ఎథిల్ ఎమిన్

ఎథిల్ ఆల్కహాల్

ఐసోసైనైడ్ల రచన : ఆల్కైల్ హైలైడ్ను సిల్వర్ సైనైడ్తో స్వేదించుట వలన ఐసోసైనైడ్ లభ్యమగును.



కార్బన్ ఎమిన్ ప్రతిక్రియ : క్లోరోఫార్మ్, ఆల్కహాల్ పొటాష్, ప్రైమరీ ఎమిన్ మిశ్రమును వేడిచేయుట వలనకూడ ఇవి జనించును :

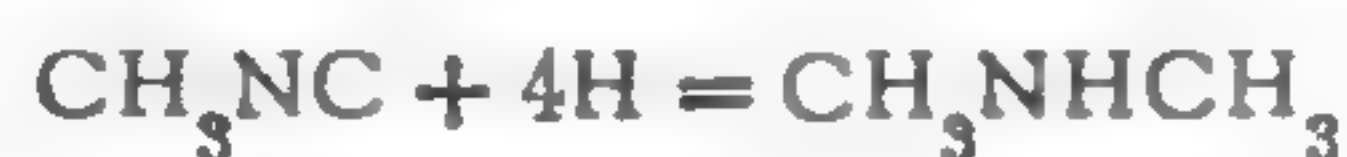


ఈ కార్బైల్ ఎమిన్ దుస్సహమైన వాసనగలది యగుటచే ప్రైమరీఎమిన్లుగాని, క్లోరోఫార్మ్లుగాని గుర్తించుటకు ఇది ఉపయోగించును.

గుణములు : ఇవి దుర్వాసనగల విషద్రవములు. జలవిశ్లేషణమువలన (హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ సన్నిధిలో) ప్రైమరీ ఎమిన్, ఫార్మిక్ ఆసిడ్లు ఏర్పడును :



ప్రబలి ఆక్సిహరణ ద్రవ్యములుగా కార్బైల్ ఎమిన్లను నెకండరీ ఎమిన్లుగా మార్చును.



ఆల్కైల్ సైనైడ్, ఐసోసైనైడ్ సమాంగరూపత : వీటి గుణపరీక్ష వలన ఐసోసైనైడ్లలో నైట్రోజన్ పరమాణువు ఆల్కైల్ గణమునకు చెందినకార్బన్ పరమాణువుతో నూటిగా కలిసియున్నట్లును, సైనైడ్లలో అది మరియొక



కార్బన్ పరమాణువు ద్వారా కలిసి యున్నట్లును ఊహించ వలసియున్నది :



పారాకోర్ విలువలు, రామన్ ఫలితములు ఈ ప్రమాణ ములనుబట్టి వాటి ఎలక్ట్రాన్ రచనలనిట్లు తెలుపవచ్చును:



మెథిల్ ఐసోసైనైడ్ లో మామూలుగా నాలుగు ఎలక్ట్రాన్ లచే ఏర్పడిన రెండు సమయోజనీయ బంధములు గాక హైట్రోజన్ పరమాణువులచేతనే వితరించబడిన మరి రెండు ఎలక్ట్రాన్ లచే ఏర్పడిన సహకార సమయోజనీయ బంధముకూడ నొకటి కలదు.

ఆల్కిల్ హైలైడ్ నుండి పొటాసియమ్ సైనైడ్ చర్య వలన సాధారణ సైనైడ్ ను, సిల్వర్ సైనైడ్ చర్యవలన ఐసోసైనైడ్ ను ఏర్పడుచున్నవి గనుక ఈ రచనాభేదము ఆ అకర్షణ సైనైడ్ లలో ఉన్నట్లు ఊహించవచ్చును :



ఉన్నత తాప్రకమములో రెండురకముల ఆల్కిల్ సైనైడ్ లును ఒకదానిలోని కొకటి మారి సమతాస్థితిలో ఉండును :



ఈ యోగికముల కన్నిటికి జనకద్రవ్యమగు హైడ్రో సైనిక్ ఆసిడ్ యొక్క అణురచనయందే ఈ రచనా ద్వైవిధ్యమున్నట్లు తోచును.  $H-C \equiv N$  లేదా  $C \equiv N-H$  కాని, హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఈ రెండు రచనలమధ్య అచింత్యవేగముతో స్పందించు చుండుటచే ఈ భిన్నరూపములను విడదీయుటకు వీలులేదు. అందువలన సమతాస్థితిలోనున్న ఈ రెండు సమాంగ రూపముల మిశ్ర ముగా హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ ఉండునని భావించవలెను. హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ యొక్క అణురచన చలాంగ సమ రూపతకు చక్కనిదృష్టాంతము (చూ. సమాంగరూపత-ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్) మే. వ. స.

ఆల్టర్నెటింగ్ కరెంట్ : చూ. ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము, పు. 200.

ఆల్టర్ కుర్ట్ : జర్మను రాసాయనికుడు. కేల్ యూనివర్సిటీయందు డాక్టరేట్ పట్టమును పొందెను. ఈతడు డీల్స్ శిష్యుడు. కేల్ లో 1934 లో ఆచార్యత్వ మును నిర్వహించి కొలోన్ లో కెమికల్ టెక్నాలజీ సంస్థలో ఆచార్యపీఠమును అలంకరించెను. 1950 లో డీల్స్ తోపాటు 'డైయూన్' సంయోజనకై ఇతనికి కూడ నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది. ఈతడు ఈ రకపు యోగికముల(డైయూన్లు) దిక్ రాసాయనిక శాస్త్రమును, ఆ ప్రక్రియ యందు గోచరించు శక్తి వినిమయమును విశదీకరించెను. మే. వ. స.

ఆల్డిహైడ్లు, కీటోన్లు : ఈ రెండురకముల యోగిక ములును ఆల్కహాల్ లయొక్క ఆక్సీకరణ ఫలితములే. ప్రైమరీ ఆల్కహాల్ ల నుండి ఆల్డిహైడ్ లను, సెకండరీ ఆల్కహాల్ ల నుండి కీటోన్ లను ఉత్పన్నము లగును. ఈ రెండు రకముల యోగికములందును కార్బోనిల్ ( $-CO-$ ) గణము విధిగా నుండును. ఈ కార్బోనిల్ గణమునకు ఒకప్రక్క ఆల్కిల్ గణము, ఇంకొకప్రక్క హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఉన్నచో ఆల్డిహైడ్ ను, రెండు ప్రక్కలను ఆల్కిల్ గణములున్నచో కీటోన్ లును ఏర్పడును :

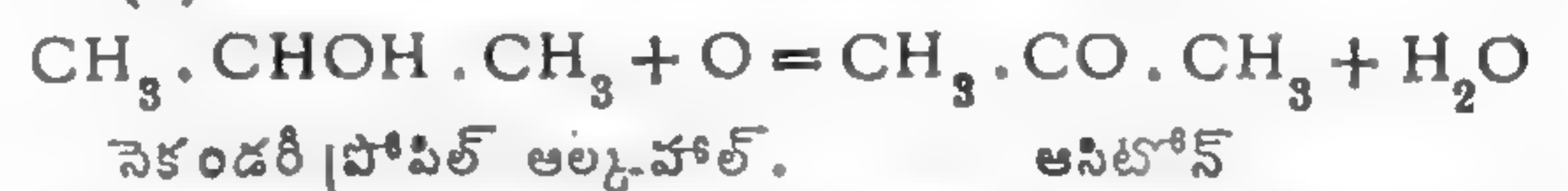


ఇచ్చట  $R, R_1, R_2$  అనునవి ఆల్కిల్ గణములకు గుర్తులు. ఈ రెండుతరగతుల యోగికములకును కార్బో నిల్ గణము సామాన్యముగానుండుటయే వీటికి కొన్ని సమాన రాసాయనిక ధర్మములు ఉండుటకు కారణము. ఆల్డిహైడ్ లలో ఒకవైపు ఆల్కిల్ గణమునకుబదులుగ హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఉండుట, ఈ రెండుతరగతుల యోగికముల భిన్నధర్మములకు కారణము.

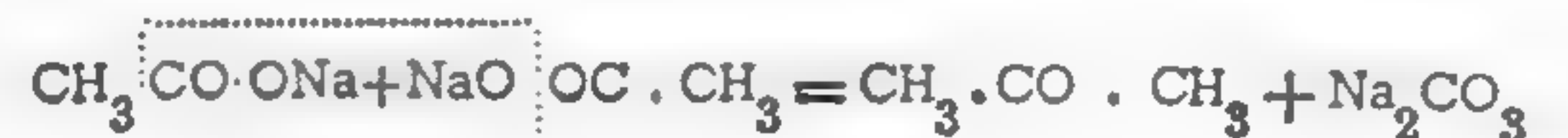
రచనావిధానములు : రచనావిధానములందుకూడ ఈ రెంటికిని చాలసాదృశ్యము కలదు. 1. ఆల్కహాల్ ల ఆక్సీ కరణము - (a) ప్రైమరీ ఆల్కహాల్ లనుండి ఆల్డిహైడ్ :



(b) సెకండరీ ఆల్కహాల్ నుండి కీటోన్ :



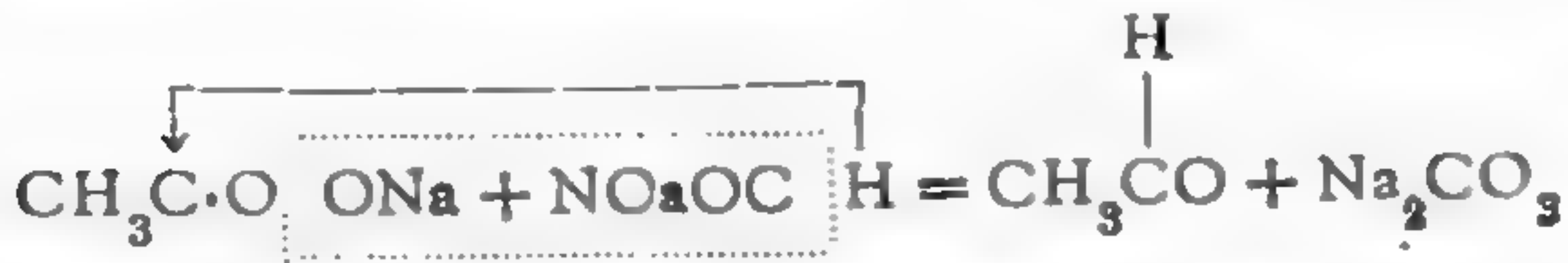
2. పారఫిన్ కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్ ల కార్బోయిమ్ లవణ ములను (a) ప్రత్యేకముగా స్వేదన మొనరించినపుడు కీటోన్ ఏర్పడును :



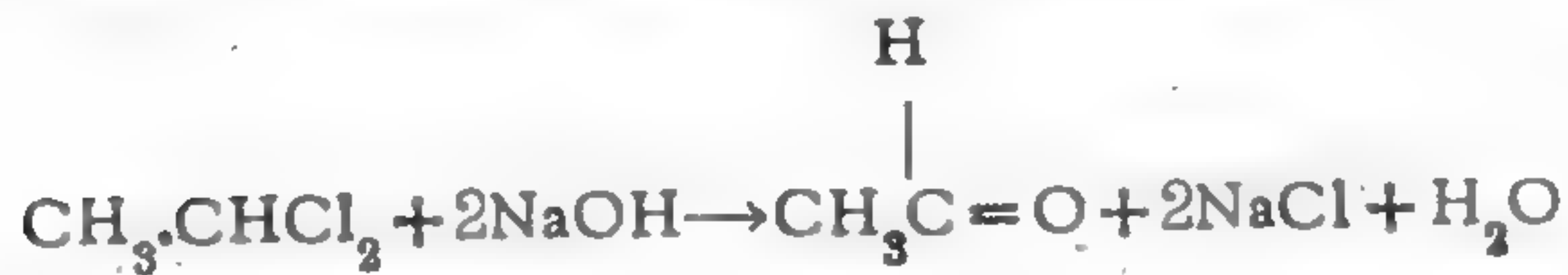


ఆల్డిహైడ్లు, కీటోన్లు

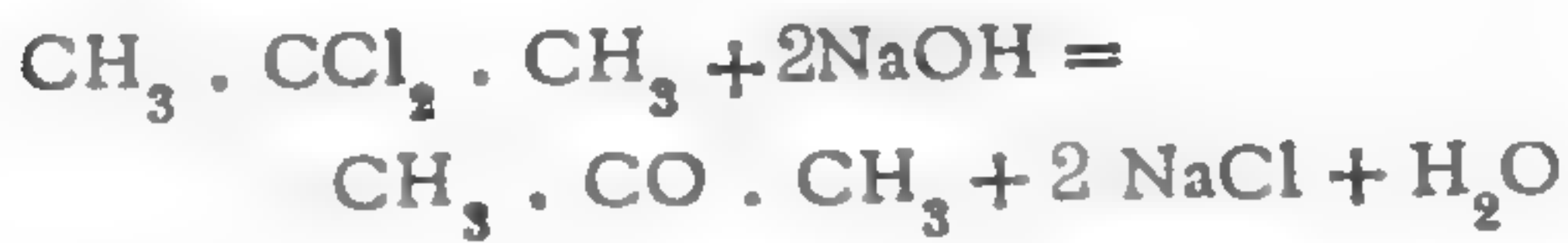
(b) కాల్షియమ్ ఫార్మేట్ తో కలిపి స్వేదన మొనరించి నపుడు ఆల్డిహైడ్లు ఏర్పడును :



3. రెండు హేలోజన్ పరమాణువులు ఒకే కార్బన్ పరమాణువుతో కలిసియున్న దై హేలైడ్ల జలవిశ్లేషణము వలన (a) రెండు హేలోజన్ పరమాణువులును యోగికపు గొలుసు చివరనున్నప్పుడు ఆల్డిహైడ్లు ఏర్పడును:



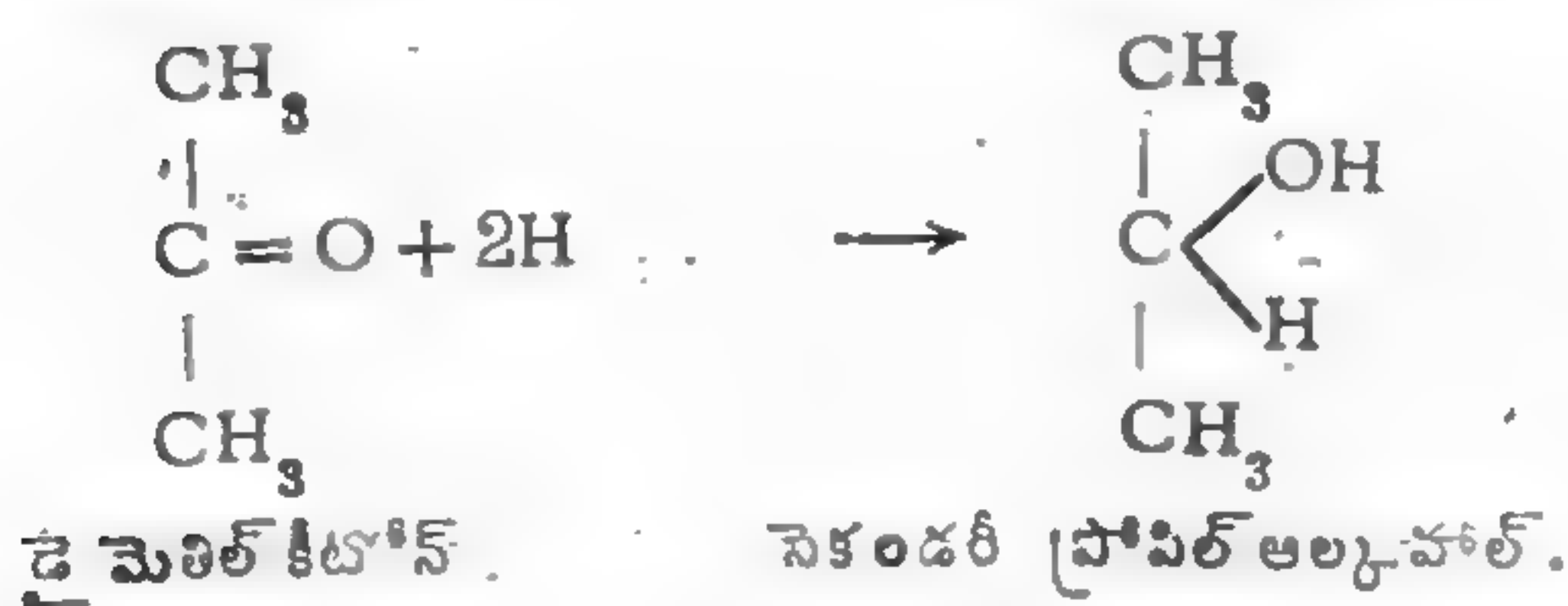
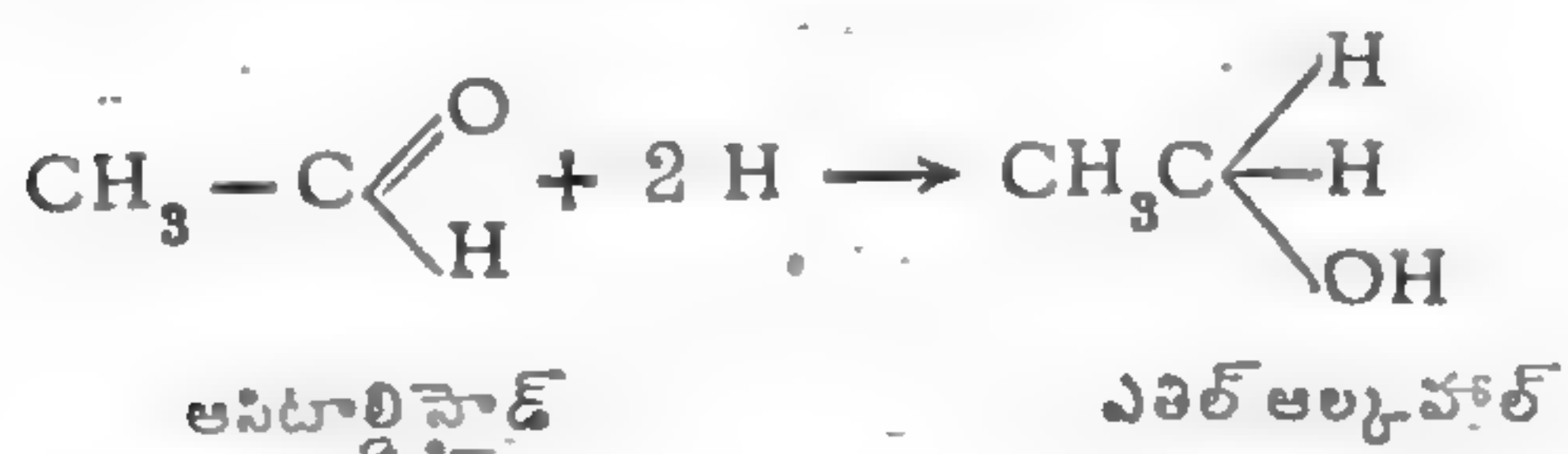
(b) రెండు హేలోజన్ పరమాణువులును యోగికము మధ్యనున్న కార్బన్ పరమాణువుతో బద్ధమైయున్నపుడు కీటోన్ సంభవించును.



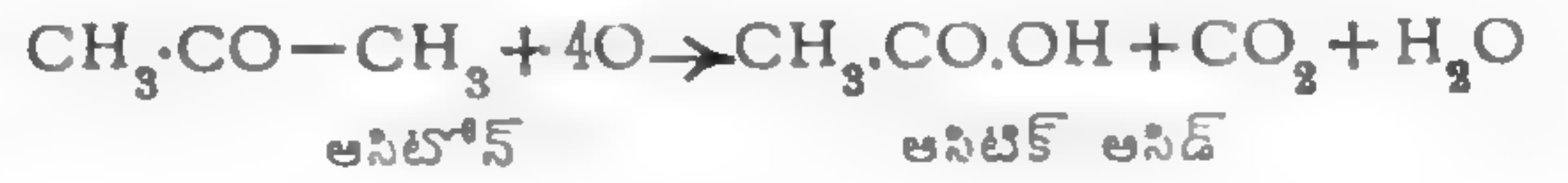
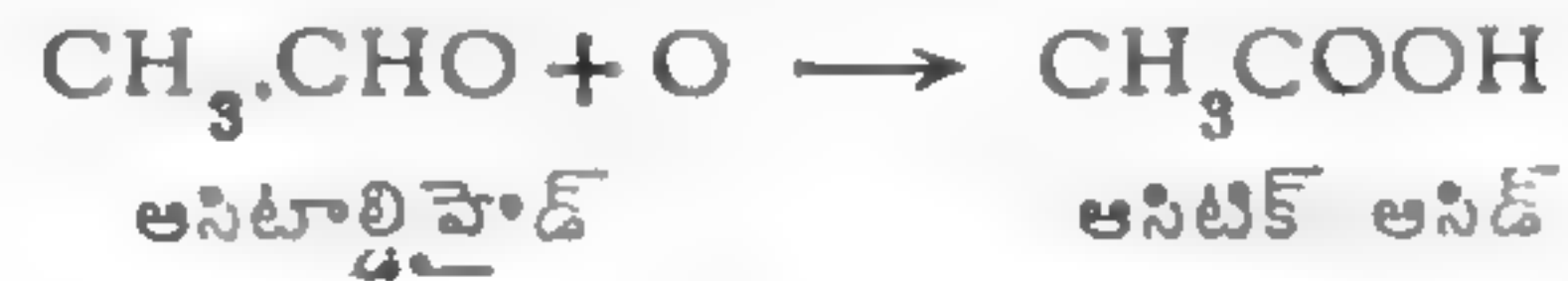
భౌతికధర్మములు : శ్రేణిలో మొదటి యోగికములు (ఫార్మాలిహైడ్ తప్ప) విశిష్టవాసనలుగల ద్రవములు. అల్కహాల్ ల క్వథనాంకములకన్న వీటిని చాలతక్కువ. స్వల్పఅణుభారముగల యోగికములు నీటిలో కలియును.

రాసాయనికధర్మములు : ఈ రెండిటికిని సామాన్యముగానున్న రాసాయనిక ప్రక్రియలు రెండుతరగతులుగా నున్నవి. 1. అసంతృప్తమై (అనగా ద్విబంధబద్ధమై) యున్న కార్బన్ - ఆక్సిజన్ బంధము ( $-\text{C}=\text{O}$ ) హైడ్రోజన్ పరమాణువుతో కలిసి సంతృప్తమైన ( $-\text{C}-\text{O}-\text{H}$ ) బంధముగలదగుట. 2. కార్బోనిల్ ( $-\text{CO}$ ) గణములో నున్న ఆక్సిజన్ నీరుగా బయటికి వెడలుట. ఈ రెండవ సందర్భమునందు రెండుమూడు యోగికాణువులు కలిసి యొక సంహతాణువు ఏర్పడును ;

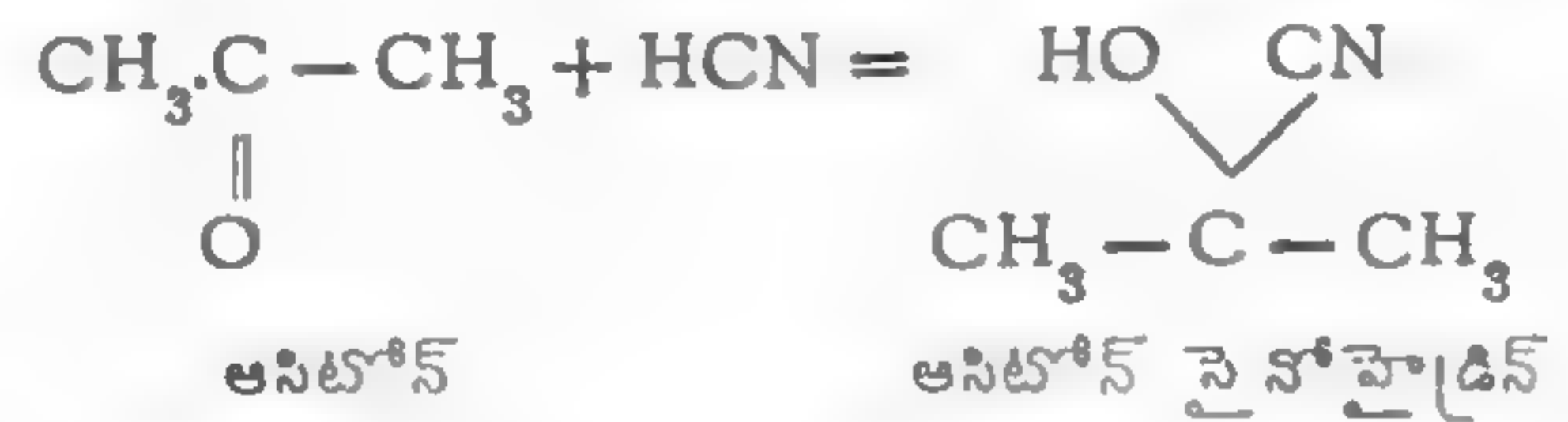
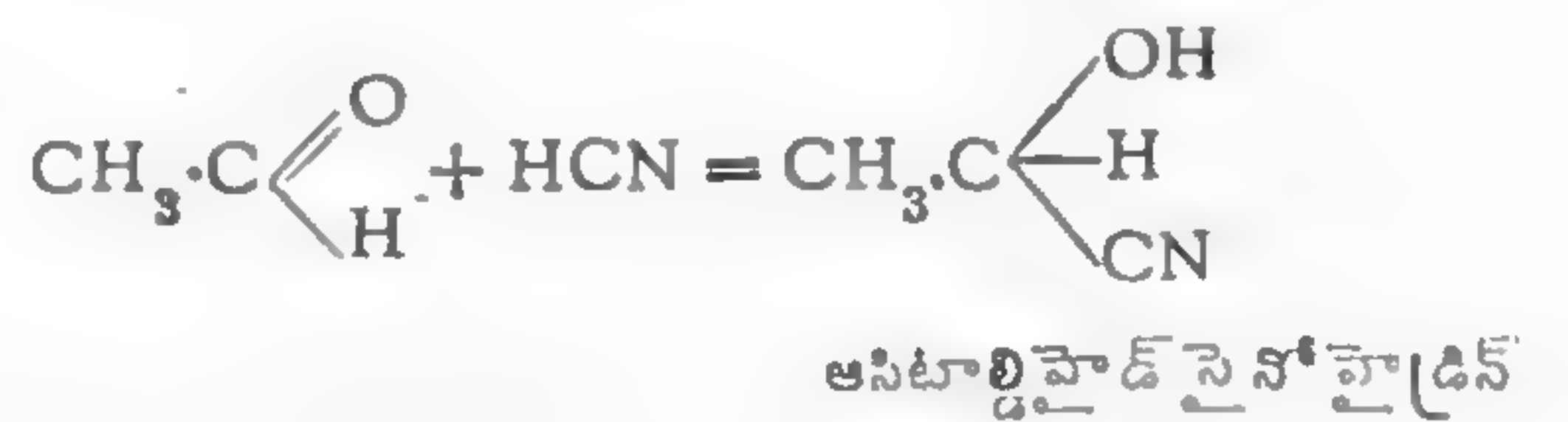
1. (a) సంతృప్త యోగికములు ఏర్పడుట :



(b) ఆక్సికరణమువలన కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లు ఏర్పడును. ఆల్డిహైడ్లు వాటి కార్బన్ పరమాణుసంఖ్య తగ్గకుండా ఆక్సికరించబడును. కీటోన్లు తక్కువ కార్బన్ పరమాణుసంఖ్యగల ఆక్సికృతవ్యుత్పన్నములను ఇచ్చును :

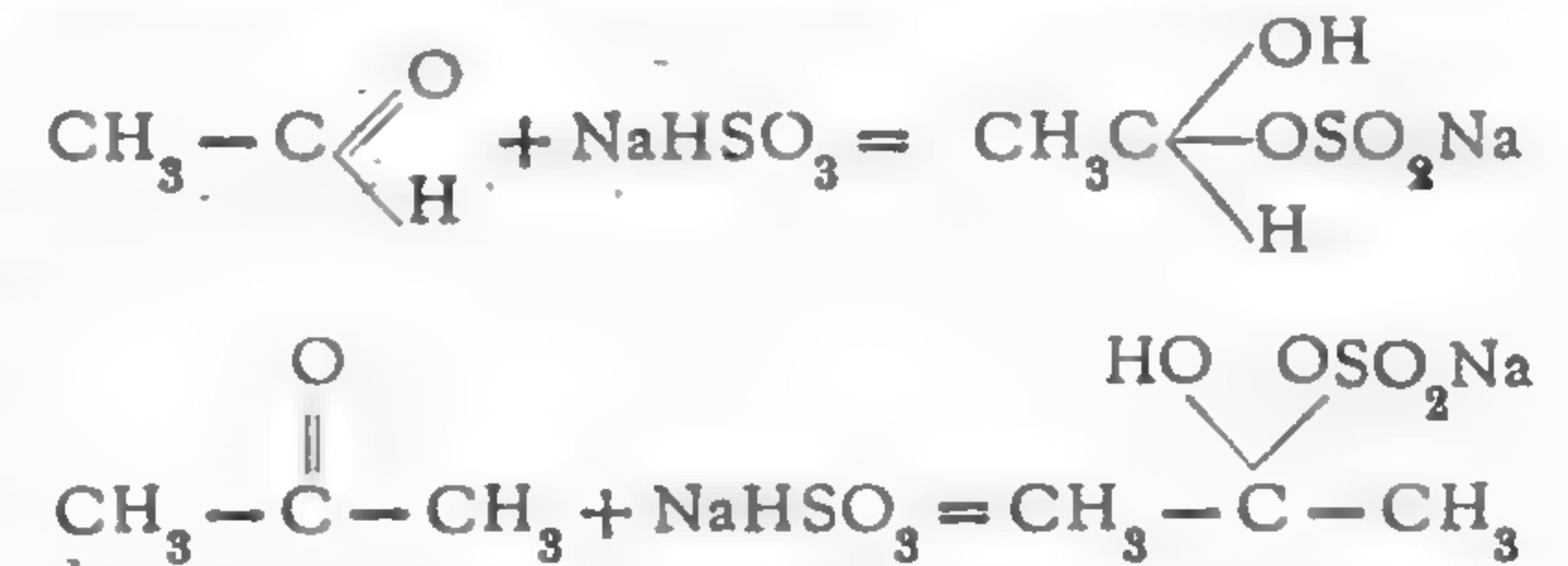


(c) హైడ్రోజన్ సైనైడ్ తో కలిసి సైనోహైడ్రీన్లు అను సంయోజన యోగికములను ఇచ్చును.



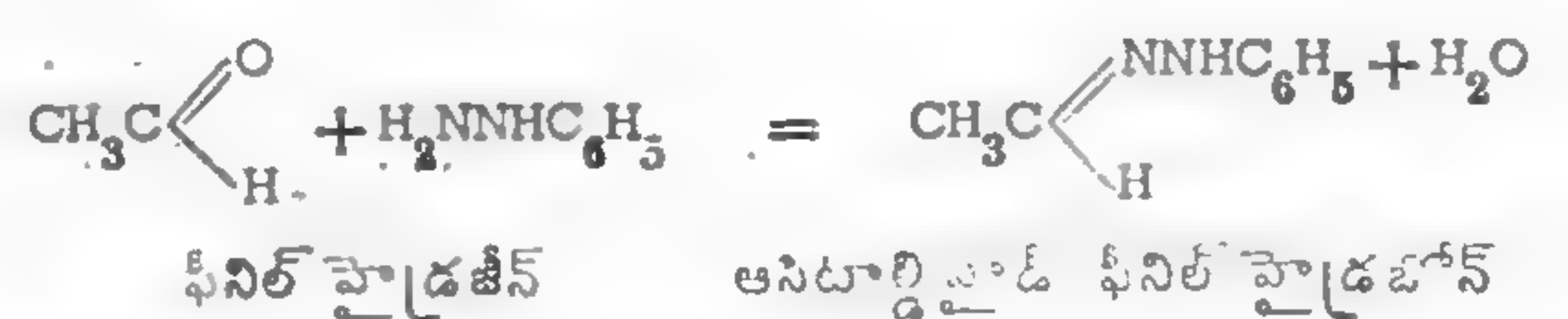
ఈ ప్రక్రియ హైడ్రాక్సీ ఆసిడ్ల తయారుచేయుటయందు ముఖ్యమైనది:

(d) సంతృప్త సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ యొక్క జలద్రావణముతో కలిసి సంయోజనయోగికములను ఇచ్చును:

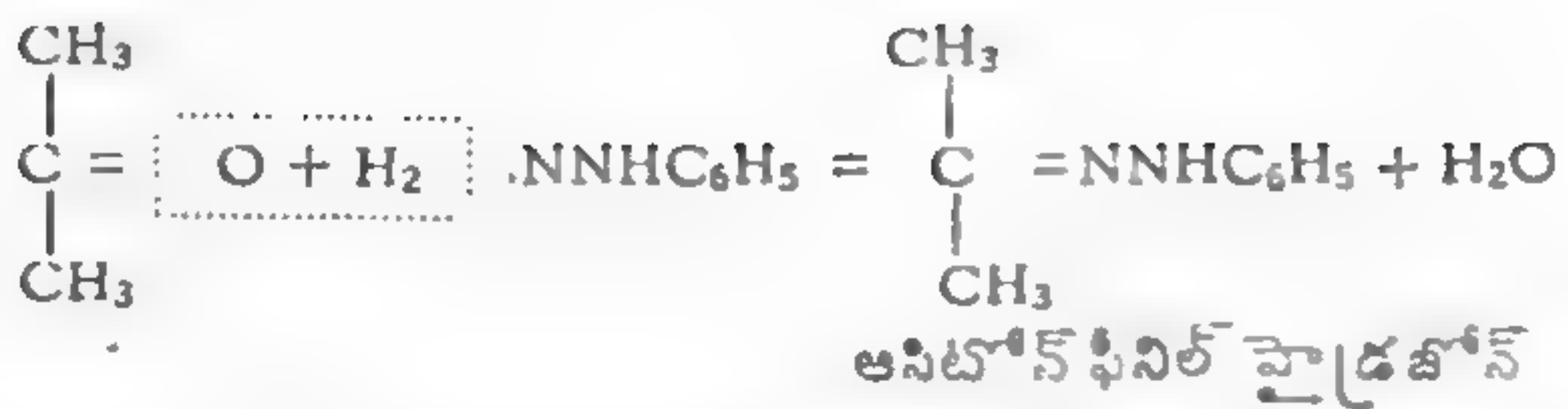


( $\text{CH}_3\text{CO}-$ ) అను పరమాణు కూటమున్న కీటోన్లు సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ తో సంయోజిత యోగికములను ఇచ్చును. ఈ బైసల్ఫైట్ సంయోజితములు స్పటికఘన ద్రవ్యములు. వీటిని విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో స్వేదించి నపుడు మునుపటి ఆల్డిహైడ్లు, కీటోన్లు మరల జనించును ఈ ప్రక్రియ వాటిని విడదీయుటకును శుద్ధిచేయుటకును ఉపయోగపడును:

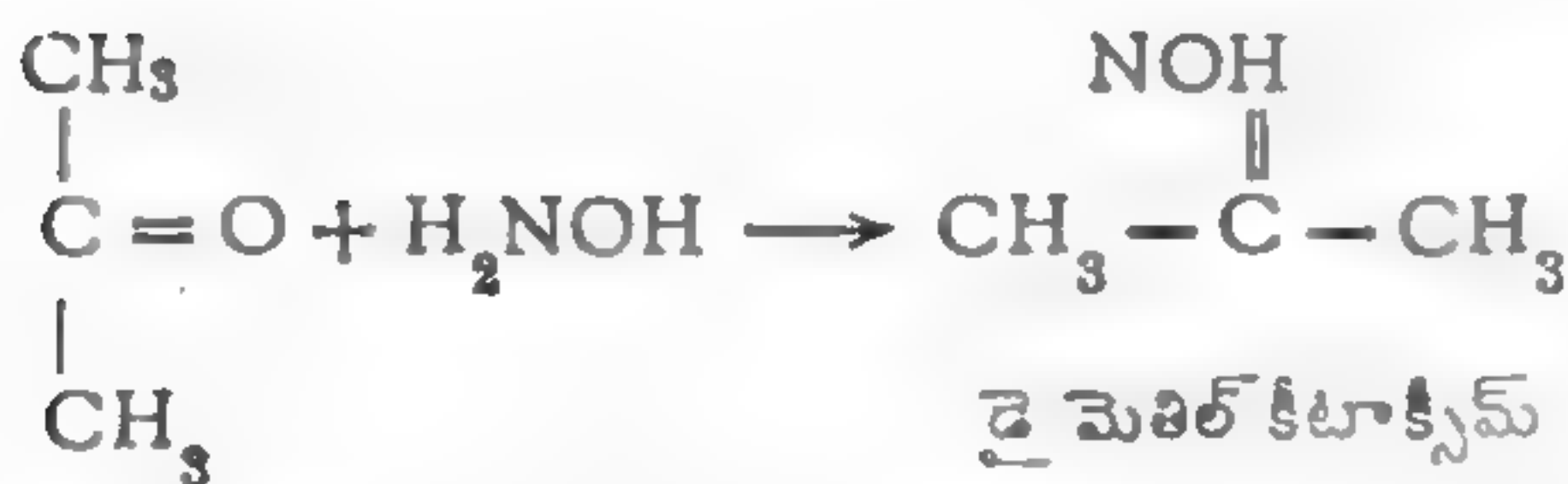
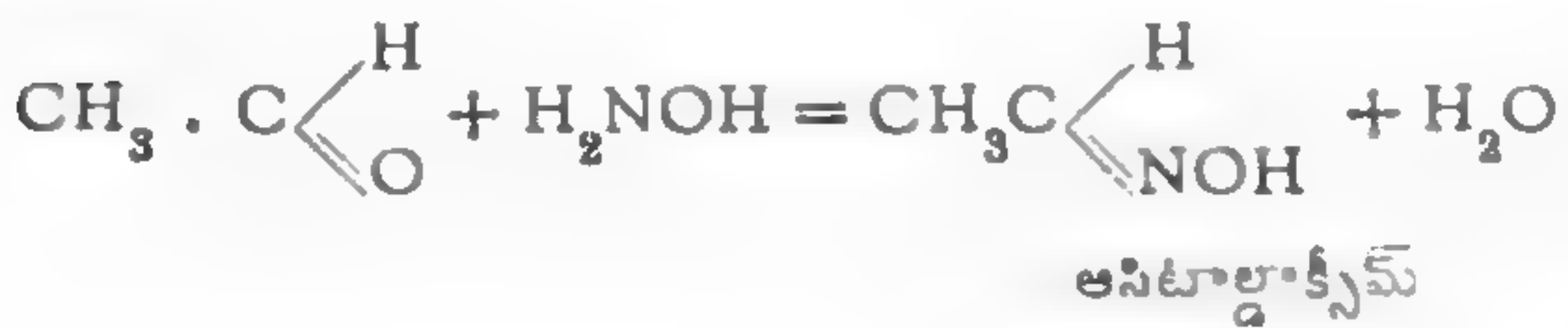
2. ఉదకవిసర్జనతో కూడిన ప్రక్రియలు : (a) ఫీనిల్ హైడ్రజీన్ తో హైడ్రజోన్ ల నిచ్చును.







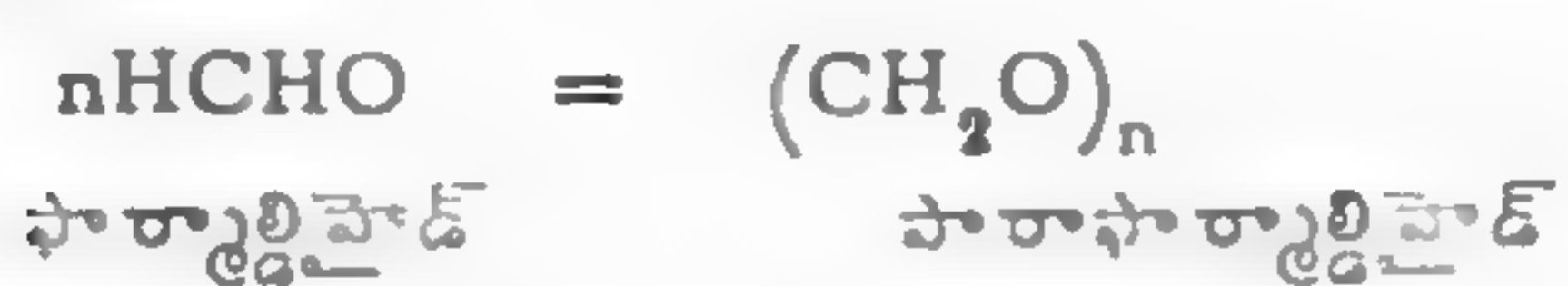
(b) హైడ్రాక్సిల్ ఎమిన్ ( $\text{NH}_2\text{OH}$ ) తో ఆక్సిమలను ఇచ్చును :



రాసాయనిక ధర్మము లందలి భేదములు : కార్బోనిల్ గణముతో కలిసి హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఉండుటచే ఆల్డి హైడ్లు ప్రబలఆక్సిహారములుగా ఆచరించును. ఉదా హరణమునకు ఫెలింగ్సు ద్రావణము\*లోనున్న కూప్రిక్ ఆక్సైడ్ను ఆల్డిహైడ్ కూప్రస్ ఆక్సైడ్గా ఆక్సిహరించును. అట్లే అమోనియాకలిసియున్న సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును రజతధాతువుగా ఆక్సిహరించును. కీటోన్లకు ఈ ఆక్సిహరించుగుణము లేదు.

ఫార్మాల్డిహైడ్ తప్ప తక్కిన ఆల్డిహైడ్లు అమోనియాతో సంయోజనయోగికములను ఇచ్చును. కీటోన్లు అమోనియాతో కీటెమైడ్లు అను క్లిష్టయోగికములుగా మారును.

ఆల్డిహైడ్లు సులభముగా బహుఅణుకయోగికము లను ఇచ్చును :



ఆల్డిహైడ్లు పిఫ్ ఫోధక ద్రావణమునకు, అనగా,

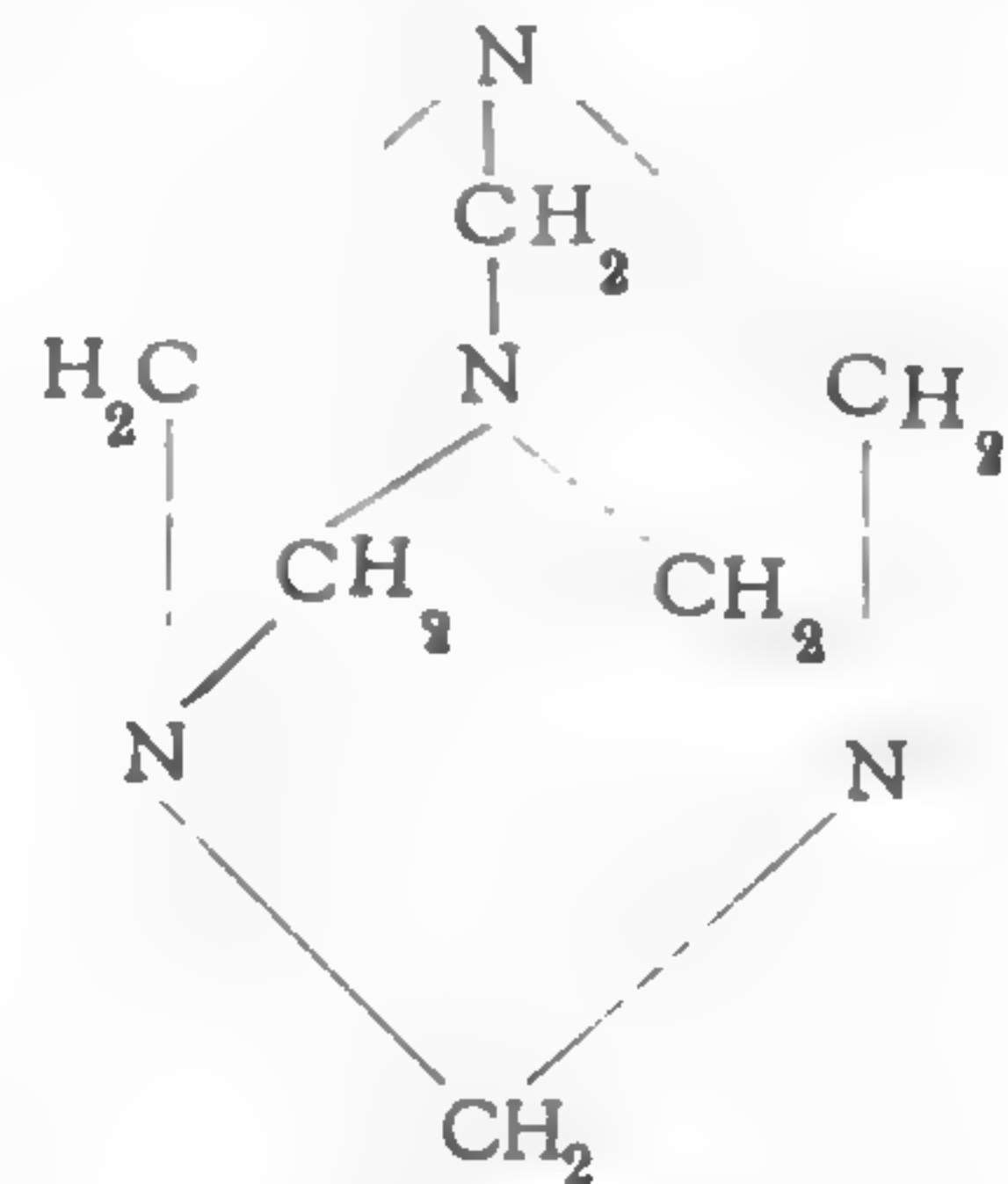
\* కావర్ పల్ఫేట్, సోడియమ్ పొటాసియమ్ టార్ట్రేట్, సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్, వీటి నియతరాశుల మిశ్రద్రావణము నకు ఫెలింగ్సు ద్రావణ మని పేరు. ఇది నీలిరంగు కలిగియుండును. ఈ ఫెలింగ్సు ద్రావణము కార్బన్ యోగికములలోనుండు ఆల్డిహైడ్ గణమును గుర్తించుటకు మంచిసాధనము. అందువలన నీ ద్రావణము కార్బోహైడ్రేట్ల రాసాయనిక స్వభావ అన్వేషణలో విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఈ ద్రావణము ఏ యోగికముచే నైన ఆక్సిహరింపబడినపుడు ఎర్రటిరంగుగల కూప్రస్ ఆక్సైడ్ దీనినుండి అవక్షిప్తమగును.

సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వలన రంగు లేకుండ చేయబడిన మెజంటా జలద్రావణమునకు చినారిరంగు కలిగించును.

ఫార్మాల్డిహైడ్ : పారిశ్రామికముగాను, శోధనాగార మందుకూడ మెథిల్ ఆల్కహాల్ బాష్పమును, గాలితో కలిపి వేడిరాగిజాలకముపై పంపినపుడు, రాగి ప్రేరక ద్రవ్యముగా ఆచరించి, ఫార్మాల్డిహైడ్ వాయువు ఏర్పడును. ఈ వాయువును నీటిలో ద్రావణముగా తయారు చేయుదురు. ఇది చాలఘాటైన వాసన గలది; పీల్చినచో ముక్కు మండును.

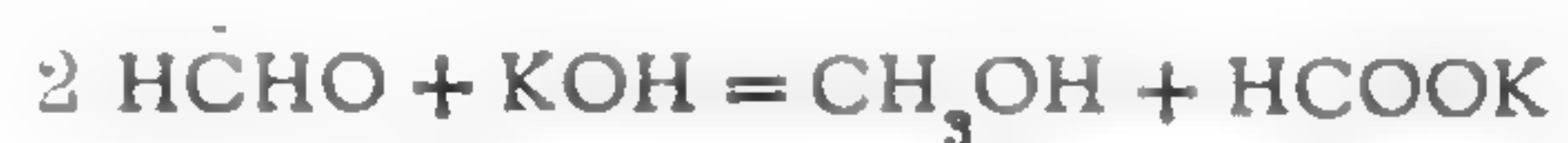
రాసాయనిక ధర్మములు : ఫార్మాల్డిహైడ్ ప్రబల ఆక్సి హరద్రవ్యము; తక్కిన ఆలిఫాటిక్ ఆల్డి హైడ్ల ధర్మము లన్నిటిని చూపును.

దీని విశిష్ట రాసాయనిక ధర్మములు : అమోనియాతో ఆల్డిహైడ్ అమోనియమ్ నీయదు; 'పెక్వామెతిలీన్ టెట్రాఎమిన్' అను విచిత్రయోగికము నిచ్చును.



ఈ యోగికమునకు యురోట్రాపీన్, ఎమినోఫార్మ్ అను వ్యాపారనామములు కలవు. ఇది మూత్రమునం దుండు సూక్ష్మక్రిములను చంపును. అందువలన మూత్ర క్రిమినిరోధకముగా దీనిని వాడుదురు.

పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్తో కలిపినప్పుడు ఒక వింతప్రక్రియ జరుగును. ఒక భాగము ఫార్మాల్డిహైడ్ మెథిల్ ఆల్కహాల్ గా ఆక్సిహరింపబడి, దానిఫలితముగా రెండవ భాగము ఫార్మిక్ ఆసిడ్ గా ఆక్సీకరించబడును :



పొటాసియమ్ ఫార్మేట్

ఈ ప్రక్రియకు కానిజారో ప్రతిక్రియ అని పేరు.

సున్నపునీటితోకలిపి కొంత కాలముంచినచో ఫార్మోజ్ అను తియ్యని చక్కెరవంటి ద్రవ్యమొకటి జనించును :

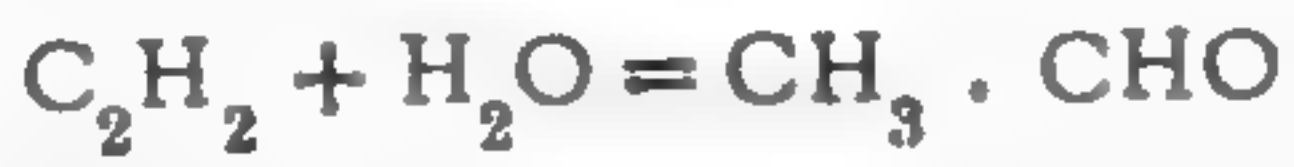




ఆల్డిహైడ్లు, కీటోన్లు

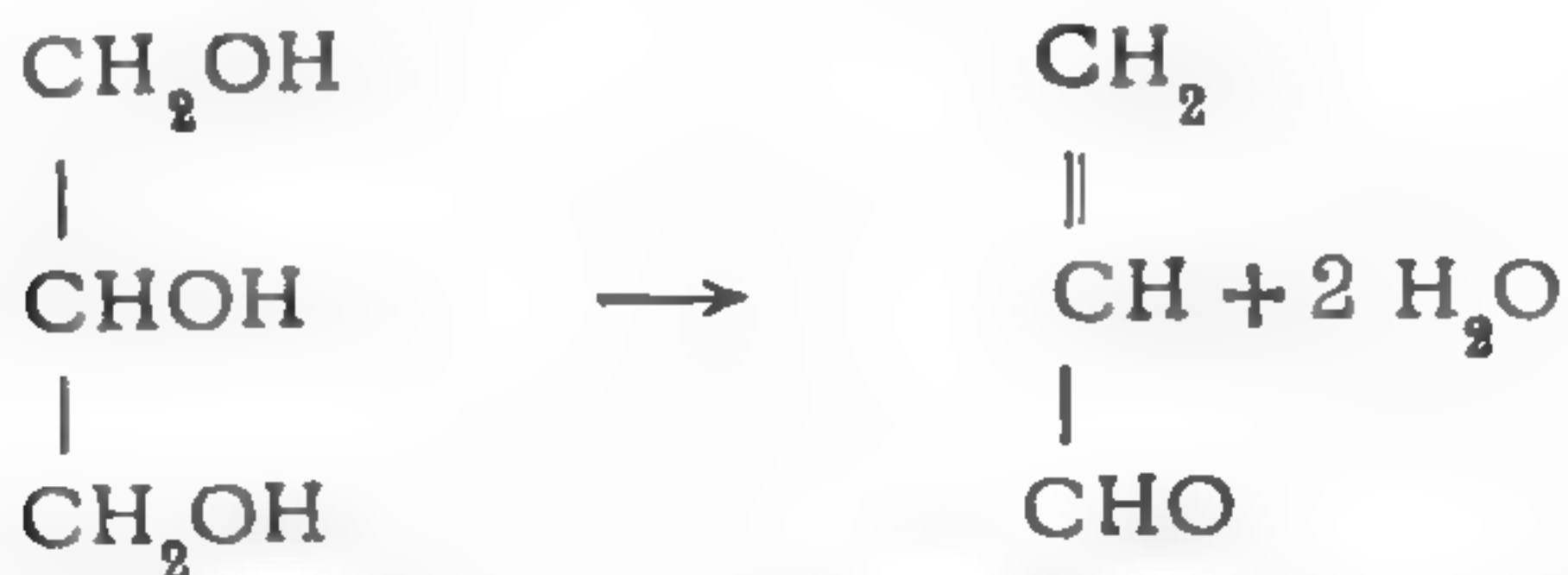
ఉపయోగములు : 40% జలద్రావణము ఫార్మలిన్ అనుపేర సూక్ష్మజీవసంహారిగా వాడుకలోనున్నది. విస్తారముగా బేక్లైట్, తెర్మనాల్ వంటి ప్లాస్టిక్లను తయారు చేయుటలో ఉపయోగించుచున్నది.

ఆసిటాల్డిహైడ్ : ఎతిల్ ఆల్కహాల్ను పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్, గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రముతో కలిపి వేడిచేయుటచే ఏర్పడును. పారిశ్రామికముగా ఆసిటిలిన్ వాయువును వెచ్చటిమర్క్యరస్ సల్ఫేట్ ద్రావణములోనికి పంపినపుడు, మర్క్యరస్ సల్ఫేట్ ప్రేరకప్రభావమున ఆసిటాల్డిహైడ్ ఏర్పడును:



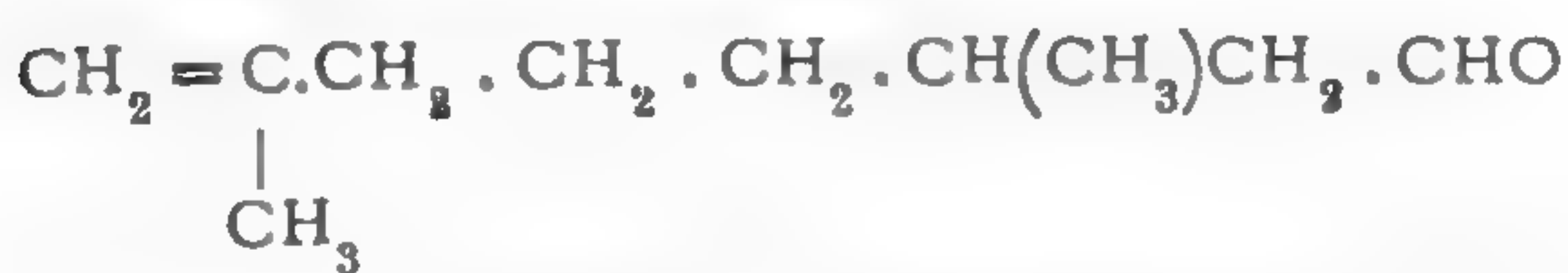
ధర్మములు : తరళగుణముకల బాష్పశీలమగుద్రవము (క్వథనాంకము  $21^\circ C.$ ); దీనివాసన ఇంపుగా ఉండును. నీటిలోను, ఆల్కహాల్లోను కరుగును. ఆల్డిహైడ్ల సామాన్య గుణములన్నియు దీనియందున్నవి. ఆసిటాల్డిహైడ్ పై క్లోరిన్ చర్యవలన క్లోరల్ అను ప్రైక్లోరిన్ ప్రతిస్థాపిత యాగికము ఏర్పడును.  $CCl_3CHO$ , దీని హైడ్రేట్ (క్లోరల్ హైడ్రేట్)  $CCl_3CHO \cdot H_2O$ , నిద్రను కలిగించు సాధనముగా వాడుకలోనున్నది.

అనంత్యప్ర ఆల్డిహైడ్లు : మొదటిది అక్రోలిన్ గ్లిసరిన్ ను పొటాసియమ్ బైసల్ఫేట్ తో వేడిచేసినపుడు లభ్యమగును:



దుస్సహమైన వాసనగలరంగులేనిద్రవము. ఆరిపోయిన క్రోవొయ్టి పొగవాసన దీనిసంబంధమైనదియే. దీనితో అనేక సంయోజన ప్రక్రియల నడపవచ్చును.

సిట్రానెల్లాల్, సిట్రాల్ అనునవి మరిరెండు ముఖ్యమైన అనంత్యప్ర ఆల్డిహైడ్లు మొదటిదాని అణు రచనలో 10 కార్బన్ పరమాణువు లున్నవి.



నిమ్మనూనె, యాకలిప్టస్ నూనె వీటిలో ఉండును ; వీటి వాసన కిదియే కారణము.

రెండవది రెండు ద్విబంధములుగల ఆల్డిహైడ్. ఇదికూడ నిమ్మనూనె, నిమ్మగడ్డినూనె, వెర్బనాతైలము మొదలగు వాసనగల తైలములలో నుండును.

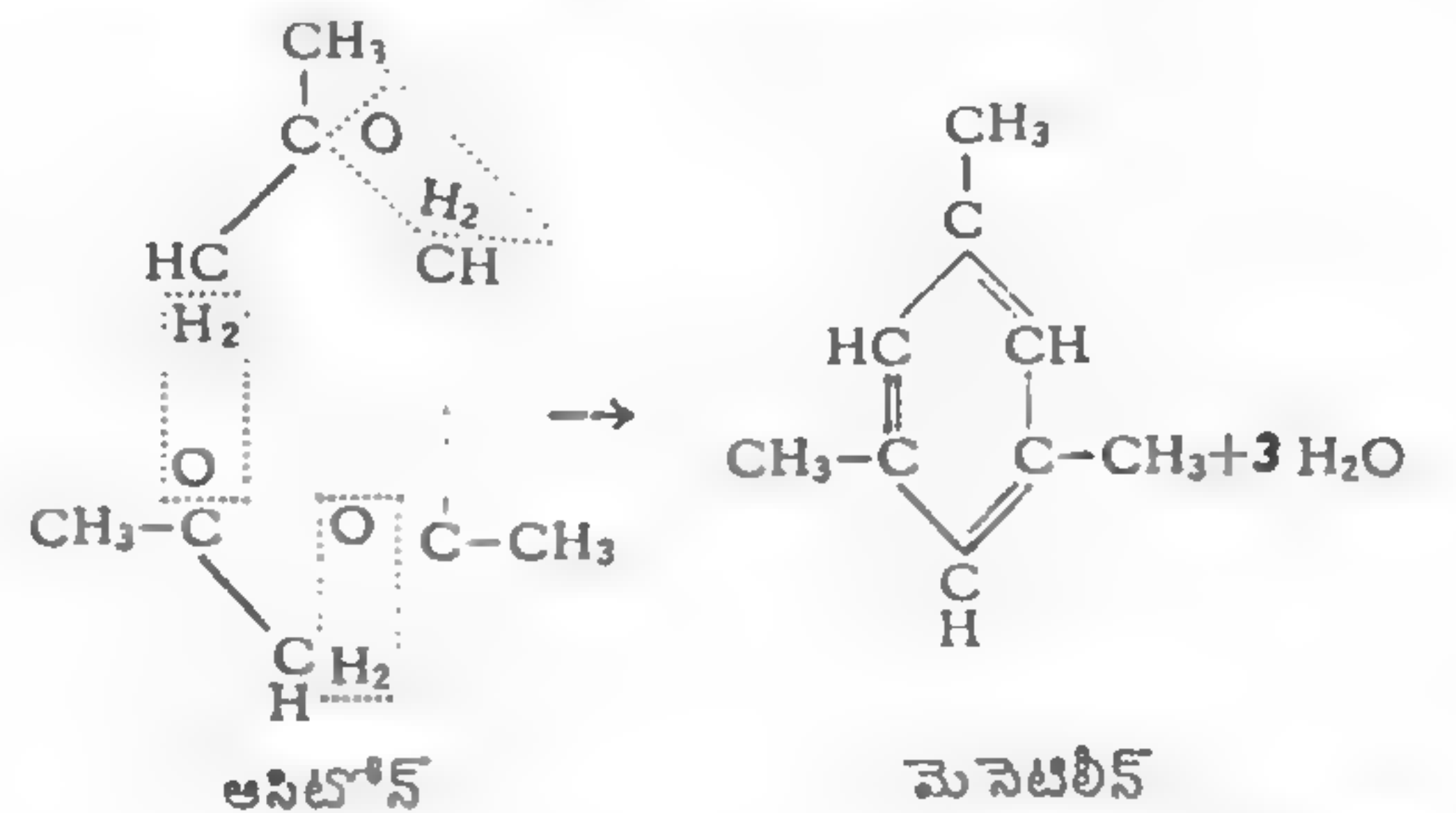
ఆసిటోన్ : కీటోన్లలో మొదటిది. దీని సాంకేత స్వరూపము :  $CH_3 \cdot CO \cdot CH_3$  ఇది డై మెథిల్ (రెండు మెథిల్ గణములుగల) కీటోన్. పారిశ్రామికముగా దీనిని, మూసిన రిటార్ట్ లో కర్రను స్వేదించుట వలన లభించు వైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్ నుండి విడదీయుదురు. ఈ ఆమ్లములో ఆసిటోన్ తోబాటు మెథిల్ ఆల్కహాల్, ఆసిటిక్ ఆసిడ్ కూడ కలసి ఉండును. ఈ మిశ్రమునకు సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ కలిపినపుడు ఆసిటోన్ ఈ లవణముతో కలిసి అద్రావ్యస్ఫటికములుగా అవక్షిప్తమగును. ఈ స్ఫటికములను వేరుచేసి లఘు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో కలిపినచో ఆసిటోన్ వేరగును. పిండిపదార్థములనుండి బాసిలస్ మాసిరాన్స్ అను సూక్ష్మజీవి ఆసిటోన్ ను జనింపజేయును.

ఆసిటోన్ తయారుచేయుటకు నవీనపారిశ్రామిక విధానము రూపొందింపబడినది. నీటియావిరి, ఆసిటిలిన్ వాయుమిశ్రమును  $400^\circ C$  వరకు వేడిచేసి జింకుఆక్సైడ్ అను ప్రేరకముపై పంపుటవలన ఆసిటోన్ తయారగును.



ధర్మములు : మంచివాసన గలిగిన ద్రవద్రవ్యము (క్వథనాంకము =  $5^\circ C$ ); నీటిలో, ఆల్కహాల్లో, ఈతర్లో కరుగును. వ్యాపారస్థులు ద్రావణముగా దీనిని అమ్ముదురు.

ఆల్డిహైడ్లవలె కీటోన్ల బహుఅణుకయాగికములను ఈయవని చెప్పియుంటిమి. కాని ఆ కీటోన్లయొక్క రెండుగాని, మూడుగాని అణువులుచేరి ఒకటి, రెండు మూడు అణువుల నీటిని విసర్జించి సంహతయాగికములు ఏర్పడును. అట్టి యాగికములలో మూడు అణువులు ఆసిటోన్ కలసి గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమున మూడు జలాణువులను విసర్జించినపుడు ఏర్పడు మెసెటిలిన్ అను వలయయాగికము చాలముఖ్యమైనది:



వి. ఎల్. ఎమ్.

ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్లు : ఆలిఫాటిక్ వాటిని తయారు చేసిన ప్రక్రియలనే ఉపయోగించి ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్లను తయారు చేయవచ్చును.





బెన్జిల్ ఆల్కహాల్ బెన్జాల్డిహైడ్

లేదా



కాల్షియమ్ బెన్జోయేట్ కాల్షియమ్ ఫార్మేట్ బెన్జాల్డిహైడ్

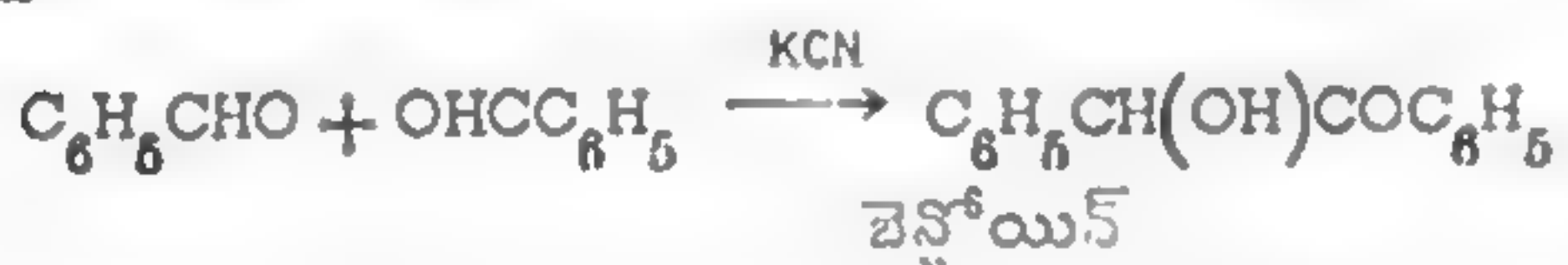
చాల విషయములలో ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్లు ఆలిఫాటిక్ వాటిని పోలియుండును. కొన్ని గుణములలో భేదముకూడ కన్పట్టును. ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్లలో ముఖ్యమైనది.

బెన్జాల్డిహైడ్ : ఇది చేదుబాదంపిక్కలలోనుండు ఎమిగ్డాలిన్ అను యాగికమునుండి లభ్యమగుటచే దీనికి చేదుబాదమునూనె అని పేరు. వ్యాపారరీత్యా దీనిని బెన్జాల్ క్లోరైడ్ పై ఊరద్రావణముయొక్క లేదా సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క లేదా నీటియొక్క చర్యవలన తయారు చేయుదురు :

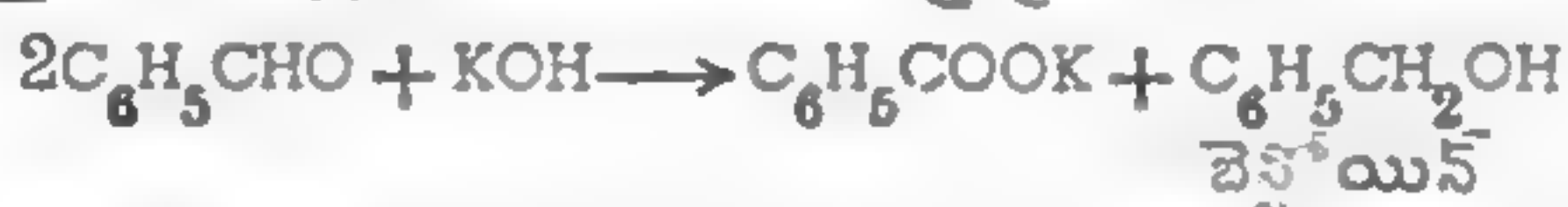


ఇది రంగులేని ద్రవము. (కృతనాంకము 178° C) దీని కొక విశిష్టమైనవాసన గలదు.

రాసాయనిక ధర్మములలో మిగిలిన ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్లవలె బెన్జాల్డిహైడ్ ఆలిఫాటిక్ ఆల్డిహైడ్లను చాలపోలియున్నది. వాటివలెనే ఇదికూడ ఆక్సీమ్  $[C_6H_5CH=NOH]$ ను, ఫీనిల్ హైడ్రోజోన్  $(C_6H_5CH=NNHC_6H_5)$ ను, సోడియమ్ సైసైలైట్ సంకలితయాగికము  $[C_6H_5CH(OH)SO_3Na]$ ను ఇచ్చును. కాని పొటాసియమ్ సైసైడ్తో బెన్జోయిన్ అను సంహత యాగికము నిచ్చును :

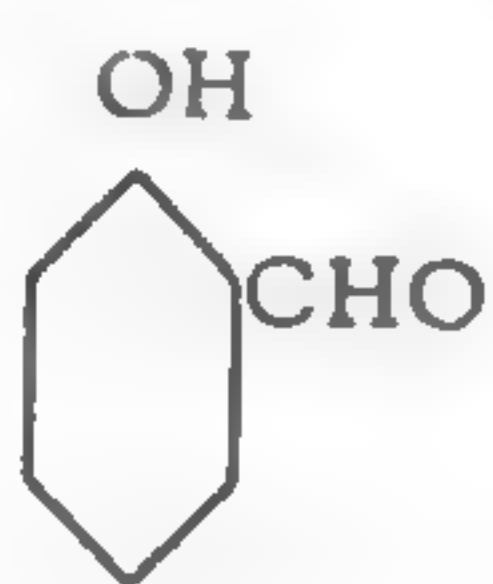


ఆలిఫాటిక్ ఆల్డిహైడ్లలో కాని జారో ప్రక్రియ మొదటి రెండు (ఫార్మాల్డిహైడ్, ఆసిటాల్డిహైడ్) ఆల్డిహైడ్ల విషయమై తారసీల్లగా సామాన్యముగా ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్ లన్నియు కానిజారో ప్రక్రియను చూపును :



ఫీనోల్ లతోను, పెర్షియరీఆరోమాటిక్ ఎమీన్లతోను బెన్జాల్డిహైడ్ సంహతమై ప్రైఫీనిల్ మీతేన్ రంగుల నిచ్చును. ఈ గుణముచే బెన్జాల్డిహైడ్ యొక్క పారిశ్రామిక మహత్వము అమితముగా పెరిగినది.

సాలిసిల్ ఆల్డిహైడ్ సువాసనగల తైలమువంటి ద్రవము - కూమరిన్ మొదలగు వర్ణద్రవ్యముల తయారుచేయుట కిది ముడిద్రవ్యముగా అచరించుచున్నది.

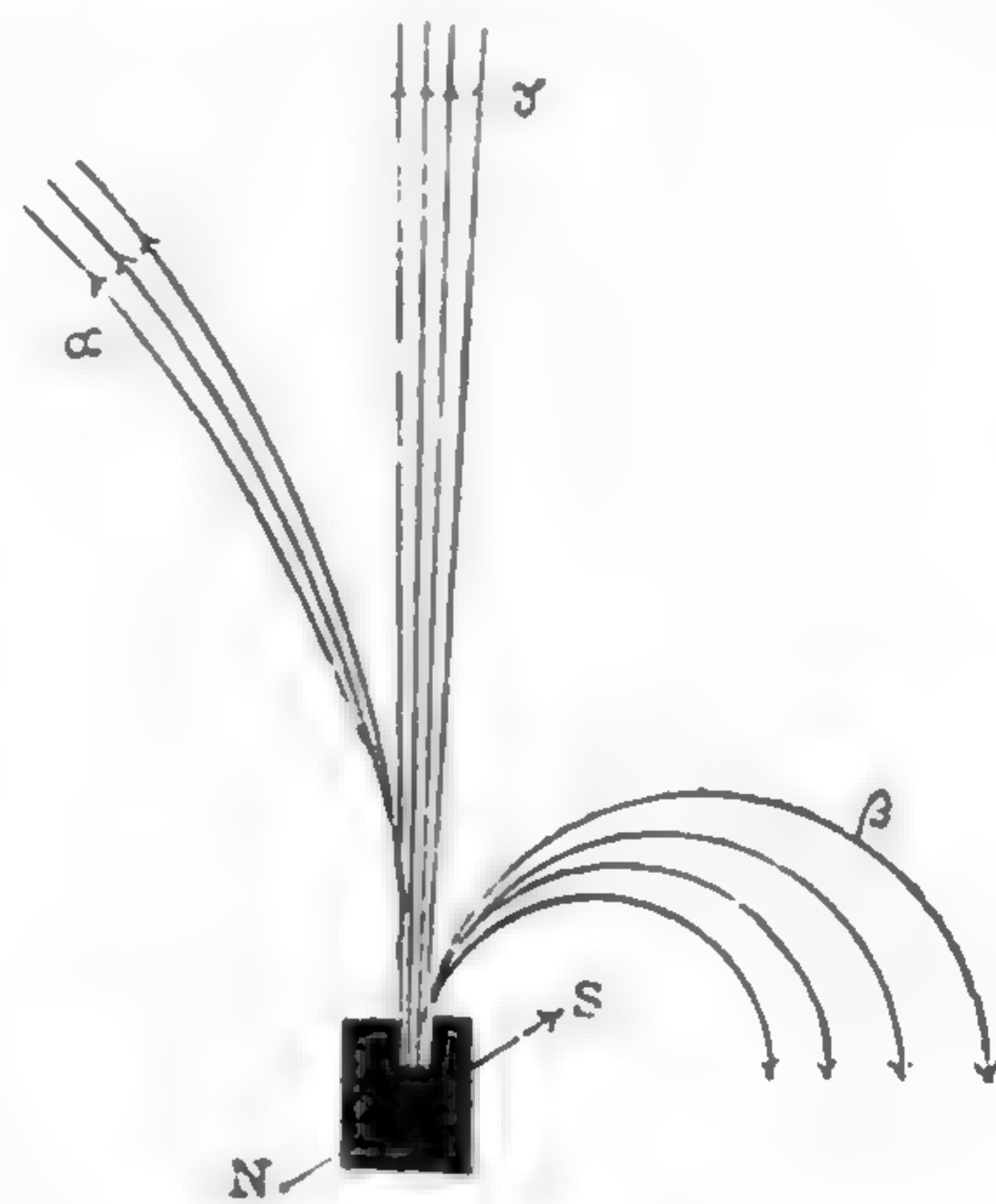


నూనెలో నుండును. దీనిని అత్తరువుల తయారుచేయుటలో ఉపయోగింతురు. సువాసనద్రవ్యముగా మిక్కిలి ఉపయోగములలోనున్న ఆల్డిహైడ్ 'వానిలిన్' అనునది. ఇది వానిల్లా గింజలలోనుండును.



నుండు యూజనాల్ అను యాగికమునుండి దీనిని పారిశ్రామికముగా తయారుచేయు చున్నారు. ఇది ఐస్ క్రీమ్ లకు వాసనద్రవ్యముగా ఉపయోగపడు చున్నది. సి.వి.సు.

ఆల్ఫాకణములు : రేడియో ధార్మికస్వభావము గల రేడియమ్ విసర్జించు  $\beta$ ,  $\gamma$  - కిరణములతోపాటు



అయస్కాంతక్షేత్రములో వంపుచూపు రేడియో ధార్మిక కిరణములు

$\gamma$  కిరణములును బయలుపడినవి. కిరణములు మూడు రకములున్నట్లు అయస్కాంతక్షేత్రములో వాటి భిన్న ప్రవర్తనలవలన తెలిసినది. తక్కువ వంపు చూపునవి.  $\alpha$ -కిరణములు ఎక్కువ వంపు చూపినవి :  $\beta$  కిరణములు ; వంపుచూపనివి :  $\gamma$  - కిరణములు.

రేడియమ్ ధాతువుయొక్క భాసన గుణము  $\alpha$  - కిరణములవలన కలిగినదియే. ఈ కిరణములను ముఖ్యముగా పరిశీలించినవాడు రూథర్ ఫర్డు. రేడియమ్ ఉద్గారమును పల్చనిగోడలు కల గాజుగొట్టములో బంధించినప్పుడు అది క్రమముగా గోడలద్వారా పైనున్న మరియొక వాయు రిక్తమైన గొట్టములోనికి ప్రవేశించును. ఇందులో అది వరకే ఇమిడిన విద్యుదగ్రములద్వారా విద్యుదుత్సర్గమును పంపించి ఆగొట్టమందు ఉద్యమించు కాంతిని వర్ణవిశ్లేషణ దర్శకముద్వారా చూచిన, హీలియమ్ వర్ణమాల ప్రత్యక్షమైనది. అందువలన ఈ  $\alpha$  - కిరణములు హీలియమ్ పరమాణువులని తేలినది.  $\alpha$  - కిరణముల  $\frac{e}{m}$  (ఆవేశద్రవ్యరాశి



## ఆవర్తన నియమము

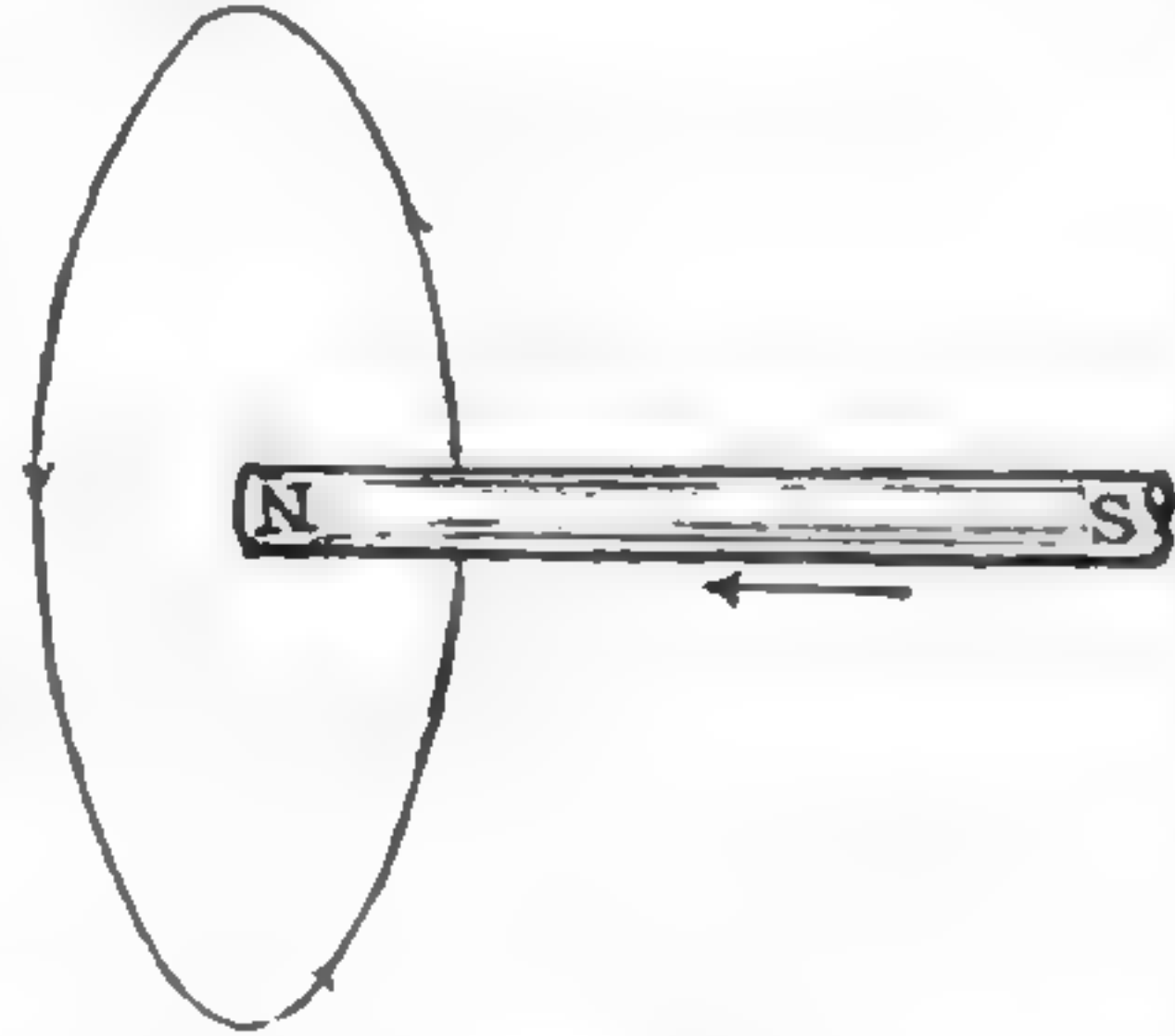
నిష్పత్తి)  $\frac{4.82 \times 10^4 \text{ కూలామ్లము}}{\text{గ్రాము}}$  అని ప్రాయోగికముగా రుజువైనది. ఆవేశమును సాక్షాత్తుగా నిర్ణయించుటవలన  $d$ -కణపు ద్రవ్యరాశి నాలుగు అని తెలిసినది. అందువలన  $d$ -కణములు కణములని వెల్లడి అయినది. వీటి ద్రవ్యరాశి నాలుగు; ఆవేశము రెండు; చాల అధికమైన భారముగల కణములగుటచే, ఇవి పరమాణువులను డీకొనినపుడు పైనున్న ఎలక్ట్రాన్ ప్రావరణములను సులభముగా ఛేదించుకొని లోపలనున్న కేంద్రకమును తాకగలవు. ఇట్టి ప్రయోగములవలన లబ్ధమైన ఫలితములవలననే రూథర్ ఫర్డు కేంద్రకపరమాణుప్రతికృతిని స్థాపించగలిగెను. ఆల్ఫా కణములు ఒక రేడియేషన్ నుండియే కాక అనేక రేడియోధార్మికద్రవ్యములనుండి ఉద్భవించును. వేరువేరు ధాతువుల నుండి జనించు ఆల్ఫాకణములకు వేరువేరు గతివేగములుండును. రేడియేషన్ నుండి ఉత్పన్నమగువాటికి సెకనుకు  $2 \times 10^8$  సెంటీమీటరుల వేగము కలదు. అనగా, కాంతి వేగములో 15 వ వంతు వేగమును ఈకణములు చూపగలవు.  $d$ -కణములు వాయువులగుండా దూసికొని పోవునపుడు  $d$ -కణముల ఆఘాతములకు, అణువునకు ఒక్కొక్కటి చొప్పున వాయు అణువులు ఎలక్ట్రాన్ లనుకోల్పోయి అయన్ లుగా మారును.  $d$ -కణములు ఛాయా త్రఫలకమునందు కూడ మార్పును కలుగజేయగలవు.

ఆల్ఫాకణముల ఉత్పత్తి: పరమాణు కేంద్రక విచ్ఛేదనమువలన  $d$ -కణములు పుట్టుచున్నవి. కేంద్రకములోపల  $d$ -కణములు సిద్ధముగా ఉండవు. కేంద్రకమందున్నవి న్యూట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు. కేంద్రకము విచ్ఛిన్నమగు ప్రక్రియలో విడివడిన రెండు న్యూట్రాన్లు, రెండు ప్రోటాన్లు తిరిగి సంయోగించి ఆల్ఫాకణములుగా ఏర్పడును.

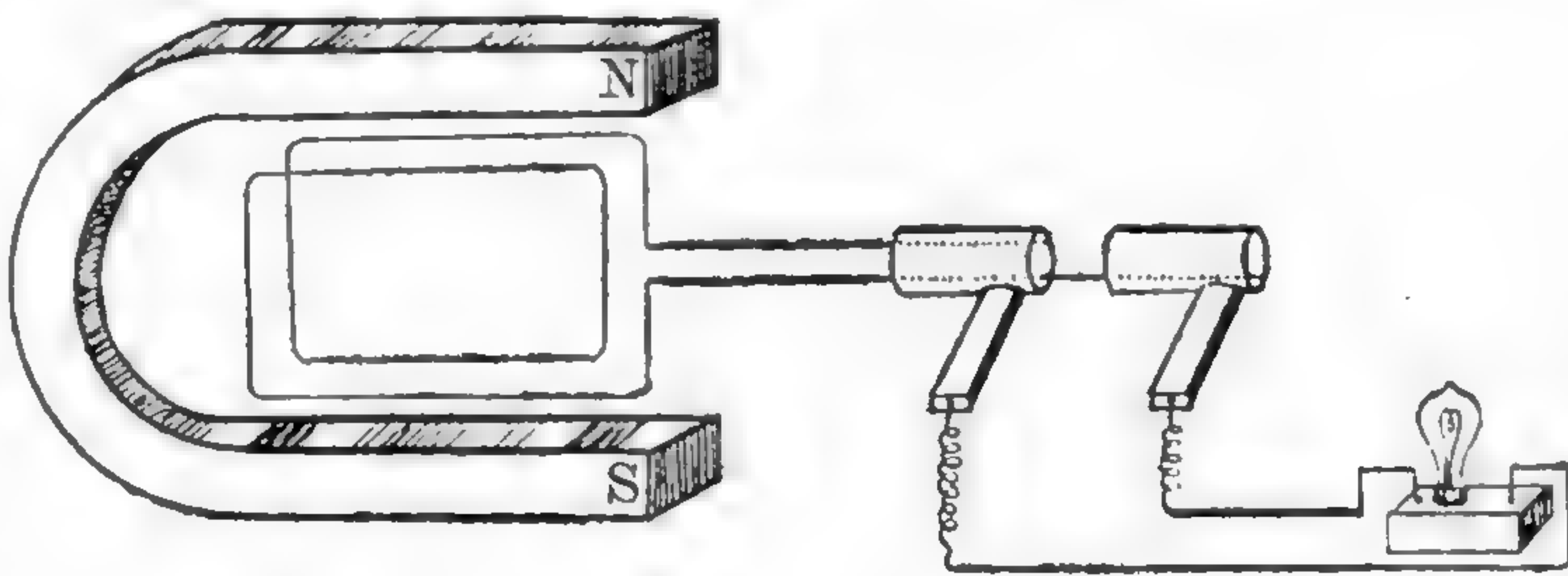
ఆవర్తననియమము : చూ. పు. 95.

ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహము : దీనినే ఎ. సి. విద్యుత్ అని కూడ అందురు. ఒక తీగవలయము లోనికి ఒక శలాకాయస్కాంతమును చట్టన చొరనిచ్చిన తీగలో నొక విద్యుత్ ప్రవాహము గోచరించును. అయస్కాంతము కదలుచున్నంతసేపు ప్రవాహము ప్రత్యక్ష

మగును. అయస్కాంతము నిశ్చలముగా నున్న ప్రవాహము కనుపించదు. ఈ సంఘటనను కనుగొన్నవాడు ఫారడే. ఈ ఆవిష్కరణ విద్యుజ్జనకయంత్రములకు బీజము. చాలసరళమైన విద్యుజ్జనకపరికరము క్రిందిచిత్రములో చూపబడినది. నిశ్చలముగానున్న అయస్కాంతపు భుజముల మధ్య ఒక తీగచుట్ట భ్రమించునట్లు అమర్చబడినది, తీగచుట్ట రెండుకొనలును రెండు గొట్టములను వేరువేరుగా తాకునట్లు అమర్చబడినవి. ఈ గొట్టములమధ్య విద్యుత్ వలయములో ఒక విద్యుత్ దీపము అమర్చియున్నది. తీగచుట్ట అయస్కాంత భుజముల మధ్య తిరుగునపుడు ఒక అర్ధవర్తుల మది పూర్తి చేయు కాలమందు దీపపుతీగద్వారా ఒక దిక్కులో విద్యుత్తు ప్రవహించును. రెండవ అర్ధవర్తులము పూర్తి



యగు కాలములో విద్యుత్తు విరుద్ధదిశలో ప్రవహించును. ఒక మారు ఒక దిశను, రెండవ మారు విరుద్ధదిశను ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు ఆవర్తి

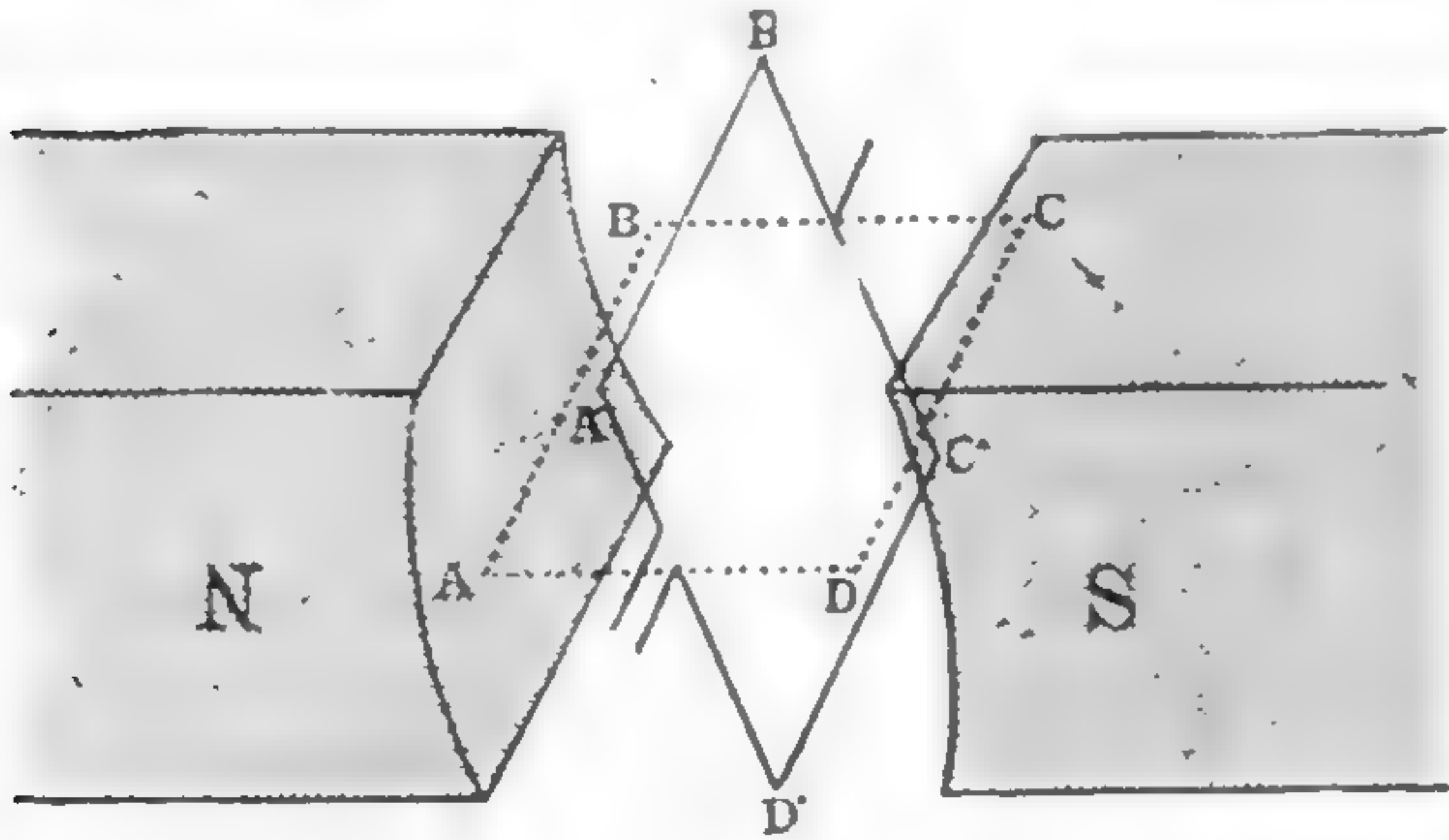


విద్యుత్ ప్రవాహము అని పేరు. ఇట్టి విద్యుజ్జనకమునకు ఆవర్తివిద్యుజ్జనక మనిపేరు. వ్యాపారముకొఱకు తయారగు జనకములలో తీగచుట్టలసమూహము ఉండును. ఈ సమూహమునకు ఆర్మేచర్ అని పేరు. శాశ్వతాయస్కాంతమునకు బదులు, విద్యుత్ అయస్కాంతములను వాడుదురు. విద్యుజ్జనకము లెప్పుడును ఆవర్తివిద్యుత్తునే పుట్టించును. ఏకముఖముగా ప్రవహించువిద్యుత్తు అనగా, ఋజువిద్యుత్తు కావలెనని జనకమునుండి ఉత్పన్నమగు ఆవర్తివిద్యుత్తును కామ్యుటేటర్ (పరివర్తకము) అను పరికరమును ఉపయోగించి ఋజువిద్యుత్తుగా మార్చుకొనవలయును.

ఆవర్తివిద్యుత్తు జనించు క్రమము: అయస్కాంతపు భుజముల మధ్యనున్న అయస్కాంతక్షేత్రములో తిరుగు తీగచుట్టలో ఆవర్తివిద్యుత్తు జనించునని చెప్పియుంటిమి. ABCD అను తీగవలయము అయస్కాంతపు దౌడలమధ్య తిరుగునప్పుడు వలయము నిలువుగానున్న స్థితినుండి



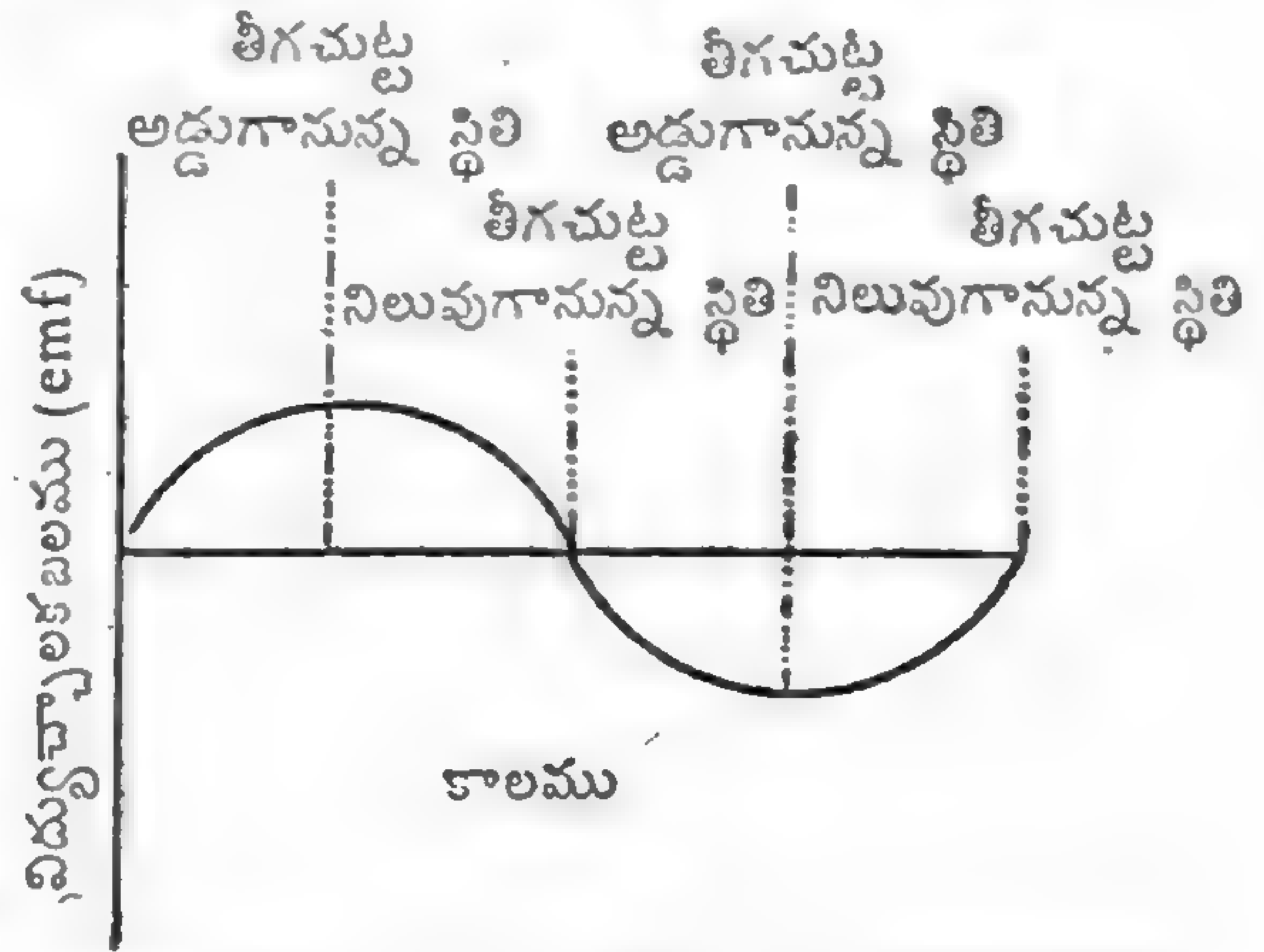
ఎడమవైపుకు అనగా, గడియారపుముల్లు తిరుగుదిశకు విరుద్ధదిశలో తిరుగుచున్నదనుకొందము. అయస్కాంత షేత్రము N నుండి S దిక్కుగా వ్యాపించియున్నది కాబట్టి, ఎడమవైపుకు క్రిందికి దిగుచున్న AB అను తీగముక్కలో



మొదటి అర్ధవర్తులభ్రమణ కాలభాగమున B నుండి A వైపు విద్యుత్తు ప్రవహించును (చూ. పు. 184). ఈ నిష్కర్షణ అంపియర్ నియమమునుండి సాధితమైనది. అదే కాలములో కుడివైపుకు DC అను పైకి లేచుచున్నముక్కలో విద్యుత్ ప్రవాహము D నుండి C కి జరుగును. అందుచే ఈ అర్ధవర్తుల భ్రమణమందు DCBA దిశలో విద్యుత్తు ప్రవహించును. వలయము రెండవ అర్ధవర్తులము తిరిగినపుడు S ధ్రువమున కెదురుగా AB పైకిని, N ధ్రువమున కెదురుగా DC క్రింది కిని చలించును. ఈ రెండవ అర్ధవర్తుల భ్రమణకాలమున ప్రవాహదిశ ABCD యగును. ఇట్లు ప్రతి సంపూర్ణ ఆవృత్తి యందును ప్రవాహదిశ రెండుసార్లు మారును.

వలయము తిరుగుకాలములో అందు ప్రరోచితమైన విద్యుచ్ఛాలకబలము స్థిరముగా ఉండదు. ఏలన ప్రరోచిత విద్యుచ్ఛాలకబలము అయస్కాంత షేత్రములో వ్యాపించి యున్న బలరేఖలను వలయము ఛేదించు రేటును వట్టి యుండును. తిరుగుచూ వలయము నిలుపుగానున్నదశలో, AB, CD అను వలయభాగములు షేత్రమునకు సమానాంతరముగా చలించుచుండును. ఈ స్థితిలో బలరేఖలు ఛేదించ బడుటకు వీలులేదు. అందువలన ప్రరోచిత విద్యుచ్ఛాలక బలము సున్న. వలయము తిరుగుకొద్ది రేఖలు ఛేదించబడు రేటు ఎక్కువయగు చుండును. వలయతలము ఊతిజ సమానాంతరముగా ఉన్నసమయమున వలయభాగములు AB, DC లు షేత్రరేఖలకు లంబముగా చలించును. అందువలన రేఖలను ఛేదించు రేటు ఎక్కువగును. తత్ఫలితముగా విద్యుచ్ఛాలకబలము ఎక్కువగుచు వల యపు ఊతిజసమానాంతర స్థితిలో విద్యుచ్ఛాలకబలము గరిష్ఠమూల్యమును స్వీకరించును. అక్కడినుండి తిరిగి మరల ఊర్ధ్వస్థితికి వలయము వచ్చినపుడు విద్యుచ్ఛాలక

బలము శూన్యమును చేరును. ఒక పూర్ణావృత్తి కాలములో విద్యుచ్ఛాలకబలము ఎట్లు మారునో క్రింది చిత్రము చూపుచున్నది :



విద్యుజ్జనకమునందు కాలములో విద్యుచ్ఛాలకబలముయొక్క మారుచున్న పరిమాణమును తెలుపు రేఖ

ఏకరూప అయస్కాంత షేత్రమందు విద్యుచ్ఛాలక బలము హెచ్చుతగ్గులు పై చిత్రములో కననగును.

ఇట్లు విద్యుచ్ఛాలకబలము ఒక ద్రవ్యమున ఉణుడుణుడు మారుచు, ఒకప్పుడు గరిష్ఠమూల్యమును, ఒకప్పుడు శూన్యమూల్యమును గ్రహించుచుండుటచే దానిననుసరించు ప్రవాహశీఘ్రతకూడ మారుచుండును. అందువలననే దీనికి ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహమును నామము సార్థకము. మే. వ. స.

ఆవాగాడ్రో, కౌంట్ ఏమడేవ్ (1776-1856): ఇటలీ దేశపు భౌతిక విజ్ఞాని. 1809లో వెర్నెల్లి విద్యాలయమందు భౌతిక శాస్త్రోపాధ్యాయుడుగాను, 1820లో ట్యూరిన్ విద్యాలయమందు గణిత శాస్త్రోపాధ్యాయుడుగాను పని చేసెను. తన నామముతో ప్రచారములోనున్న కల్పనను 1811 లో ప్రచురించెను. ఈ కల్పన పరమాణు, అణు సిద్ధాంతములకు ప్రాణము. నెర్నెస్ట్, తాను రచించిన గ్రంథమునకు ఆవాగాడ్రో కల్పన దృక్పథమునుండి రచించబడిన భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము అని పేరిడుటలో ఈ కల్పన ప్రాముఖ్యము మనకు తెల్లమగు చున్నది. మే. వ. స.

ఆవేశము-ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి  $\left(\frac{e}{m}\right)$ : ప్రతి ఆవిష్టద్రవ్య

కణమునకును ఆవేశము-ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి ఒక విశేషలక్షణము. అనగా, ప్రతి ఆవిష్టకణమునకు ఈ నిష్పత్తి ప్రత్యేకముగా నుండును. ఈ నిష్పత్తిచే ఆ ఆవిష్టకణ స్వభావమును నిరూపించుటకు వీలగును.



## ఆవేశము - ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి

ఏదైన విలీన ఖనిజామ్ల ద్రావణములో హైడ్రోజన్ అయన్లు పెల్లుగా నుండును. అట్టి ద్రావణమందు బ్యాటరీ ధనఋణాగ్రములను ముంచినపుడు ఆమ్లము విద్యుత్ విశ్లేషితమై హైడ్రోజన్ అయన్లు ఋణాగ్రముపై చేరి వాటి ధనావేశములను ఋణాగ్రమునకు సమర్పించి అనావిష్ట లేదా తటస్థ హైడ్రోజన్ పరమాణువులుగా మారును. బ్యాటరీ ఋణాగ్రముపై విడివడిన ప్రతిగ్రాము హైడ్రోజన్ ద్రవ్యరాశికిని 98,494 కూలామ్ల విద్యుద్రాశి ద్రావణము గుండ ప్రవహించవలెను. ఈనిష్కర్ష ఫారడే విద్యుత్ విశ్లేషణ నియమములో మొదటిదానినుండి సాధితము. అందు వలన హైడ్రోజన్ అయన్ విషయములో 1 గ్రాము ద్రవ్య రాశిని అనుసరించు విద్యుద్రాశి 98,494 కూలామ్లు. ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ ద్రవ్యరాశిలో ఎన్ని హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నవో లెక్కగట్ట గలిగినచో ఒక హైడ్రోజన్ అయన్ పై నున్న ఆవేశమును గణించవచ్చును.

ఆవాగాడ్రో కల్పన ప్రకారము, వాయుస్థితిలోనున్న ఏ ద్రవ్యపు అణుభారమందైనను ఒకే నియతసంఖ్య అణువులు ఉండును. ఈ సంఖ్యకు ఆవాగాడ్రో సంఖ్య అనిపేరు. అనేక ప్రకారముల నిర్ణయించగా లభిమైన దీని సగటు మూల్యము  $6.06 \times 10^{23}$ . హైడ్రోజన్ అణుభారము 2 గ్రాములు. ఈ రెండు గ్రాములలో హైడ్రోజన్  $6.06 \times 10^{23}$  హైడ్రోజన్ అణువులు ఉన్నవి. ప్రతి హైడ్రోజన్ అణువునందును రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నవి. అందువలన రెండు గ్రాముల హైడ్రోజన్ లో  $2 \times 6.06 \times 10^{23}$  హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నవి. అనగా, ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ లో  $6.06 \times 10^{23}$  పరమాణువులు ఉన్నవి. ఫారడే నియమము ప్రకారము అయన్లుగా నున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువు లన్నిటిమీద నున్న మొత్తపు విద్యుదావేశము 98,494 కూలామ్లు. కనుక, ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు అయన్ గా నున్నపుడు స్వీకరించు ధనావేశము  $\frac{98,494}{6.06 \times 10^{23}}$  కు సమానము. 1 గ్రాము హైడ్రోజన్ ద్రవ్య రాశిలో  $6.06 \times 10^{23}$  పరమాణువులు ఉన్నవి గనుక ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు భారము  $\frac{1}{6.06 \times 10^{23}}$  కు సమానము.

హైడ్రోజన్ అయన్ ద్రవ్యరాశికి, హైడ్రోజన్ పరమాణువు ద్రవ్య రాశికి భేదము ఏమియును లేదు. కనుక, హైడ్రోజన్ అయన్ విషయములో ఆవేశ ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి  $\frac{e}{m_H} = \frac{98,494}{6.06 \times 10^{23}} / \frac{1}{6.06 \times 10^{23}} = 98,494$  కూలామ్లు.

10 కూలామ్లు ఒక ఎలక్ట్రోమాగ్నెటిక్ యూనిట్ నకు సమానము గనుక,  $\frac{e}{m_H} = 9849.4$  ఎలక్ట్రోమాగ్నెటిక్ యూనిట్లు. ఎలక్ట్రోమాగ్నెటిక్ యూనిట్లను కాంతి వేగము ( $2.998 \times 10^{10}$  సె. మీ. సెకనుకు)తో గుణించిన ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్లు సిద్ధించును గనుక,

$\frac{e}{m_H} = 9.849.4 \times 2.998 \times 10^{10} = 2.871 \times 10^{14}$  ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్లు.

ద్రవ్యరచనానుశీలనలో అనేక విధములగు ఆవిష్ట, కణములు మనకు తారసిల్లును; ఎలక్ట్రాన్లు, పోజిట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు,  $\alpha$ -కణములు, డోయిటరాన్లు, మొదలైనవి. వీటి అన్నిటి ప్రత్యేకతను వాటికిగల  $\frac{e}{m}$  నిష్పత్తి తెలియ చేయును.

ఈ నిష్పత్తిని నిర్ణయించుటకు సామాన్యపద్ధతి ఒకటి కలదు. హైడ్రోజన్ పక్షములో నిష్పత్తి పదములైన  $e, m$ లను వేరువేరుగా నిర్ణయించి నిష్పత్తిని తేల్చితిమి. ప్రస్తుతపద్ధతిలో నిష్పత్తియే సాక్షాత్తుగా సిద్ధించును, దాని కగు పద్ధతి తామ్సన్ చే వివరించబడినది. ఆవిష్టకణముస్థిర విద్యుత్ షేత్రమందు, షేత్రబలమునకు అనుగుణమగు చలన శక్తిని గ్రహించును.  $V$  వోల్టులశక్తి వ్యత్యాసముగల షేత్రములో,  $e$  ఆవేశమును మోయుచున్న కణము  $e \times V$  శక్తి అతిశయమును స్వీకరించును. చలనములో నున్న కణముయొక్క చలనశక్తి  $\frac{1}{2}mv^2$  అగును. (ఇచ్చట  $m$  కణద్రవ్యరాశి,  $v$  దానివేగము). కణము స్వీకరించిన శక్తి అతిశయము  $Ve$ , దానిచలనశక్తికి సమానము.

$$\frac{1}{2}mv^2 = Ve \dots \dots \dots (1)$$

ఇదిగాక  $X$  యూనిట్ల బలముగల విద్యుత్ షేత్రము  $e$  ఆవేశముగలకణముపై  $Xe$  కి సమమగుబలమును నెరపును. ఈ బలప్రభావముచే కణమార్గమందు వంపు గోచరించును. అయస్కాంత షేత్రము నొకదానిని ఉచితవిధమున ఆ కణముపై ఆరోపించుటచేత కణము స్థిరవిద్యుత్ షేత్రమందు పడసినవంపును సరిచేయవచ్చును. అనగా అయస్కాంత షేత్ర బలకార్యము స్థిరవిద్యుత్ షేత్రబల కార్యమునకు సమానమన్నమాట.  $H$  యూనిట్ల బలముగల అయస్కాంత షేత్రము  $e$  ఆవేశముగల కణముపై నెరపుబలము  $Hev$  (ఇచ్చట  $v$  కణముయొక్క వేగము). ఇప్పుడు అయస్కాంత, స్థిర విద్యుత్ షేత్రబలములను సమీకరించినవచ్చు సమీకరణము:

$$Hev = Xe \dots \dots \dots (2)$$

$$\therefore v = \frac{X}{H} \dots \dots \dots (3)$$

మూడవ సమీకరణము వలన సిద్ధించిన 'v' మూల్యమును 1 వ సమీకరణములో జొన్పిన  $\frac{e}{m}$  మూల్యము సిద్ధించును:



$$Ve = \frac{1}{2}mv^2 \text{ లేదా, } \frac{e}{m} = \frac{\frac{1}{2}v^2}{V}$$

$$\text{కాని } v = \frac{X}{H}; \therefore \frac{e}{m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{V} \cdot \frac{X^2}{H^2}$$

ఈ సమీకరణమందు కుడివైపున ఉన్న పదములోని రాశులన్నియు ప్రయోగలభ్యములు. కనుక  $\frac{e}{m}$  నిష్పత్తి నిర్ధారించినది. మే. ప. న.

అసిటాల్డి హైడ్: చూ. ఆల్డి హైడ్లు, కీటోన్లు పు. 195.

అసిటోన్: చూ. ఆల్డి హైడ్లు, కీటోన్లు పు. 195.

అసిడ్లు: చూ. ఆమ్లములు, లవణాధారములు పు. 172.

**ఆస్టన్, ఫ్రాన్సిస్ విలియమ్ (1877 - 1945):** బర్మింగ్ హామ్, కేంబ్రిడ్జ్ యూనివర్సిటీలలో విద్యనుపూర్తి చేసి 1920 లో ట్రెనిటీ కాలేజీ సభ్యుడుగాను, 1921 లో రాయల్ సంఘ సభ్యుడుగాను ఎన్నుకొనబడెను. 1935 లో అంతర్జాతీయ పరమాణుసంఘమునకు అధ్యక్షుడుగా ఆచరించెను.

సమస్థానీయము (ఐసోటోపు)లపై ఈయన కావించిన మహత్తర పరిశోధనలకై 1922 లో నోబెల్ రాసాయనిక శాస్త్రబహుమాన మీయన కీయబడెను. మొ. ప. రా.

**ఆస్మియమ్:** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 76; సాంకేతికము: Os; పరమాణు భారము 190.2, మూలద్రవ్యము లన్నిటిలోను అత్యధిక విశిష్ట గురుత్వము కలది 22.47 (20° C వద్ద); ఆస్మియమ్ ప్రకృతిలో అరుదుగా లభించును. పారిశ్రామికంగా ఆస్మియమ్ను హైడ్రోజనికరణములోను, పెన్ను పాళీలు తయారుచేయుటకును ఉపయోగింతురు. \* \* \*

**ఇండియమ్:** రాసాయనిక ధాతు మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 49; సంకేతము In; పరమాణుభారము 114.82; ద్రవాంకము 156.4°C; క్వథనాంకము 2000°C పైన; విశిష్టగురుత్వము 7.31 (20°C వద్ద). వర్ణమాలదర్శకముద్వారా ఆవిష్కరించబడిన మూలద్రవ్యములలో ఇండియమ్ ఒకటి. ఇది కూడ జింకుబ్లెండ్ ఖనిజములోనే దొరుకును. సీసముకన్న మెత్తగా, తెల్లగా ఉండు ధాతువు; గాలిలోమారదు. హైడ్రోక్లోరిక్, నైట్రిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్లలో కరుగును. షారములలో చలించదు. క్లోరిన్ తోను, గంధకముతోను ప్రత్యక్షముగా సంయోగించును. ఇండియమ్ ధాతువును ఇరుసులపై సన్ననిపొరగా వాడుక చేయుదురు.

**యోగికములు - ఆక్సైడ్లు:** ఇండియమ్ మోనాక్సైడ్ (InO) నల్లటిచూర్ణము. గాలిలో మండిపోయి ఇండియమ్ ఆక్సైడ్ (In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) అగును.

**ఇండియమ్ ఆక్సైడ్ (In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>):** ఇండియమ్ గాలిలో మండుటచే ఏర్పడును. చిన్న పసుపురంగుగల చూర్ణము. దీనిని 850° C కు కాల్చిన త్రైఇండియమ్ టెట్రాక్సైడ్ (In<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) ఏర్పడును.

**క్లోరైడ్లు:** ఇండియమ్ మోనోక్లోరైడ్ (InCl) ముదురు ఎరుపురంగుగల స్ఫటికములు. ఇండియమ్ డైక్లోరైడ్ (InCl<sub>2</sub>)- తెల్లటి స్ఫటికములు. ఇండియమ్ త్రైక్లోరైడ్ (InCl<sub>3</sub>)- తెల్లటి స్ఫటికములు.

ఇండియమ్ లవణములు బున్ సెన్ జ్వాలకు నీలిరంగును కలుగజేయును. అందుచే ఈ ధాతువునకు ఇండియమ్ (= నీలిరంగుగలది) అనిపేరు వచ్చినది. (చూ. అల్యూమినియము వర్ణము - పు. 159). మే. ప. న.

**ఇంధనములు:** గాలిలో మండి వేడినిచ్చు రాసాయనిక ద్రవ్యములకు ఇంధనములని పేరు. మానవునకు వేడివలన ఉపయోగము లెక్కువ. శీతల ప్రదేశములందు, చలిబాధ నుండి తప్పించుకొనుటకు, ఆహారపచనమునకు, శక్తిగా మార్చి యంత్రముల నడుపుటకు, కాంతిని జనింపజేయుటకు వేడి, ఆ వేడినిచ్చు ఇంధనములు మానవజీవనమున కావశ్యకములు.

**ముఖ్యలక్షణములు:** 1. సులువుగా అంటుకొనుట, అనగా తక్కువతాపక్రమము లోనే మండుట కారంభించుట; 2. యథేచ్ఛగా మండుట; 3. తక్కువరాశి ద్రవ్యము ఎక్కువఉష్ణత నిచ్చుట.

ఇంధనము మండుటవలన జనించు ఉష్ణతను కేలోరీలలో కొలుతురు (చూ. ఉష్ణతామితి-పు. 217). ఒక నిర్ణీత భారముగల ఇంధనము మండినప్పుడు కలుగు ఉష్ణత ఆ ఇంధనముయొక్క ఉష్ణతాప్రమాణ మందురు. ఈ ఉష్ణతాప్రమాణమునుపట్టి ఇంధనములను ఉత్తమ, మధ్యమ, అధమ తరగతులుగా విభజించవచ్చును. ఘనములు, ద్రవములు, వాయువులు అని ఇంధనములు మూడు తరగతులుగా నున్నవి.

**ఘనీభవనములు:** 1. కర్ర, 2. కర్రబొగ్గు, 3. రాక్షస బొగ్గు, 4. కోకు. పీట్, ఆంత్రినైట్ బిట్యూమినస్ బొగ్గు, లిగ్నైట్ పీటిని గురించి విపులముగా దిగువ చర్చింపబడినది.

**కర్ర:** కర్రలను వంటచెరకుగా వాడుట చాల ప్రాచీన ఆచారము. ఎందుకర్ర ఉష్ణతాపరిమాణము చాల తక్కువ. అందువలన దీనిని పరిశ్రమలయందు వాడరు.

**కర్రబొగ్గు:** గాలి స్వేచ్ఛగాతగులని పరిస్థితులలో కర్రలనుకాల్చి బొగ్గును తయారుచేయుదురు. కర్రలను రిటార్ట్లో కాల్చిన బొగ్గేగాక కర్రలోనుండు రాసాయనిక



ద్రవ్యములనుండి ఆసిటిక్ ఆసిడ్, ఆసిటోన్, మెథిల్ ఆల్కహాల్ అను మూడు మిక్కిలి ఉపయోగమైన రాసాయనిక ద్రవ్యములు లభించును (చూ. ఆల్కహాల్ లు పు. 190). ఉష్ణతాప్రమాణములో కర్రకన్న కర్రబొగ్గు మేలు. కోకు ఉపయోగములోలేని దేశములలో దీనినే ధాతుసాధనకు ఉపయోగింతురు. భద్రావతి (మైసూరు) ఇనుముఫ్యాక్టరీలో ఖనిజమునుండి ఇనుమును సాధించుటకు కర్రబొగ్గునే వాడుదురు.

రాక్షసిబొగ్గు : దీనిని రాతిబొగ్గు, నేలబొగ్గు అనికూడ అందురు. ఇది ప్రళస్తమైన ఇంధనము. పాశ్చాత్యదేశముల పారిశ్రామికాభివృద్ధికిది కీలకము. ఇంగ్లండు, జర్మనీ, ఉత్తరఅమెరికాలలో ఇది అధికముగా లభించును. గనుల నుండి త్రవ్వి తీయబడుచున్నది. ఇండియాలోకూడ బెంగాల్, బీహార్ రాష్ట్రములయందును, ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని సింగరేణి యందును నేలబొగ్గు గనులు గలవు. దక్షిణ ఆర్కాటు జిల్లాలో లిగ్నైట్ అను రెండవరకపు నేలబొగ్గును త్రవ్వి తీయుచున్నారు.

కోట్లకొలది సంవత్సరములక్రిందట పెరిగిన గొప్ప అడవులు ప్రకృతిలో సంభవించిన కొన్ని ప్రళయములవలన మన్నుతో కప్పబడి, భూగర్భములోనున్న వేడిమికి, ఒత్తిడికి బొగ్గుగా మారినవి. పరిణామ విస్తారమును, కాలమునుబట్టి 1. ఆంత్రనైట్, 2. బిట్యూమినస్ బొగ్గు, 3. లిగ్నైట్, 4. పీట్ అను రకము లుద్భవించినవి.

ఆంత్రనైట్ : చూ. పు. 183.

బిట్యూమినస్ బొగ్గు : ఇది ప్రకృతిలో అధికముగా లభించుచున్నది. మెత్తగానుండి సులువుగా అంటుకొనును. కాని పొగవక్కువ ; వేడిమి తక్కువ.

లిగ్నైట్ బొగ్గు : ఇది అంత ప్రాచీనమైన యుగముల నాటిది కాదు. కర్ర యింకను పూర్తిగా బొగ్గుకాలేదు. దీనివేడిమి చాలతక్కువ.

పీట్ : ఇది పేదవానిబొగ్గు. దీనికి బొగ్గులక్షణములు పూర్తిగా సంక్రమించలేదు.

రాక్షసిబొగ్గును మొదట వంటచెరకుగా ఉపయోగించెడివారు. తరువాత ఆవిరియంత్రములకు, నీటిని ఆవిరిగా మార్చుటకు, ఇతర యంత్రాగారములందు ఇంజనులను నడుపుటకు వాడుట మొదలిడిరి. దీనిని ప్రత్యక్షముగ ఇంధనముగా వాడినపుడు రెండు గడ్డు సమస్యలు తటస్థించును. అందు మొదటిది పొగ. పారిశ్రామిక పట్టణములు ఫ్యాక్టరీచిమ్నీలనుండి వైకెగయు ధూమముచే ఎప్పుడును కప్పబడియుండును. ఈ పొగ వెలుతురునకు చొరరాని పొగమంచు ప్రమాదమును కలుగజేయును.

రెండవది దీనిని వాడుకచేయు స్థలములలో తారుచేరుట. ఈ రెండు అవాంతర ద్రవ్యములను నిష్ప్రమాదముగా చేయుటయే ఆధునిక పారిశ్రామికులు చేపట్టి విజయవంతముగా పరిష్కరించిరి.

కోకు : రాక్షసిబొగ్గును గాలిలేనిచోట కాల్యగా మిగులు ఘనద్రవ్యము. ఇది అంతసులువుగా అంటుకొనక పోయినప్పటికిని పొగ, తారు రావు. కోకుయొక్క లక్షణములు దానిని తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు నేలబొగ్గునుపట్టి, దానిని కాల్యుటకు ఉపయోగించిన తాపక్రమమును పట్టియుండును. 'కానల్ కోల్' అను ఒక రకపు బొగ్గును తక్కువతాపక్రమములో బట్టిపెట్టినప్పుడు గాస్ అధికముగావచ్చి మెత్తనికోకు మిగులును. దీనిని 'కోలైట్' అందురు. ఇది వంటచేయుటకు ప్రళస్తము ; కాని ధాతుసాధనకు దీనిమెత్తదనము ప్రతిబంధకము. ధాతుసాధనకు అనుకూలమైన కోకును ఆంత్రనైట్, బిట్యూమినస్ నేలబొగ్గులను బట్టి పెట్టి తయారుచేయుదురు.

ద్రవేంధనములు : ఘనేంధనములకన్న ఎక్కువ ప్రళస్తమైనవి. ఇమిడిక, అధికఉష్ణతాప్రమాణము వీటి విశిష్టగుణములు. వీటిని వాడుక చేయుటయందున్న సులువు, సుభ్రతవలన ద్రవేంధనములు ఉత్తమమైనవి. మండినపుడు బూడిద మిగులదు. ఏపనికెంతవరకు అవసరమో అంతే ఇంధనమును వాడుకచేయవచ్చును. అందువలన ఇవి అధికముగా కూడ లాభములు.

ద్రవేంధనములలో ముఖ్యమైన : 1. క్రూడ్ ఆయిల్ పెట్రోలు, గాసోలీన్, కిరసనాయిలు, పారాఫిన్, షేల్ నూనె ; 2. తారునూనె, బెన్జీన్ ; 3. సారాయి ; అని మూడురకముల ఇంధనములు కలవు. అందు మొదటి తరగతికిచెందినవి ఒక షేల్ నూనెతప్ప తక్కినవి పెట్రోలియమ్ నుండి లభ్యములు.

షేల్ నూనె : షేల్ అనునది ఒకమాదిరి పంకశిల. ఇది పొరలుపొరలుగా నుండును. దీనిలో హైడ్రోకార్బన్ లుండును. దీనిని బట్టిపెట్టిన ఆ హైడ్రోకార్బన్ లు నూనెగా లభ్యమగును. షేల్ నుండి సాధించబడిననూనె గనుక దీనికి షేల్ నూనె అనిపేరు. ఈ షేల్ నూనెకు, క్రూడ్ ఆయిల్ కు ఎక్కువ భేదము లేదు. ఒకటన్న షేల్ నుండి 30-50 గాలనులవరకు నూనె సంప్రాప్తమగును.

తారునూనె : రాక్షసిబొగ్గును బట్టిలో కల్పినపుడు తారు బయలు వెడలునని ఇదివరకే సూచించబడినది. ఇందులోనున్న విలువైనద్రవ్యములను వేరుపరచి మిగిలిన తారును (చూ. ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్ లు - పు. 181)



డిసెల్ ఇంజనులలో ఉపయోగించుచున్నారు. దీని వేడి చాలఎక్కువ.

**తాపవిచ్ఛేదనము :** బరువునూనెలు అధికమైన ఒత్తిడిలోను, తాపక్రమములోను వేడిచేసిన తేలికనూనెలుగా విడిపోవును. దీనిని తాపవిచ్ఛేదనము అందురు. క్రూడ్ ఆయిల్ ను సాధారణపుబట్టిలో మరిగించుటవలన 25% మాత్రమే గాసోలీన్ తయారగుచుండగా, ఛేదనవిధానములో 75% గాసోలీన్ లభించును. ఇది మామూలు గాసోలీన్ కన్న ప్రశస్తమైనది. దీనిలో శాఖాశృంఖలితమగు ఐసోఆక్టేన్ అను సంతృప్తపారఫిన్ హైడ్రోకార్బన్ ఎక్కువగా నుండును. ఈ హైడ్రోకార్బన్ కు ఇంజను కొట్టుకొనకుండ సరళముగ నడపించు గుణము కలదు. ఆక్టేన్ క్రియాసామర్థ్యముతో సరిపోల్చిచూచి, గాసోలీన్ సమర్థతను నిర్ణయింతురు. ఈ నిర్ణీతకార్య దక్షతకు ఆక్టేన్-రేటింగ్ అని పేరు. క్రియారూపసమర్థతలో గాసోలీన్ తో సమానమగు హెప్టేన్ - ఐసోఆక్టేన్ మిశ్రములోనున్న ఐసోఆక్టేన్ యొక్క ఆయతనశాతమునకు ఆక్టేన్ - రేటింగ్ అని పేరు.

**ప్రేరకవిచ్ఛేదనము :** తాపవిచ్ఛేదనమందుకన్న తక్కువ ప్రేషమును, తక్కువతాపక్రమమును ఉపయోగించి ప్రేరక సంపర్కములో జరుగు విచ్ఛేదనమునకు ప్రేరకవిచ్ఛేదన మనిపేరు. ప్రేరకముగా నేడు వాడుకలోనున్న ద్రవ్యము 4:1 పాళ్ళలో కలిపిన సిలికాల్యూమినామిశ్రము. దీనిలో 1% మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ కలిసియుండును దీనికి హాడ్రిప్రేరకమని పేరు.

**బెన్జిన్ :** తారునుండి వేరుపరచు అమూల్యమగు ద్రవ్యములలో బెన్జిన్ ఒకటి. దీనిని మోటారులలో ఇంధనముగ వాడవచ్చును. కాని పెట్రోలుకన్న ఖరీదు ఎక్కువ. పెట్రోలు దొరకునంత కాలము మోటారులకు ఇంధనముగా వాడుకలోనికి రాదు.

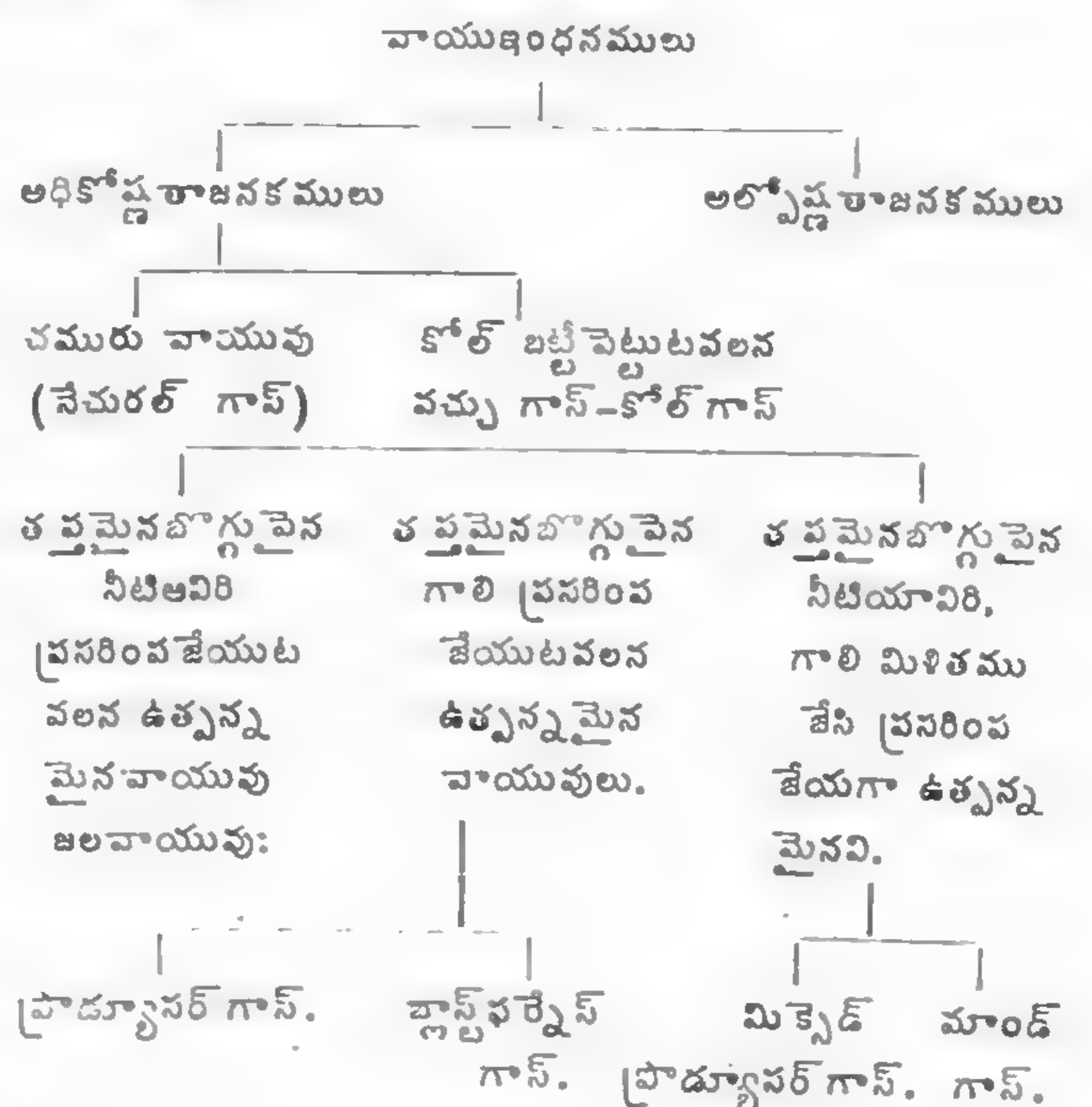
**ఆల్కహాల్ :** దీనినే సారాయి అనిగాని, మద్యము అని గాని అందురు. పెట్రోలుకుబదులు మోటారులలో సారాయిని ఉపయోగించవచ్చును. మానవునికి లభ్యమగు పెట్రోలు రాశికి పరిమితియున్నది. సారాయి వృక్షద్రవ్యములనుండి తయారుచేయవచ్చును; గనుక, ఇచ్చవచ్చినంత తయారగును. అందువలననే కొన్ని దేశములలో పెట్రోలులో 20% చొప్పున సారాయి కలుపవలయునని శాసించబడినది. (చూ. ఆల్కహాల్ లు-పు. 190)

**వాయురూప ఇంధనములు :** వాయు ఇంధనములు ద్రవేందనములకంటె ఎక్కువఅనుకూలములైనవి. 1. ఇవి చాల చౌక. 2. ప్రకృతిలో లభించు ఇంధనములను దుబారా

చేయనక్కరలేదు. 3. ఇవి పూర్తిగా మండి అత్యధిక తాపక్రమము నీయగలవు. 4. ఇవి మండెడు కొలిమియొక్క తాపక్రమము కావలసినరీతిని మార్పుచేసికొనవచ్చును. 5. పొగలేదు. 6. చొగ్గువేయుట, బూడిదతీయుట పనులు లేవు గనుక పనివాండ్రలవసరము తక్కువ. 7. పీటిని ఎక్కువ ఆక్సిజన్ తో కలిపినచో ఆక్సికరణ జ్వాలయు, తక్కువ ఆక్సిజన్ తో కలిపినచో ఆక్సిహరణజ్వాలయు జనించును. ఈ భిన్నములైన జ్వాలలు తపనసాధనములుగా అత్యంత వశ్యకములు. 8. ఘన, ద్రవ ఇంధనముల వాడుకలో అమితమైనవేడి వృథాగాపోవును. వాయు ఇంధనముల ఉపయోగించినచో దానిని అరికట్టవచ్చును. మంచుచున్న కొలిమి నంటుకొనియుండు గొట్టములగుండా వాయు ఇంధనములను ప్రసరింపజేసి, కొలిమి వేడి వృథాపోకుండ, కొలిమిలో ప్రవేశించువాయువును ముందుగా వేడిజేతురు. ఈ వేడిచేయుటవలన ఇంధనము, గాలిలోని ఆక్సిజన్ తో కలిసి వేడిచేయనివాయువుకన్న అధికమైనవేడిని జనింపజేయును. దీనినే ఇంగ్లీషులో 'రికూపరేటివ్' (పునస్సంగ్రహణ) పద్ధతి అందురు.

వాయుఇంధనములను రెండుతరగతులుగా విభజింపవచ్చును. 1. అధికోష్ణతాజనకములు : భూమిలో నున్న వాయుకూపములనుండి వచ్చెడి వాయువు, రాక్షసబొగ్గు వాయువు ఈ తరగతికి చెందినవి; దీనినే చమురువాయువు (నేచురల్ గాస్) అందురు. 2. అల్పోష్ణతాజనకములు : జలవాయువు, ప్రొడ్యూసర్ గాస్ ఈ జాతిలోనివి.

వాయుఇంధనముల సంపూర్ణ వర్గీకరణము క్రిందివిధమున చూపవచ్చును :





## ఇంధనములు

చమురు వాయువు (నేచురల్ గాస్): రాతి నూనెకొరకు త్రవ్వ గమలనుండి యొకప్పుడు పొచ్చు ఒత్తిడితో వాయువు బయటికి వచ్చుట కలదు. దీనికి భూగర్భవాయువు (నేచురల్ గాస్) అని పేరు. అమెరికా నూనెగనులలో ఈ వాయువు తరుచుగా తారసిల్లును. ఇందులో కొంచెముగా హీలియమ్ వాయువుండుట దీని విశిష్టలక్షణము (చూ. జడవాయువులు). వర్జీనియా నూనెగనియొక్కటే దినము నకు 130 కోట్ల ఘనపుటడుగుల వాయువును వెడలగ్రక్కును. ఈ వాయువు బొగ్గుగనులనుండికూడ జనించును. కాని సంగ్రహించుట కష్టము. చమురు వాయువులో 90% మీతేన్, మిగిలిన పాళ్లు ఎతేన్, ప్రొజేజన్, నైట్రోజన్ ఉండును. దీని ఉష్ణతా ప్రమాణము చాల ఎక్కువ.

కోల్ గాస్ (రాక్షసబొగ్గువాయువు): మొట్టమొదట ఈ వాయువును దీపములకు ఉపయోగించేవారు. క్రమముగా వంటచేసికొనుటకు, వివిధములైన కర్మాగారములలోని యంత్రములను నడుపుటకు వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఈ గాస్ తయారుచేయుటకు తగినది బిట్యూమినస్ బొగ్గు. ఇతర రకములకంటె ఈ బొగ్గు ఎక్కువ వాయువు నిచ్చును. బొగ్గును గాలిజారని బట్టిలోపెట్టి తప్తముచేసినచో ఈ గాస్ లభ్యమగును. దానితోపాటు తారు, అమోనియా మొదలగు అమూల్యములైన ద్రవ్యములుకూడ బయటికి వెలువడును. బట్టిలో కోకు మిగిలిపోవును :

### ఒక టన్ను కోల్

|                  |                |                    |                 |
|------------------|----------------|--------------------|-----------------|
| 12000 ఘ. అ. గాస్ | 14 గాలనుల తారు | 177 పానుల అమోనియా  | 1570 పానుల కోల్ |
| 18% బరువు.       | 6% బరువు.      | ద్రావణము 8% బరువు. | 88% బరువు.      |

ఈ ఫలితములు బొగ్గును 1000° C దగ్గర స్వేదించి నపుడు లభ్యమగును. ఈ ప్రక్రియకు అధికతాపక్రమకార్యసీ కరణము అని పేరు.

బొగ్గును బట్టిలో తప్తముచేసినపుడు కలుగు రాసాయని కపుమార్పునందు తాపక్రమము 850°C లకు చేరునరకి బొగ్గు మెత్తబడి ద్రవరూపము చెందును; అటుపైని, ఆలిఫాటిక్ వర్గమునకు చెందిన పారఫిన్లు, ఓలిఫైన్లు జనించును. తాపక్రమము పొచ్చుకొలది పారఫిన్లు విచ్చిన్నమై ఓలి ఫైన్లుగా మారును. అటుతరువాత ఓలిఫైన్లు సంయో గముచెంది బెన్జీన్ వర్గమునకు చెందిన ప్రొజేకార్బన్లు ఏర్పడును. ఇంకను తాపక్రమము ఎక్కువైనచో బెన్జీన్ ఎక్కువగుటయేకాక నాఫ్తలీన్, ఆంత్రినీన్ అను ద్రవ్య ములు లభ్యమగును.

## రాక్షసబొగ్గు స్వేదనము : ఫలితద్రవ్యములు

| స్థానిక | ఫలిత ద్రవ్యములు                             | 800 °F | 1000°F | 1200°F | 1400°F |
|---------|---|--------|--------|--------|--------|
| 1.      | ఒక టన్ను కోల్ నుండి వచ్చినతారు (గాలనులలో)   | 12.6   | 28.8   | 22.4   | 28.6   |
| 2.      | 100 పాళ్ల బొగ్గు నకు తయారగు కోకు            | 78.8   | 69.5   | 67.8   | 66.95  |
| 3.      | టన్ను బొగ్గులో తయారయ్యే అమోనియా (పానులలో)   | 0.87   | 1.47   | 2.29   | 3.71   |
| 4.      | బెన్జీన్ కుటుంబ మునకు చెందిన నూనెలు (పాలో)  | 6.002  | 5.85   | 5.75   | 4.50   |
| 5.      | ప్రోజేజన్ (పానులలో)                         | 19.66  | 22.08  | 32.13  | 39.70  |
| 6.      | మీతేన్                                      | 18.45  | 30.78  | 36.53  | 37.80  |
| 7.      | ఎతేన్                                       | 8.02   | 7.84   | 8.27   | 1.60   |
| 8.      | కార్బన్ మోనాక్సైడ్                          | 4.00   | 4.90   | 4.70   | 7.80   |
| 9.      | కోకులో నిలిచి పోయిన వాయు వదార్థములు         | 22.04  | 13.00  | 7.97   | 5.88   |
| 10.     | ఉష్ణతాపరిమాణము (బ్రిటిష్ థెర్మల్ యూనిట్లలో) | 214    | 803    | 1728   | 2254   |

పై పట్టిక పరిక్షవలన తేలగల సారాంశ మేమనగా తాపక్రమము పొచ్చుకొలది ఓలిఫైన్లు, ఎతేన్ తగ్గిపోయి, మీతేన్, ప్రొజేజన్ ఎక్కువగును; ఉష్ణతా ప్రమాణము కూడ పొచ్చును.

పై పట్టికలో కనపరచిన ద్రవ్యముల పరిమాణములు తాపక్రమమునుపట్టియేకాక బట్టియొక్క ఆకారమునుపట్టి కూడ మారును.

రాతిబొగ్గును స్వల్ప తాపక్రమములో తప్తముచేయు విధానము : బొగ్గును 500°C - 800°C మధ్య బట్టిపెట్టుటకు స్వల్పతాపక్రమ కార్యసీకరణము అని పేరు. 1000°C వచ్చు తారుకంటె 800°Cలో రెట్టింపుతారు రాగలదు. అదిగాక ఇందు లభ్యమగు కోకు మెత్తగానుండి సులువుగా అంటు కొనును. ఈ కారణమువలన స్వల్పతాపక్రమకార్యసీకరణ మునుగురించి తీవ్రమైన పరిశోధనలు జరుగుచున్నవి. ఈ రెండువిధానముల వ్యత్యాసమిది. అధికతాపక్రమ ప్రక్రి



యలో గట్టికోకు, ఎక్కువగాస్, తక్కువతారు, బెస్టిన్ నూనెలు లభించును. స్వల్పతాపక్రమ ప్రక్రియలో ఎక్కువ తారు, తక్కువగాస్ ప్రాప్తమగును. ఈ రెండిటిలో దేనిని అవలంబించుట అనునది, అందువలనవచ్చు ద్రవ్యముల ఆవశ్యకతనుబట్టి నిర్ణయింపబడును. కాని స్వల్ప తాపక్రమ విధానము నేటికిని పారిశ్రామికముగా రూఢము కాలేదని చెప్పవలెను. పలన అధికతాపక్రమ ప్రక్రియవలన లభ్యమగు ద్రవ్యములకున్న మార్కెట్టు, స్వల్పతాపక్రమ ప్రక్రియవలన ఉత్పన్నములగువాటికి లేదు.

వివిధ తాపక్రమముల రక్షణబొగ్గు స్వేదనమువలన వచ్చు ద్రవ్యముల పరిమాణ తారతమ్యములు

| పదార్థము                             | స్వల్పతాపక్రమవిధానము (450 °C - 550°C)  | అధికతాపక్రమవిధానము (900°C - 1100°C)   |
|--------------------------------------|--|---|
| కోల్ గాస్                            | టన్ను ఒకటింటికి 2000 - 3500 ఘ. అ. వాయువు. 85% ఎతేన్, మీతేన్, ఇతర పారఫిన్లు, ఓలిఫైన్లు, 15% హైడ్రోజన్ | 9000 - 12000 ఘ. అ. వాయువు. 25%-35% మీతేన్. 45%-55% హైడ్రోజన్. మీతేన్ తప్ప ఇతర పారఫిన్లు ఉండవు.            |
| తారు                                 | 7%-10% పౌనులు. ముఖ్యముగా పారఫిన్లు ఉండును. నాఫ్తలిన్లు, బెస్టిన్ కుటుంబమువకు చెందిన నూనెలు ఉండవు.    | 4%-7% పౌనులు. ఎక్కువగా ఆరోమాటిక్ వర్గమునకు చెందిన హైడ్రోకార్బన్లు, ఫీనోల్లు, నాఫ్తలిన్, ఆంథ్రసీన్ ఉండును. |
| అమోనియా (నల్ఫేట్ గా పరిగణింపబడినది.) | టన్నుకు 5 - 7 పౌనులు.  | 20 - 30 పౌనులు.   |
| మిగిలిన పదార్థములు                   | 15% అంటుకొనే వాయువుగల మెత్తని కోకు.  | కఠినమైనకోకు; దీనిలో కార్బన్, బూడిద ఇమిడియుండును.  |

అల్పస్థతాజనకములు: జలవాయువు: కఠినమైన కోకును ఎర్రగాకాల్చి, దానిపై నీటిఆవిరిని పంపినచో జలవాయువు తయారగును. ఆవిరిని ప్రసరింపజేసిన కొంత కాలమునకు కోకుతాపక్రమము తగ్గి దానిదీప్తి తగ్గును. దీప్తి తగ్గినపుడు జలవాయువు జనించదు. అందువలన నీటి ఆవిరిని తాత్కాలికముగ ఆపి కోకుపై గాలిని పంపుదురు. మరల బొగ్గు దీప్తిమంతమగును. అప్పుడు నీటి ఆవిరిని మరల విడిచెదరు. ఇట్లు గాలిని, నీటిఆవిరిని ఒక దానివెనుక ఒకటి ప్రసరింపజేయుటవలన జలవాయువు తయారగును. ఒకటన్న కోకునుండి 4000 ఘ. అ. జల వాయువును తయారుచేయవచ్చును:



జలవాయువు: ఇది కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ మిశ్రము. ఈ రెండువాయువులకూడ గాలిలో మండును.

ఉపయోగములు: ఈ వాయువుమండునపుడు 1600°C తాపక్రమము నిచ్చును. ధాతువులను కరగుటకు, అతుకుటకు, గాఢపరిశ్రమలోను, సిమెంటుబట్టిలలోను ఇంధనముగా ఉపయోగపడుచున్నది. అమోనియాను చేయు

టకు కావలసిన హైడ్రోజన్ దీనినుండియే సాధింతురు. జల వాయువు యొక్క ముఖ్యోపయోగము, పెట్రోలును చేదింపగా వచ్చిన వాయువులను జలవాయువుతో కలిపి ఈ మిశ్రముతో కోల్ గాస్ దీపములకాంతిని ఎక్కువగా చేయుట.

ప్రాడ్యూసర్ గాస్: ఎర్రగాకాల్చిన బొగ్గుపై నీటి ఆవిరి ప్రసరింప జేసినప్పుడు ప్రాడ్యూసర్ గాస్ వెలువడును:



ఇది నైట్రోజన్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ల మిశ్రము. నైట్రోజన్ కి మండెడిస్వభావము లేదు. అందువలన దీనికి ఎక్కువ వేడిని కలుగజేయుసామర్థ్యము లేదు; కాని ఇది మిక్కిలి చౌక; పెట్టుబడి స్వల్పము. దీనిని ఇటుక కాల్పుటకు, గాఢ పరిశ్రమలయందును ఉపయోగింతురు.

బ్లాస్ట్ ఫర్నేస్ గాస్: చూ. ఇనుము - పు. 208.

మిక్సెడ్ ప్రాడ్యూసర్ గాస్: నీటి ఆవిరిని, గాలిని ఒకేమారు దీప్తిమంతమైన కోకుపై పంపినచో జల వాయువు, ప్రాడ్యూసర్ వాయువుల మిశ్రము లభించును. దీని విశిష్టత మధ్యమధ్య ఆగిపోకుండ అవిరతముగా తయారగుటయే. అందువలన ఇటీవల ఇది ఎక్కువ వాడుకలోనికి వచ్చినది.

మాండ్ గాస్: కోకుకు బదులు బిట్యూమినస్ బొగ్గు నుపయోగించినచో మాండ్ గాస్ తయారగును. దీనిలో తారు వాయువులు కలసియుండును. అందువలన దీని ఉష్ణతాప్రమాణము అధికము. ధాతుసాధనకు ఎక్కువగా దీనిని వాడుదురు.

యు. సూ. నా.

ఇట్రీయమ్: చూ. యిట్రీయమ్.



## ఇనుము

**ఇనుము :** ఆధునికమానవ నాగరికజీవనములో ఉపయోగపడు పదార్థములలో ఇనుము చాలముఖ్యమైనది. గృహోపకరణములకు, ఆయుధములకు మనపూర్వులు ఈ ధాతువును ఉపయోగించుట ఎరుగుదురు. ప్రాచ్యులు ఇనుము, ఉక్కు తయారుచేయుటలో మంచి ప్రావీణ్యము కలిగినవారని రుజువుచేయుటకు చాల ప్రమాణములు కలవు.

భూప్యప్థమున 5% ఇనుము కలదు. ఉల్కలలో కననగు కొంచపు విడి ఇనుముతక్కు, తక్కిన ధాతువు అంతయును ఆక్సైడ్ గాగాని, సల్ఫైడ్ గాగాని, కార్బోనేట్ గాగాని సంయుక్తరూపమున దొరుకును.

**ముడి ఖనిజములు :** 1. ఆక్సైడ్ ఖనిజములు హేమటైట్ ( $Fe_2O_3$ ), మాగ్నెటైట్ ( $Fe_3O_4$ ) లిమెనైట్ ( $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ). 2. కార్బోనేట్ ఖనిజములు : స్పాటిక్ ఐరన్ ఓర్ ( $Fe_2CO_3$ ). 3. సల్ఫైడ్ ఖనిజములు : ఐరన్ పైరైటీస్ ( $FeS_2$ ), మాఘికము, జేగురులనబడు రంగులు గల మృద్ధ్రవ్యములందు ఇనుము ఆక్సైడ్ గా ఉండును.

ఉల్కలలో విడిగానుండు ఇనుము 67% - 94% మధ్య ఉండును. దానితో కలసియుండు ఇతర ధాతువు నికెల్ 4% - 25% మధ్య నుండును. రెడ్ హేమటైట్ లో సాధారణముగా 47% - 70%, బ్రౌన్ హేమటైట్ లో 35% - 43% స్పాటిక్ ఐరన్ ఓర్ లో 57%ను ఇనుము ఉండును.

25% ఇనుముకన్న తక్కువగానున్న ఖనిజము ధాతుసాధనకు వినియోగించిన వ్యయమెక్కువగుటచే అట్టి ఖనిజము ధాతుసాధనకు పనికిరాదు.

ఇనుమును తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు ఖనిజములలో హేమటైట్, మాగ్నెటైట్, లిమెనైట్లు చాలముఖ్యమైనవి. ధాతుసాధనకు ఉపయోగించు ఖనిజములలో కొంచెముగా మలినపదార్థములున్నను బాధలేదు. కాని భాస్వరము, గంధకము వీలయినంత తక్కువగా ఉండవలయును. ఐరన్ పైరైటీస్ ను దానియందుండు గంధకము కొరకు ఉపయోగింతురు.

ఇనుమును సాధించుటలో ఖనిజమును మొట్టమొదట ముక్కలుగాకొట్టి గాలిలో కాల్చుదురు. దీనివలన మూడు లాభములు ఉన్నవి : 1. ఖనిజమునందుండు తేమ పోవుట; 2. కార్బోనేట్ ఆక్సైడ్ గా మారుట; 3. సల్ఫైడ్ ఆక్సైడ్ గా ఆక్సీకరించబడుట.

కాల్చిన ఈ ఖనిజపుముక్కలను కాల్చినబొగ్గుతోను, సున్నపురాయితోనుచేర్చి బ్లాస్ట్ కొలిమి ముఖద్వారమున వైతురు. ఇందుకు ఉపయోగించు సున్నపురాయిలోను, బొగ్గులోను, గంధకము, భాస్వరము చాలతక్కువగా

ఉండవలయును (చూ. ముడి ఖనిజములు, ఖనిజములు, ధాతుసాధన.).

700°C తాపక్రమముగల గాలిని కొలిమిక్రింది భాగమున గల రంధ్రములగుండా పంపుదురు. ఈ గాలిలోనున్న ఆక్సిజన్ బొగ్గును కార్బన్ డైఆక్సైడ్ గా ఆక్సీకరించును. ఇది మరల బొగ్గుచే ఆక్సీహరించబడి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ గా మారును.



ఈ మోనాక్సైడ్ వాయువు ఇనుము ఆక్సైడ్ లను ఇనుముగా ఆక్సీహరించును.



ఇట్లు ఆక్సీహరింపబడిన ఇనుము కొలిమివేడికి కరగి కొలిమి అడుగుభాగమునకు దిగును. ఖనిజములోనున్న సిలికా, మన్ను మొదలగు మలినపదార్థములు మొదట ఖనిజముతో కలిపిన సున్నపురాయినుండి వచ్చిన సున్నముతో రాసాయనికముగా సంయోగించి 'స్లాగ్' ఏర్పడును. ఇదికూడ కొలిమివేడికి కరగి తేలికగా నుండుటచే కరగిన ఇనుముమీద తెట్టెగా ఏర్పడును. 'స్లాగ్'ను ఇనుమును, కొలిమి అడుగున ఉన్న వేరువేరు రంధ్రముల ద్వారా బయటకు తీయుదురు. ఈ ప్రక్రియ ఆపులేకుండ జరుగుచుండును. అప్పటప్పట బొగ్గుతోను, ఫ్లక్సింగ్ ద్రవ్యములతోను మిశ్రితమైన ఖనిజమును కొలిమి పై భాగమున నుంతురు.

సాధారణమైన కొలిమి రోజునకు 500 - 600 టన్నుల వరకు ఇనుమును తయారుచేయును. ఇండియాలోని జమ్షెడ్ పూర్ లో మిక్కిలి పెద్దదైన కొలిమి కలదు. మైసూరులో భద్రావతియందు, బెంగాల్ లో బర్నపూర్ యందు, బీహార్ లో కుల్పియందుకూడ ఇనుమును తయారు చేయు కొలుములు కలవు. ఇటీవల మధ్యప్రదేశ్ నందు భిలాయ్, ఒరిస్సా రాష్ట్రమున రాంకేలా, పశ్చిమ బెంగాల్ నందు దుర్గాపూర్ అనుచోట్ల ప్రభుత్వరంగమున ఉక్కు కర్మాగారములు స్థాపింపబడి పనిచేయుచున్నవి.

కరగినఇనుమును కొలిమినుండి బయటకుతీసి అచ్చులలోనికి పారింతురు. చల్లారి గట్టిబడిన దిమ్మలకు 'పిగ్ ఐరన్' లేదా 'పోతఇనుము' అనిపేరు. పోతఇనుము శుద్ధమైనదికాదు. దానిలో 3%, 4% బొగ్గు, 1%, 2½% సిలికన్, అధికభాగము గంధకము, భాస్వరము ఉండును.

పోతఇనుము చాల పెళుసు. అందుచేత దాని ఉపయోగము చాలతక్కువ. దార్ధ్యమంతగా అవసరము



లేనప్పుడు పోతఇనుమును వాడుదురు. నేలక్రింద నీటి గొట్టములకు, ఆవరణలకు, చిన్నఅచ్చుపోతలకు పనికి వచ్చును.

పోత ఇనుములోనున్న కార్బన్ సాధారణముగా గ్రాఫైట్ రూపమున ఉండును. కాల్పుటవల్లను, కాల్చిన వెంటనే చల్లార్చుటవల్లను కార్బన్ యోగికముగాగాని, లేదా అతिसూక్ష్మవిభక్తావస్థలోగాని విడివడును. దానిమీద జరిగించెడు ప్రక్రియలనుబట్టి పోతఇనుము నల్లగాను, తెల్లగాను, గట్టిగాను లేదా మెత్తగాను ఉండవచ్చును. ఈ భేదము లన్నియు అందున్న కార్బన్ యొక్క స్థితినిబట్టి ఉండును. పోతఇనుముయొక్క దార్ధ్యము, గట్టితనము మొదలైన భౌతికగుణము లన్నియు అందున్న కార్బన్ యొక్క రూపమునుబట్టి ఉండును.

చేతఇనుము: పోతఇనుములో నున్న మలినములను ఆక్సీకరించుటచే బహిష్కరించి, చేతఇనుమును తయారు చేయుదురు. పోతఇనుమును హేమటైట్ ఖనిజముతో చేర్చి రివెర్బరేటరీ కొలిమిలో కరగించినచో అందుండు మాలిన్యములు కొన్ని వాయురూపమున పైకెగసిపోవును. మరికొన్ని 'స్లాగ్' తో కలిసి ద్రవరూపమున బహిష్కరించబడును. శుద్ధమైన ఇనుమును కరగించగల తాపక్రమము కొలిమిలో దుర్లభమగుటచే ఇనుము ముద్దగా నుండును. ఈ ముద్దలను పైకితీసి సుత్తులతో బాదిన అందుండెడు స్లాగ్ బయటికివచ్చును. తరువాత రోలర్లతో వత్తి పలకలుగా తయారుచేయుదురు. చేతఇనుము చాల మెత్తనిది. దానిపేరుకు తగినట్లు దానితో అనేకరూపములు చేయవచ్చును. ఇది చాలదృఢముగా ఉండును; దెబ్బ కొట్టినవిరుగదు; నారవలె సాగును. ఎర్రగా కాల్చి అతుకుటకు వీలుగానుండును. అందుచే దీనిని కమ్మరులు విస్తారముగా వాడుకచేయుదురు.

గాలికొలిమిలో తయారగు పోతఇనుమును శుద్ధమైన చేతఇనుముగాకాని, ఉక్కుగాకాని, మార్పుటకు ఒక విధానమును 'బెస్సిమర్' కనిపెట్టెను.

బెస్సిమర్ విధానము: గాలికొలిమిలో తయారగు పోత ఇనుమును కరగియున్నస్థితిలోనే పనసకాయవంటి ఆకారము గల పెద్ద అండాలో పోయుదురు (చూ. ముడి ఖనిజములు, ఖనిజములు, ధాతు సాధన - కన్వర్టర్ కొలిమి); ప్రక్కనున్న మేకులఆధారమున ఈ అండా ఒక బలమైన చట్రమునకు వ్రేలగట్టియుండును. మొదట అండాను అడ్డముగా ఓరిగిలించి కరగియున్న పోతఇనుమును దానిలోపోసి అడుగునున్న రంధ్రములద్వారా బలమైన వాయుప్రవాహమును పంపించుట ప్రారంభించి అండాను

నిలువుగా పెట్టుదురు. 5 మొదలు 30 టన్నులవరకు పోత ఇనుమును అండా తీసుకోగలదు. అండా లోపలిగోడకు ఒకదశసరియైనపొర అంటించిఉండును. దీనియందలి ద్రవ్యములు ఆప్లుప్రధానములుగా గాని, లవణాధారప్రధానములుగాగాని, పోతఇనుమునందుండు మలినములస్వభావమునుపట్టి ఉండును. పొర కేవలము ఇసుకయేయైనచో పోతఇనుమునందున్న లవణాధారస్వభావముగల మాలిన్యములు ఆప్లుగుణముకలిగిన ఇసుకతో సంయోగించి సిలికేట్లుగా మారి స్లాగ్ క్రింద బయటికిపోవును. పోతఇనుము నందున్న మాలిన్యములు, భాస్వరము, గంధకము అయినచో మగ్నీషియానుకాని, కాల్చిన డోలమైట్\*ను కాని పొరగా వాడుదురు. వాయుప్రవాహవశమున పోత ఇనుమునందున్న మాలిన్యములు ఆక్సీకరించబడి స్లాగ్ ద్వారా బయటికి వెడలి శుద్ధమైన ఇనుము తయారగును. గంధకము ఆక్సైడ్ గా పైకి వెడలును. భాస్వరము డోలమైట్ నందున్న కాల్షియమ్ ఆక్సైడ్ తో సంయోగించి కాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్ గా స్లాగ్ లో చేరును. కన్వర్టర్ లోని కార్యమంతయు 12, 18 నిమిషములలో ముగియును. తయారైన మంచి ఇనుములోపల ఇంకను సిలికన్, మాంగనీస్ లయొక్క సూక్ష్మభాగములును 0.08% బొగ్గు, 0.2% ఐరన్ ఆక్సైడ్ ను ఉండును. ఈ ఆక్సైడ్ ను ఫెట్రోమాంగనీస్ (ఇనుము, మాంగనీస్ ల ధాతుమిశ్రము) సహాయమున వేరుపరుతురు. ఆఖరుకు మిగులు ఇనుములో ఇంకను 0.08% బొగ్గు, 0.38% మాంగనీస్, 0.1% భాస్వరము, 0.05% గంధకము మిగిలియుండును.

ఉక్కును తయారుచేయుటకు ఉపయోగించెడు ద్రవ్యములను ద్రవస్థితిలో కన్వర్టర్ లోనున్న శుద్ధమైన ధాతువుతో కలుపుదురు. కలపవలసిన ధాతువులు, వాటి ధాతుమిశ్రములు (ఫెట్రోమాంగనీస్, ఫెట్రోక్రోమియమ్ మొదలైనవి) గాను, కార్బన్, కోకు (కాల్చిన రాక్షసబొగ్గు) గాను నిర్దితములయినపాళ్లలో కలుపుదురు.

ఉక్కు: ఇనుముతో కార్బైడ్ గా సంయోగించిన కార్బన్ ఇనుమునకు విశిష్టమగు గుణములను ఇచ్చును. ఈ కలయికకు 'ఉక్కు' అనిపేరు. ఉక్కులో కార్బన్ ప్రధానమైనభాగము. దీనివలననే ఉక్కుకు గట్టితనము, పెళుసుతనము మొదలగు గుణములు సంక్రమించును. కాని కార్బన్ హెచ్చుఅయినకొలది ఉక్కు మరింత పెళుసెక్కును.

తయారుచేయువిధములు: ఇదివరకే ఉక్కునుతయారు చేయుటకు బెస్సిమర్ విధానము వాడుకలో ఉన్నదని

\*డోలమైట్, కాల్షియమ్, మగ్నీషియమ్, కార్బోనేట్ ల మిశ్ర ఖనిజము.



చెప్పియుంటిమి. కాని బెస్సిమర్ ఉక్కులో భాస్వరాంశము కొంచ మెక్కువగా ఉండును. భాస్వరాంశము ఎక్కువైనను ఉపయోగమునకు బాధలేని సందర్భముల బెస్సిమర్ ఉక్కును వాడుక జేయుదురు. ఇంతకన్న మంచి ఉక్కును తయారుచేయుట కింకను వేరు విధానములు కలవు. వాటిలో 1. సీమెన్స్ - మార్టిన్ విధానము; 2. సీమెంటేషన్ విధానము; 3. మూస విధానము; 4. విద్యుత్ విధానము ముఖ్యమైనవి.

సీమెన్స్ - మార్టిన్ విధానము: ఇందు పోత ఇనుమును, రద్దు ఇనుముతోను, హేమటైట్ ఖనిజముతోను కలిపి సమచతురస్రమై, విశాలమై లోతులేని కొలిమిలో నుంచి ప్రొడ్యూసర్ వాయువుతో వేడిచేయుదురు. ఆ కొలిమి అడుగు ఇసుకతోగాని, లేక కాల్చిన డోలమైట్తోగాని, కప్పబడియుండును. ఇసుక అడుగున నున్నచో (ఆప్ల విధానమున) ధాతువులోని కార్బన్, సిలికన్, మాంగనీస్ పాళ్ళు తగ్గిపోవును. కాని గంధకము, భాస్వరము పాళ్ళలో మార్పుండదు. డోలమైట్ పొర ఉన్నచో (షారవిధానము) గంధకము, భాస్వరము నికరముగా తగ్గును.

బెస్సిమర్ విధానముతో సీమెన్స్ విధానమును మేళ వించి డూప్లే విధానమును వేరున కూడ ఉక్కు తయారగు చున్నది.

సీమెంటేషన్ విధానము: ఇందు చేతఇనుము దండములను బొగ్గులో పొదిగి కాల్చుదురు. బొగ్గుక్రమముగా లోపలికి దూరి ధాతువును ఉక్కుగా మార్చును.

మూసవిధానము: చేత ఇనుమును పోతఇనుముతోను బొగ్గుతోను కలిపి మూసలో కరగింతురు.

విద్యుత్ విధానము: ఇందు ద్రవ్యమిశ్రమును ఎలక్ట్రిక్ కొలిమిలో కరగింతురు. ఈ ఉక్కు చాల ఉత్తమమైనది; ఏకవిధమైన గుణముకలది. బలముతోను, లీగసాగుటలోను సీమెన్స్ ఉక్కుకన్న మిన్న.

ఉక్కురకములు: ఉక్కుయొక్క విశిష్టగుణము దాని యందుండు కార్బన్ అంశమువలన చేకూరినదియని ఇది వరకే తెలుసుకొంటిమి. ఉక్కురకములు రెండువిధాగ ములుగా ఉన్నవి.

1. కేవల కార్బన్ మిశ్రములు: కేవల కార్బన్ మిశ్రములు కార్బన్ మిశ్రములలో కార్బన్ అంశము 0.15%-0.25% ఉన్నచో వాటికి మెత్తటి ఉక్కులనివేరు. ఇవి కట్టడపు పనులకు, రివెల్ చేయుటకు, రెయిన్ ఫోర్స్ డ్

కాంక్రీట్ తయారుచేయుటకు, బాయిలర్ లకు పట్టీలకు, గొలుసులకు, గొట్టములకు ఉపయోగింతురు. 0.3%-0.5% కల ఉక్కులు మధ్యరకపు ఉక్కులు. వీటి ఉపయోగము పై వాటివలెనే కార్బన్ 0.6% - 1.5% కల ఉక్కులకు ఎక్కువకార్బన్ గల ఉక్కులనివేరు. వీటితో చేసిన పనిముట్లను నియతపరిస్థితులలో కాల్చి వెంటనే చల్లార్చిన గట్టితనము ఎక్కువగును. అందుచే ఈ ఉక్కులను పని ముట్లుగా వాడుదురు. కేవలకార్బన్ మిశ్రములగు ఉక్కులకన్న ధాతుమిశ్రములగు ఉక్కులు చాల దార్ఢ్యము కలవి.

2. ధాతుమిశ్రములగు ఉక్కులు: ఇనుముతో వేరువేరు ధాతువులు కలిపిన తయారగు ఉక్కులు అనేకరకములు కలవు. సాధారణముగా కలియు ధాతువులలో క్రోమియమ్, నికెల్, టంగ్స్టన్, మాంగనీస్, మొలిబ్డినమ్, రాగి, పైటా నియమ్ మొదలగునవి. ఉపధాతువులలో సిలికన్ ప్రధాన మైనది.

మాంగనీస్-సిలికన్ ఉక్కులు: సిలికన్ 2%, మాంగనీస్ 1% కలిసిన ఉక్కు చాలదృఢమైనది సులభముగా అరుగదు. అందుచే ఇరుసులకు, బండ్లచక్రములకు, రైల్వే పాయింట్లకు వాడుక చేయుదురు. స్ట్రెయిన్ లెస్ స్టీల్ (కగ్గని ఉక్కు) క్రోమియమ్ నికెల్ హెచ్చుగానుండు ఉక్కులు, త్రుప్పు పట్టవు; ఈ ఉక్కు ప్రస్తుతము గృహములయందు ఉపయోగించు పాత్రలను తయారుచేయుటలో ఉపయోగ పడుచున్నది.

పనిముట్లఉక్కు: లేట్ మీద చిత్రకపట్టుటకు, స్క్రాఫ్లు కోయుటకు పనికివచ్చు పనిముట్లకు టంగ్స్టన్ కల ఉక్కులు ఉపయోగించవచ్చును. ఈ ఉక్కుల విశేషగుణమేమన లేట్ మీద అతివేగముగా తిరుగుచున్న పనిముట్లు పనిచేయు నపుడు వేడెక్కి ఎర్రగానైనప్పటికి దాని అంచు మొర పోదు. వీటికి 'హైస్పీడ్ టూల్ స్టీల్' అని వేరు. ఈ ఉక్కులలో మొలిబ్డినమ్, వెనేడియమ్ ధాతువులుకూడ ఉండవచ్చును. డి. ఎస్. ఎస్.

ఇనుముయొక్క యౌగికములు: ఇనుము రాసా యనికముగా చాలచురుకైన ధాతువు. అది ప్రత్యక్షముగా చాల అధాతువులతో రాసాయనికముగా సంయోగించును. అట్టి అధాతువులలో ఆక్సిజన్, గంధకము, క్లోరిన్ ముఖ్య మైనవి.

షారద్రావణములలో వికారమును చెందదు. ఆప్లము లలో సులభముగా కరిగి, ఆసిడ్ కనుగుణమైన లవణముల నిచ్చును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్, విలీన సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లతో హైడ్రోజన్ ని విడుదలచేయును. గాఢసల్ ఫ్యూరిక్

\* ప్రొడ్యూసర్ గాస్ = గాలిని కాలుచున్న బొగ్గుపైకి పంపినపుడు లభ్యమగు కార్బన్ మోనాక్సైడ్, నైట్రోజన్ మిశ్రము. ఇది యేబిస్సుల నడుపుటకు ఉపయోగించు గాస్. (చూ. ఇంధనములు, పు. 203)



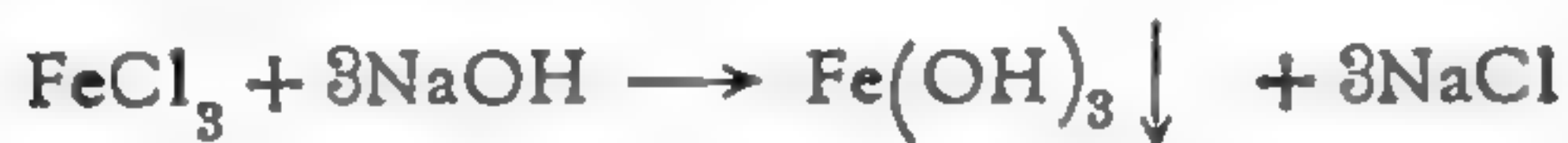
ఆసిడ్ తో వేడిచేసినపుడు ఇనుము ఆక్సికరించబడి ఆసిడ్ ను సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ గా మార్చును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో సులభముగా కరిగి దానిని ఆక్సిహరించును. కాని నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో ముంచిన ఇనుము రాసాయనికముగా జడప్రవృత్తిని చెందును.

**ఆక్సైడ్లు - ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్ ( $FeO$ ):** పరిశుద్ధ స్థితిలో ఇది ఇంతవరకు లభ్యముకాలేదు. ఫెర్రస్ లవణమునకు సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణమును చేర్చినపుడు తెలుపు, ఆకుపచ్చల మధ్యనుండు రంగుగల అవశేష మొకటి దిగును. ఇది ఫెర్రస్ హైడ్రాక్సైడ్. గాలిలో ఇది అతివేగముగా పిశంగవర్ణముగల ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ గా మారిపోవును.

**ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ ( $Fe_2O_3$ ):** ఇది ప్రకృతిలో అనేక రకముల ముడి ఖనిజములలో ఉండును. ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ లవణము (అన్నభేది)ను గాలిలో కాల్చిన లభ్యమగును:

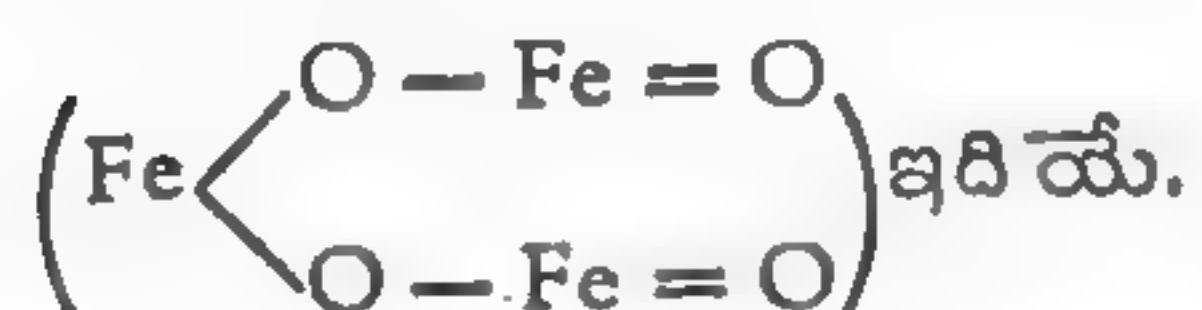


ఇది ఇటుకరంగుగల చూర్ణము (అన్నభేదిభస్మము). ఫెర్రిక్ లవణమునకు కాస్టిక్ సోడా లేదా అమోనియా ద్రావణమును కలిపిన ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ (ఇటుక రంగు) ముద్దగా అవక్షిప్తమగును.

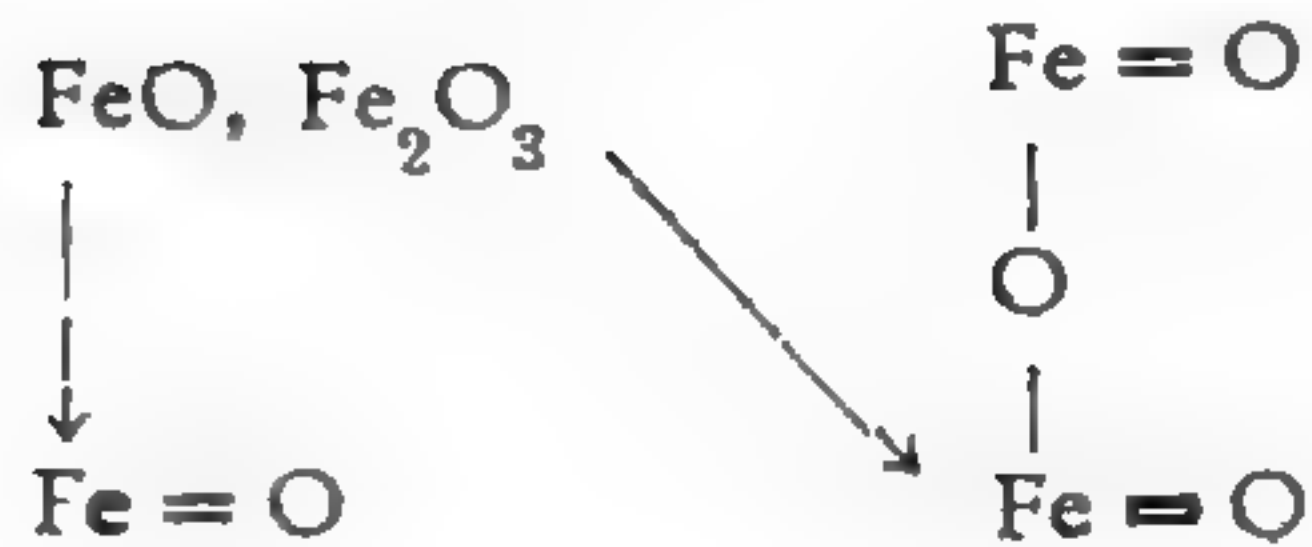


దీనిని  $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ , ఉదాహరణ ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ గా కూడ భావించవచ్చును. ఇదియే త్రుప్పు. ఇదికూడ అనేక ఖనిజరూపములలో ప్రకృతిలో దొరకును.

**ఫెర్రోజె-ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ లేదా కాంతభస్మము ( $Fe_3O_4$ ):** ఇది లవణాక్సైడ్ ల వర్ణమునకు చెందినది. ఇనుము ధాతువునకున్నట్లు దీనికికూడ సూదంటురాయచే ఆకర్షించబడు గుణము ఉన్నది. దీని ఖనిజరూపమునకు కాంతలోహమని పేరు. ఇది మొట్టమొదట మానవుడు కనిపెట్టిన అయస్కాంతము;



కమ్మరి, ఇనుమును గాలిలో కాల్చినపుడు తాదినపుడు పెచ్చులుగా ఊడిపోవుద్రవ్యమిదియే. ఇనుమును గాని, ఇనుముయొక్క ఏ ఆక్సైడ్ నుగాని, గాలిలో చాలకాలము కాల్చినపుడు మిగులునది ఇదియే. రెండు, మూడు, సంఖ్యలుగల రెండుభిన్న యోజనీయతలను ఇనుము కనపర్చును.



ఈ భిన్న యోజనీయతలకు అనుగుణముగా రెండు భిన్న శ్రేణుల యాగికముల నిచ్చును. వాటికి ఫెర్రస్ లవణములు (ఇనుము - 2 లవణములు), ఫెర్రిక్ లవణములు (ఇనుము - 3 లవణములు) అని పేరు.

ఇవిగాక ఇనుము కొన్ని విధములగు క్లిష్ట యాగికములను (వెర్నర్ యాగికములను) కూడ నిచ్చును. ఫెర్రస్ యాగికములు అస్థిరములు. ఆక్సిహరణములు, గాలిలోను, ఆక్సికరణద్రవ్యముల సంపర్కమున, శీఘ్రముగా ఫెర్రిక్ యాగికములుగా మారిపోవును. ఫెర్రిక్ యాగికములు మాత్రము అంతఆక్సికారకములు కావు.

ఇనుమును క్లోరిన్ ప్రవాహములో వేడిచేసినచో ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్ (యోజనీయత = 3) ఏర్పడును. దీని స్ఫటికములు నల్లగా చేప పొలుసులవలె ఉండును. ఇది నీటిలో అధికముగా కరగును. నీటితో సంయోగించి వివిధములగు ఉదాహరణములు ఏర్పడును. ప్రయోగశాలలో మనమువయోగించెడు పిశంగవర్ణముగల ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్, ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్ హెక్సాహైడ్రేట్ ( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ).

**ఫెర్రస్ క్లోరైడ్ ( $FeCl_2$ ):** ఇనుమును హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో కరిగించిన లభ్యమగును. అతి సులభముగా గాలిలో (ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్ గా) ఆక్సిహరించబడును. రంగు లేని స్ఫటికములు.

**ఫెర్రస్ సల్ఫైడ్ ( $FeS$ ):** ఇనుమును గంధకముతో కలిపి వేడిచేసిన తయారగును. ఐరన్ పైరిటీస్ అను ఖనిజము (ఐరన్ డై సల్ఫైడ్ =  $FeS_2$ ).

**ఫెర్రిక్ సల్ఫైడ్ ( $Fe_2S_3$ ):** ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ ను నీటిలోనుంచి హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువును పంపించిన తయారగును. ఇది చాల అస్థిరమైన యాగికము. ఫెర్రస్ సల్ఫైడ్, గంధకములక్రింద విశ్లేషించును.

**ఫెర్రస్ సల్ఫేట్:** ఇనుమును విలీన సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో కరిగించిన ఏర్పడును. ఈ ద్రావణమును సాంద్రీకరించిన ఉదాహరణము లవణము, లేతఆకుపచ్చరంగుగల స్ఫటికములుగా లభ్యమగును ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ). దీనికి 'అన్నభేది' అని వ్యవహారము. ఐరన్ పైరిటీస్ ఖనిజమును నీటితో తడిపి గాలిలో వరచి ఆక్సికరించిన ఈ లవణము ఏర్పడును. ఇదియే దీనిని తయారుచేయునట్టి పారిశ్రామిక పద్ధతి. నైట్రిక్ ఆసిడ్ వంటి ఆక్సికరణసాధనములు దీనిని అతిసులభముగా ఫెర్రిక్ సల్ఫేట్ క్రింద ఆక్సికరించును. అమోనియమ్



ఇనుముయొక్క యోగికములు

సల్ఫేట్ తో కలిసి ఒక ద్వితీయము నిచ్చును. దీని సాంకేతికము  $[FeSO_4, (NH_4)_2SO_4, 6H_2O]$ . లేత ఆకువచ్చ రంగుగల స్ఫటికసముదాయము. దీనికి మోర్స్లవణ మని పేరు. ఇది ప్రయోగశాలయందు చాల ఉపయోగించు లవణము. ఇది ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ వలె అంత త్వరితముగా ఆక్సికరించబడదు. పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణ మును ప్రమాణీకరించుటలో దీనిని వాడుదురు.

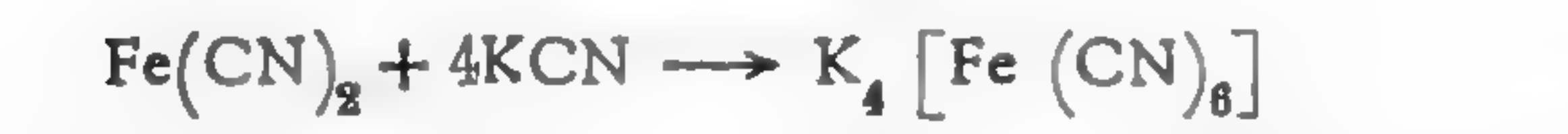
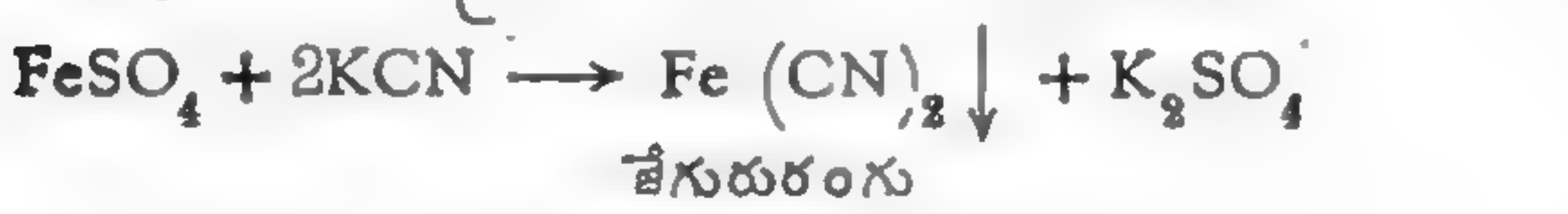
ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ బజారులో దొరకు అన్నభేది. సిరాను తయారుచేయుటలో దీనిఉపయోగము చాల కాలమునుండి పరిచితము. ప్రస్తుతకాలమునకూడ సిరాపరిశ్రమకు ఇది ముఖ్యమైన ముడిద్రవ్యము.

ఫెర్రిక్ సల్ఫేట్  $[(Fe_2(SO_4)_3)]$ : ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ ను ఆక్సి కరించిన లభ్యమగును. ద్రావణమునుండి అష్టాదశోదకీత లవణముగా ద్రావణమును సాంద్రీకరించిన వేరగును.  $[Fe_2(SO_4)_3, 18H_2O]$ . అమోనియమ్ సల్ఫేట్ తో ఇది ఏర్పడు ద్వితీయము; క్రింది సాంకేతికమువలన తెలియ వచ్చు సంఘట్టనము కలది:  $Fe_2(SO_4)_3, (NH_4)_2SO_4, 24H_2O$ . ఇది తేనెరంగుగల స్ఫటికద్రవ్యము.

దీని స్ఫటికములు పటికజాతిలో చేరినవి, మామూలు బజారుపటికయొక్క స్ఫటికాకారము సమాప్తఫలకము. ఈ లవణముకూడ ఈ ఆకృతిలోనే స్ఫటికీభవించును. ఈ పటికలన్నియు సమాకృతిక ద్రవ్యములు.

ఇనుముయొక్క క్లిష్ట యోగికములు: గుణాత్మకవిశ్లేషణ మందు శోధకద్రవ్యములుగాను, ఫలితద్రవ్యములుగాను తరుచుగా వాడుచుండుటచే ఈ యోగికముల పరిచయము మిక్కిలి ఆవశ్యకము. ఇందులో రెండు శ్రేణులు కలవు. అందొక దానిలో ద్వితీయోజనీయధాతువు, రెండవదానిలో త్రియోజనీయధాతువు కేంద్ర పరమాణువులుగా ఆచ రించును. మొదటివాటికి ఫెర్రోక్లిష్టములు, రెండవవాటికి ఫెర్రీక్లిష్టములు అని వ్యవహారము.

ఫెర్రస్ క్లిష్టయోగికములు : ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ వంటి ఫెర్రస్ లవణద్రావణమునకు పొటాసియమ్ సైనైడ్ ద్రావణ మును చేర్చి వెచ్చచేసినపుడు మొదట జేగురురంగు ద్రవ్య మొకటి అవక్షిప్తమై అది మరల ద్రావణములో కరగి వసుపురంగుగల ద్రావణము మిగిలియుండును.



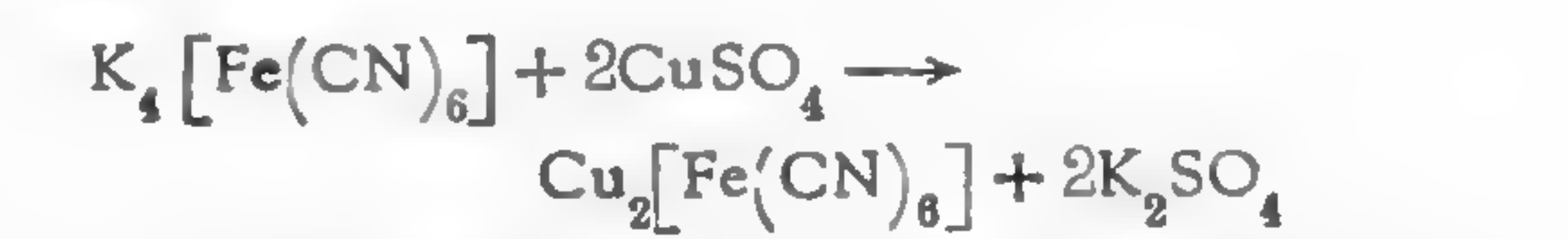
ఈ ద్రావణమును ఇగురబెట్టిన మోనోక్లినిక్ పద్ధతికి చెందిన వసుపురంగు స్ఫటికములు లభ్యమగును. దీని పేరు

పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్; దీని సాంకేతికము  $K_4[Fe(CN)_6]$

పారిశ్రామికముగా, దీపములకు ఉపయోగించు వాయు వును శోధించుట కుపయోగించిన ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ నుండి ఉత్పన్నమగు సైనైడ్ ను ముడిద్రవ్యముగా ఉపయో గించి దీనిని తయారుచేయుదురు. దీని జలద్రావణము ఫెర్రస్ ఇనుముచూపు రాసాయనిక చర్యలను చూపదు. అందువలననే ఇనుము క్లిష్టయోగికములో ఇరుక్కొనిన దని అనుకొనవలసివచ్చినది.

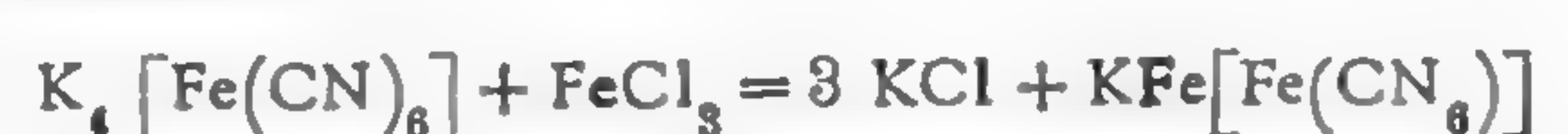
దీనికి గాఢప్రాక్షోల్లోరిక్ ఆసిడ్ ను చేర్చినచో దీని కను గుణమగు ప్రాక్షోఫెర్రోసైనిక్ ఆసిడ్ (తెల్లని అవక్షేపము) విడుదలయగును  $[H_4Fe(CN)_6]$ .

పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్ ద్రావణమును ధాతులవణ ములకు చేర్చినచో ఆయాధాతువుల ఫెర్రోసైనైడ్ లు అద్రావ్యములగుటచే అవక్షేపములుగా విడిపోవును. ఈ ధాతుఫెర్రోసైనైడ్ లలో కొన్నిటికి విశిష్టమైన రంగులు కలవు:

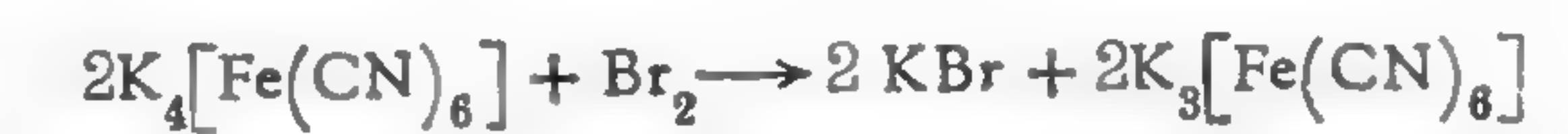


కాపర్ ఫెర్రోసైనైడ్ చాక్ లేట్ రంగుగల అవక్షే పము. దీనికి జిగురుస్వభావము ఉండుటచే ద్రవాభిసరణ ప్రయోగములలో అర్థప్రసార్యమగు పొరగా ఉపయో గించుటకు వీలైనది.

ఫెర్రిక్ లవణములతో ఈ పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్ ద్రావణము తళతళలాడు నీలిరంగుగల అవక్షేపమును ఇచ్చును. దీనికి 'ప్రష్యన్ బ్లూ' అని పేరు. దీనిని పెయింట్ గా వాడుదురు.



కాస్టిక్ సోడాద్రావణముతో మరగించినపుడు 'ప్రష్యన్ బ్లూ' ఫెర్రిక్ ప్రాక్షాక్షైడ్ ను, సోడియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్ ను ఇచ్చును. కనుక దానికి పై సాంకేతికము నీయవలసి వచ్చినది. పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్, బ్రోమిన్ వంటి హేలోజన్ తో పొటాసియమ్ ఫెర్రీ సైనైడ్ గా ఆక్సి కరించబడును:



ఈ ప్రక్రియాఫలమగు పొటాసియమ్ ఫెర్రీ సైనైడ్ ఎర్ర రంగుగలస్ఫటికములను ఇచ్చును. ఈ లవణము శోధ నాగారమందు ఫెర్రస్ ఇనుమును గుర్తించుటకు శోధక ద్రవ్యముగా వాడుకలోనున్నది. ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ ద్రావణ మునకు పొటాసియమ్ ఫెర్రీ సైనైడ్ ద్రావణమును చేర్చి







ఉక్కు

కొంతదూరము పయనించి మరల ప్రవాహమునకు ఎదురుగా మొదటిస్థానమును చేరుటకగు కాలముకన్న ప్రవాహమున కడ్డుగా అంతేదూరము ముందు వెనుకలకు పయనించుకాలము తక్కువకావలెను. ప్రయోగములో ఒక వెలుతురు కిరణమును పలుచని కళాయిపూతగల అద్దము తలముపైకి పంపినపుడు ఒక భాగము పరావర్తితమగును. మిగిలిన భాగము అద్దమువెనుకకు ఋజుమార్గమున పోవును. ఊర్ధ్వదిశకు ఒక నియతకోణములో ఏటవాలుగా నుండునట్లు అద్దమునుంచిన పరావర్తితకిరణము పారప్రేషిత కిరణమునకు సరిగలంబముగా నుండును. ప్రాయోగికముగ ఈ సన్నివేశమును చిత్రమందు (చూ. పు. 213) చూడవచ్చును.

ఎడమవైపునుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణము కేంద్రమందు ఏటవాలుగా అమర్చబడిన A అను దర్పణముచే పరస్పరము లంబముగా నుండు రెండుకిరణములుగా చీలికలైనది: అందొకభాగము C అను దర్పణముచేతను, రెండవది B అను దర్పణముచేతను ప్రతిఫలితములై కేంద్రదర్పణమును చేరుకొనును. ప్రతిఫలిత కిరణసంయోగము T అను దూరదర్శని ద్వారా చూడవచ్చును.

పరస్పరము లంబముగా నున్న ఈ రెండు కిరణములలో ఒకటి ఈతర్ ప్రవాహదిశలోను, రెండవది ప్రవాహమునకు అడ్డుదిశలోను (అనగా, ఒడ్డునుంచి ఒడ్డుకు) ప్రసరించవలెను. ఒక కిరణము రెండవదానికన్న కొంచెము ఆలస్యముగా కేంద్రస్థానమున ఉన్న దర్పణములపై బిందువును చేరుకొనుటచే, కాంతికిరణముల మిథోఘట్టన సంభవించును. మిథోఘట్టన (చూ. మిథోఘట్టనము) ఫలముగా వెలుతురు, చీకటిచారలు పరికరమం దమర్చిన దూరదర్శనిగుండా చూచినప్పుడు కనబడినవి. ఈతర్ వాస్తవికమైనచో పరికరమును 90° కోణమునకు త్రిప్పినప్పుడు కిరణదిశలలో కలిగిన మార్పువలన చారల స్థానములలో మార్పు కనపడవలయును. అట్టిమార్పేడియు గోచరించలేదు. అనగా, ఈతర్ సముద్రమందు భూమిపయనించు జాడలేమియుకనవడలేదు.

ఈ ప్రయోగ వైఫల్యము ఐన్ స్టయిన్ చే ప్రతిపాదించబడిన సామాన్య సాపేక్షతావాదమునకు ప్రస్తావనీజమైనది (చూ. సాపేక్షతావాదము). మే. ప. స.

ఉక్కు : చూ. ఇనుము పు. 208.

ఉత్పలవనము : చూ. (1) ముడి ఖనిజములు, ఖనిజములు, ధాతుసాధన ; (2) తేలుట.

ఉత్పతనము: చూ. రాసాయనికసామాన్యవిధానము.

ఉదజని : చూ. హైడ్రోజన్.

ఉదజనీకరణము : చూ. హైడ్రోజనీకరణము.

ఉష్ణతాపారగమనము : శక్తిస్వరూపమైన ఉష్ణత ఒకతావునుండి వేరొక తావునకు పోవుటకే 'ఉష్ణతాపారగమనము' అనిపేరు. ఉష్ణతాప్రేషణము మూడు విధములుగ జరుగుచున్నది. వానికి వహనము (కండక్ష్న్), సంవహనము (కన్వెక్షన్), వికిరణము (రేడియేషన్) అనిపేర్లు.

వహనము : ఉష్ణతావహన ప్రక్రియచే ఉష్ణతాపారగమనము జరుగును. దీనికి యానకము ఆవశ్యకము. ఉష్ణతావహన ప్రక్రియయందు ద్రవ్యాణువులు ఒకవైపునుండి ఉష్ణమును గ్రహించి తమ స్థానములను విడువకయే మరియొక వైపుకు ఉష్ణము వ్యాపించునటుల చేయును. ఘనస్థితియందలి ద్రవ్యాణువులే ఈ చర్యకు అధికముగ తగియున్నవి. ఒక పొడవైన ఇనుపకడ్డియొక్క ఒకకొనను కొలిమియందుంచి రెండవకొనను చేతిలో ఉంచుకొనినచో కొద్ది నిమిషములకే చేతికి వేడి తగులును. ఉష్ణతావహన పద్ధతియందు అణువుల సహాయమున ఉష్ణము వ్యాపించును. ధాతువులలో ఉష్ణతావహనము అతిత్వరితముగా జరుగును. కనుక, వానిని ఉత్తమ ఉష్ణతావాహకములు అనిరి. వెండి అత్యుత్తమ వాహకము. తరువాత రాగి మంచివాహకము. కనుక కాగులకును, వంటపాత్రలకును రాగినే ఉపయోగింతురు. గాజు, అభ్రకము, రాతినార, కొయ్య, కాగితము మొదలగునవి వేడిని త్వరితముగా పంపజాలనందున వానిని 'మందవాహకములు' అనిరి. ద్రవములలో ఉష్ణతావహనము అతిస్వల్పము. వానిలో పాదరసము ధాతువు కనుక ఉత్తమ వాహకము. వాయువులలో ఉష్ణతావహనము స్వల్పతమము; వానిలో హీలియమ్, హైడ్రోజన్ ఉత్తమ వాహకములు.

నిత్యజీవితమందు ఉష్ణతావహనమును ఆపుదల చేయవలసిన ఆవశ్యకత తరుచుగా కలుగుచుండును. ఉన్ని దుస్తుల ధరించి శరీరములోని వేడిమి పైకి పోకుండ అరికట్టుదురు. మంచుగడ్డ కరిగిపోకుండ కాపాడుటకై రంపపు పొట్టులో దాచియుంచుదుము. శీతలీకరణ యంత్రము (రెఫ్రిజిరేటర్)లోని చల్లదనమును కాపాడుటకై బెండు, ఉన్ని, ఎబ్బొనైట్ జలైడలు వాడుదురు. భవననిర్మాణమున గుల్లకాంక్రీటు ఉపయోగింతురు. ఆవిరి గొట్టములచుట్టు రాతినార, మగ్నీషియా చుట్టుదురు. కొలిమి నిర్మాణమున గుల్ల ఇటుకను ఉపయోగింతురు. వీటన్నిటిలోను అణువుల మధ్యనున్న మందవాహకమగు గాలియే ఉష్ణతను బైటికి పోకుండ చాలవరకు ఆపుదలచేయుచున్నది.

సంవహనము : ఈ క్రియకుకూడ యానక మావశ్యకము. ఇది ప్రవాహులు అగు ద్రవ్యములందు (అనగా ద్రవములందు, వాయువులందు) కాననగును. ద్రవ, వాయు



స్థితుల యందలి ద్రవ్యాణువులు సహజమైన చలనశీలత వలన ఈ చర్యకు తగియున్నవి. ఒకపాత్రలో నీరుంచి అడుగున వేడిచేసినచో, మంటకు సమీపముననున్న నీటి భాగము వేడిని గ్రహించి వ్యాకోచముచే చుట్టుపట్లనున్న చల్లనినీరుకన్న తేలికై, సాంద్రతా భేదమువలన పాత్ర నడుమగా పైకిపోవును. చల్లనినీరు బరువగుటచే ప్రక్కల నుండి అడుగుభాగముచేరి మంటనుండి వేడిని గ్రహించును. సాంద్రతాభేదము వలన కలిగెడి ద్రవప్రవాహములను సంవహన ప్రవాహములు అనిరి. ద్రవ, వాయువులలో ఉష్ణతావ్యాపనము సంవహన ప్రవాహములవలననే అతి త్వరితముగా జరుగును.

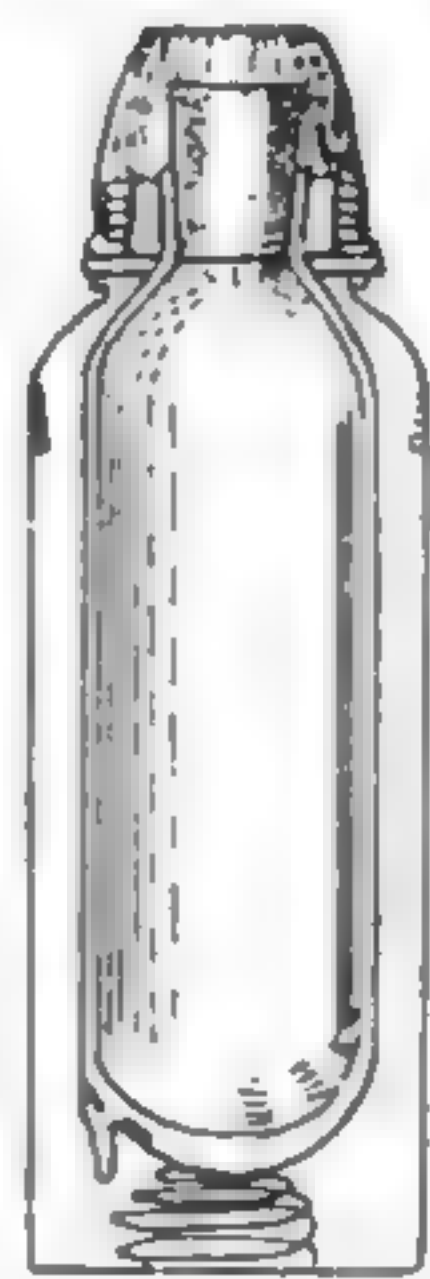
నివసించుగదులలో వెంటిలేటర్లు అనబడు చిన్న కిటి కీలు ఎత్తున గోడల కమర్చినచో గదిలోనివారు విడచు వేడి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువు వాటిద్వారా వెలుపలకు పోయి పరిశుభ్రమైనగాలి ధారాళముగా దిగువనున్న కిటికీలద్వారా లోనికి ప్రవేశించును. లాంతర్లకును, ఫ్యాక్టరీలకును చిమ్నీలమర్చి మంటకు అవసరమగు గాలిప్రవాహము కలుగునటుల చేయుదురు. వేడిగాలి తేలికగనుక అది పోవుమార్గము ఎత్తున ఉండును. చల్లటిగాలి బరువు కనుక అది ప్రవేశించుమార్గము అడుగున ఉండును.

ప్రకృతియందు సహజమైన సంవహన ప్రవాహములు ఉన్నవి. వేసవిలో సముద్రతీరమున పగటివేళ సూర్యరశ్మికి భూమి త్వరగా వేడెక్కును. ఆ వేడిని సంవహనమువలన పైగాలి గ్రహించి తేలికయై పైకి పోవును. అందుచే మధ్యాహ్నకాలము నుండియు చల్లని సముద్రపవనము భూమివైపు వీచును. నీరు మెల్లగా ఉష్ణమును గ్రహించును గాన రాత్రివేళ సముద్రముపై గాలి సంవహనము వలన నీటి ఉష్ణతను గ్రహించి తేలికై పైకిపోవును. అందుచే భూపవనము సముద్రముమీదకు వీచును. ఉత్తరార్ధగోళమున ఈశాన్యమునుండి నైఋతివైపునకు, దక్షిణార్ధగోళమున ఆగ్నేయమునుండి వాయవ్యముగా వీచువ్యాపార పవనములుకూడ సంవహన ప్రవాహములే.

వికిరణము : ఈ క్రియకు యానకము అక్కరలేదు. కాంతి వ్యాపనమునుబోలి, కిరణగతిని కాంతి వ్యాపించు వేగముతో వేడివస్తువు తన ఉష్ణమును ప్రసరింపజేయును. ఉష్ణతాకిరణములు మధ్యనున్న యానకమును వేడిచేయకయే, అవి తాకు వస్తువులను వేడిచేయును. సూర్యునినుండి మనకు లభించు వేడిమి ఉష్ణతావికరణ పద్ధతిని భూమిని చేరుచున్నది. నల్లటివస్తువు ఉత్తమవికిరణి; త్వరలో ఉష్ణమును కోల్పోగలదు; బయటినుండి గ్రహించగలదు. మసిబట్టిన కాగులు, నల్లని వంటపాత్రలు త్వరలో ఉష్ణమును

కోల్పోగలవు. మసిబట్టిన కాగులు, నల్లని వంటపాత్రలు త్వరలో ఉష్ణమును గ్రహించగలవు. బాగుగా మెరుగు పెట్టబడినవస్తువు మందవికిరణి.

తెర్మోస్టాట్ : ప్రక్కపటమున తెర్మోస్టాట్ చూపబడినది. ఇందుంచబడిన ద్రవ్యము తన ఉష్ణతను కోల్పోక, వెలుపలి ఉష్ణతను గ్రహించక కొన్ని గంటలకాలము వరకు ఉండగలదు. 1891లో జేమ్స్ ద్యూవర్ దీనిని



కనిపెట్టి ద్రవముగా నొనర్చినగాలిని దాచి యుంచుటకు ఉపయోగించెను. ప్రస్తుతము వేడి పానీయములను, చల్లటిపానీయములను దాచి యుంచుటకు వాడుచున్నారు దీనిలోని ముఖ్య భాగము రెండుగోడలుగల గాజుపాత్ర; గోడలమధ్య శూన్యప్రదేశము ఉండును. లోపలి గోడకు వెలుపలను, వెలుపలిగోడకు లోపలను కళాయిపూత ఉండును. శూన్య ప్రదేశములోనుండి ఉష్ణతావహనము, సంవహనము జరుగవు. కళాయిపూత వేడిమిని పరావర్తనమొనరించి వికిరణమును చాలవరకు తగ్గించును. చ. స. నా.

ఉష్ణతా ప్రభావము : తాపక్రమాభివృద్ధి, వ్యాకోచము, స్థితిభేదము, విద్యుత్ ఆవిర్భావము, జ్వలనమువంటి ఫలితములు ఎన్నో ఉష్ణతవలన కలుగుచున్నవి. స్థూలదృష్టికి ఇవన్నీ వేర్వేరుగా గోచరించిననూ వైజ్ఞానిక దృష్టికి వీటి పరస్పర సంబంధము తేటగా కనబడిపోవును. ఉష్ణతా తత్త్వమును గుర్తించుటలో ప్రథముడైన రమ్ఫోర్డ్ పదార్థములలోని కణముల చలనమే వాటి ఉష్ణము అన్నాడు. అట్లే అయినప్పుడు పైఫలితము లన్నీ చక్కగా అన్వయమై పోవును. ద్రవ్యములోని కణములకన్నిటికీ నైసర్గికమైన చలనము కలదు. ఘనము, ద్రవము, వాయువు పస్థితిలో ఉన్న పదార్థమునై నాసరే వెచ్చపెట్టినపుడు దానికణముల చలనము అధికమగును. ఈ చలనోగ్రతయే స్పర్శేంద్రియమునకు తాపక్రమముగా గోచరించుచున్నది. ఒక వస్తువు లోని కణముల చలనోగ్రత మొత్తముమీద ఎక్కువైనప్పుడు ఆ వస్తువు పరిమాణముకూడ ఎక్కువగును. నీరు నిండిన కుండను వెచ్చబెట్టినపుడు నీరు పొర్లిపోవడమూ, పూరించిన రబ్బరుబెలూన్ ను ఎండలో పెట్టినపుడు అది పేలిపోవడమూ, ఇందువల్లనే, గోళీ సోడాబుడ్డిలో బంధింపబడ్డ కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వేసంగి మధ్యాహ్నపువేడికి పరిమాణ మధికమగుటకు అవకాశము లేకపోవుటచేత ప్రేషమును పెంచుకుని గాజు బుడ్డిని బద్దలగునట్లు చేయుచున్నది. ఇది వేడిమివల్ల వాయుప్రేషము ఎక్కువగు ననుటకు ఉదాహరణము. నిర్దిష్ట పరిమాణము ఉండుటవల్ల (ఉష్ణమువల్ల కలిగే)



## ఉష్ణతా ప్రభావము

వ్యాకోచమును ఘనపదార్థములు సులువుగా చూపించును (ఉదా : రైలుపట్టా, బండిపట్టా ఇత్యాది). స్పటికకారము గల ద్రవ్యములలోని కణములకు మూడుదిశలలోనూ వేరైన పేర్లు ఉండవచ్చును. వీటిని వేడిచేసినప్పుడు ఇవి ముందుకీ, ప్రక్కకీ, పైకి వేరేర్వేరు నిష్పత్తులలో వ్యాకోచము చెందును. అందువల్ల స్పటికములు పరిమాణమంతటనూ మొత్తముగా ఉబ్బినట్లుకాక, మడమలెత్తి చేతులు బారచాచినట్లు పెరుగును. స్పటికత్వములేని గాఢముద్ద వంటి ద్రవ్యములుమాత్రము (సాంద్రత లో భేదములులేక పోయినచాలు) మూడు వైపులకును సమానముగానే వ్యాకోచించును. కిటికీ గాఢపలకలో సాంద్రత ఎక్కువ తక్కువలుగా ఉండుటచేత వెచ్చబెట్టినప్పుడు వ్యాకోచము కూడా భేదించి పలకముక్కలయి పోవును. వెచ్చబెట్టిన కొద్దీ వస్తువుల తాపక్రమము, అనగా, కణముల చలనము ఎక్కువగును. ఈ చలనముతోపాటు కణముల మధ్యదూరమూ, తద్వారా వస్తువులోని అవకాశమూ (జాగా) పాచ్యగుచుండును. చన్నీటిలో కరగగా మిగిలిపోయిన ఉప్పుకణములు ఆనీటిని వెచ్చబెట్టినప్పుడు క్రమముగా కరగిపోవుటకు ఇదే కారణము. వేడిమివల్ల ద్రవముల ద్రావకబలము పాచ్యగును. క్రమముగా వెచ్చబడు ద్రవముయొక్క తాపక్రమము క్వథనాంకము వరకూ పెరిగి అక్కడ మరిపెరుగక నిలచిపోవును. ఆ తరువాత ద్రవములోచేరు ఉష్ణతారాశి ద్రవకణముల కన్నిటికీ తోటికణముల ఆకర్షణశక్తిని ద్రవతలముపై నున్న వాతావరణ ప్రేషమును అతిక్రమించి ఆవిరికణముగా ఎగిరిపోవుటకు చాలినంత శక్తి నిచ్చుటకు ఉపయోగపడును. ఉష్ణత గుప్తమై ఘనములను ద్రవస్థితికిని, ద్రవములను వాయుస్థితికిని, మార్పుచున్న దన్నమాట. కర్పూరము, అయిడిన్ వంటి కొన్ని ఘనద్రవ్యములను వెచ్చబెట్టినప్పుడు అవి ద్రవస్థితిని చెందక నేరుగా వాయుస్థితికేమారి(హరించి) పోవును. ఇట్టి ప్రక్రియకు ఉత్పతనమందురు. తాపక్రమము క్వథన బిందువును చేరకున్ననూ ద్రవములు అదృశ్యములుగా శోషించి శాష్పముగా మారుచునే యుండును. చెరువులు ఎండిపోవుట, చెమట ఆరిపోవుట, వృక్షములు పీల్చుకున్న నీరు ఆకులకొక వైపున ఉండే స్తోమములద్వారా ఇగిరి పోవుట వాతావరణ ఉష్ణతవల్లనే.

ఉష్ణతవల్ల ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రత తగ్గును. ద్రవ్యములోని కణముల చలనముతోపాటు వాటి పరిమాణము ఎక్కువగును. భారము అల్లేయుండి పరిమాణము మాత్రము పాచ్యినపుడు సాంద్రత తగ్గునుకదా! ఈ తగ్గుదల కణముల ఆకర్షణబలము ఎక్కువగానుండు ఘన

.

ద్రవ్యములలో ఏమంత పెద్ద మార్పులు కలిగించదు. కాని, వాయువులలోను, ద్రవములలోను ఈ కారణమువల్ల జరుగు మార్పులే వ్యాపారపవనములు, ఋతుపవనములు, సముద్రజల ప్రవాహములు పుట్టుటకు కారణములు. స్థల, జలపవనములు పైరుగాలి చివరకు కొండగాలికూడ ఉష్ణతాభేదమువల్ల జనించు సాంద్రతాభేదమునుండి కలుగు నవే. ఉష్ణమువల్ల సాంద్రతతోపాటు ద్రవముల చిక్కదనము తలతన్యత మారును. ఈ రెండు కేవలము సాంద్రతమీదనేకాక, కణముల పరస్పర ఆకర్షణబలము పైనికూడ ఆధారపడియుండుటచేత ఉష్ణతాప్రభావము ఆ శక్తులపైనకూడ కలదని తెలియవచ్చును. ఘనద్రవ్యములలో కలుగుమార్పులు అల్పములే అయినను ఒక్కొక్కప్పుడు ప్రముఖముగనే ఉండును. అయస్కాంతమును కాల్చినచో అందలి కణములపేర్లు విచ్చిన్నమై ఆకర్షణశక్తి నశించును. రాగి, బంగారమువంటి ధాతువులు కాల్చినప్పుడు కలిగే కణముల చలనమువల్ల పెళుసుదనముతగ్గి సాగగొట్టుటకు వీలుగా మెత్తబడును.

ధాతువుల లోపలిరచన బహుచిత్రమైనది. ధాతువులలో ఎలక్ట్రాన్లు కొంత విచ్ఛలవిడిగా విహరించగలవు. వెచ్చబెట్టినప్పుడు ఈ ఎలక్ట్రాన్ల కలవరముకూడ పాచ్చి ధాతుశరీరములో వీటి సమ (సంఖ్యా) విస్తరణమునకు భంగము కలుగును. ఎలక్ట్రాన్ అనగా, విద్యుదావేశపు కనీస రూపములు కనుక వేడిమివల్లకలిగే ఈ విద్యుదావేశ విభేదము ధాతుశరీరములో విద్యుత్తుల విభేదమునూ, తద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహమునూ కలిగించును. ధాతుమిథునమును (తెర్మోకపుల్) ఉపయోగించినచో ఈ రకపు విద్యుత్ ప్రవాహమును పెంచవచ్చును. ఈ ప్రవాహమును కొలిచి వెచ్చబెట్టినభాగపు తాపక్రమమును లెక్కగట్టవచ్చును. కరిగియున్న ధాతువుల కీ రీతినే కట్టుచున్నారు. ధాతువులలో సంచారి ఎలక్ట్రాన్లుండునంటిమి. విద్యుత్ ప్రవాహమనగా, ఈ ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహమే. ధాతువును వెచ్చబెట్టినప్పుడు ధాతు అణువుల చలనమధికమై ఈ ఎలక్ట్రాన్లకు - అనగా విద్యుత్ ప్రవాహమునకు నిరోధము కలుగును. వెచ్చబెట్టినప్పుడు ప్లాటినమ్ తీగలో గోచరించు విద్యున్నిరోధక ఆధిక్యతనుబట్టి తాపక్రమము లెక్కగట్టుటకు ఉపయోగించు సాధనము కలదు. అదే ప్లాటినమ్ రెసిస్టెన్స్ తెర్మామీటరు.

ధాతువులను వెచ్చబెట్టినచో ధాతుశరీరమందలి ఎలక్ట్రాన్లు లోపలినుండి వెలుపలికి కూడ తప్పుకొనివచ్చును. ఇది ఒక రీతిగా నీరు ఆవిరియగుట వంటిదే. ఎలక్ట్రిక్ దీపములలోని తీగనుండి ఎలక్ట్రాన్లు వెలువడుచునే యుండును. కాని, వాటినిపట్టి గుర్తించుటకు బల్బులో



వేరొక ధాతుకాడను అమర్చి ఈ కాడను చిన్నవిద్యుద్బల మాలయొక్క ధనద్రువమునకు తగిల్చి, ఋణద్రువమును వెలుగుచున్న తీగకొనకు తగిల్చినచో వెలిగే తీగనించి పైకివచ్చే ఎలక్ట్రాన్లు కాడను చేరి విద్యుద్బలయమును నిర్మించును. టెలివిజన్ ప్రయోగములకు ఈ చిన్ని సాధనము ముఖ్యవసరము.

అణువులు, పరమాణువులు విద్యుదావేశమయములు. కనుక, వాటి నడుమ పరస్పరాకర్షణ వికర్షణబలములు ఉండును. పీటి ప్రభావమువలన అణువులు ప్రకంపించును. ఈ కంపనముల అంతరము, తరుచుదనము తాపక్రమమును బట్టి మారుచుండును. ఒక వస్తువుయొక్క తాపక్రమము మారినకొద్దీ దాని అణువుల ప్రకంపనమూ, తద్వారా ఆ వస్తువుయొక్క దీప్తి మారును. అనగా, ప్రతి వస్తువూ తన తాపక్రమ ప్రభావమువల్ల దీపించునన్నమాట. తాపక్రమము హెచ్చినకొద్దీ దీప్తి క్రమముగా ఎరుపై (ఈ రంగుకు నీలహరితములు చేరుటవల్ల), తెలుపై కన్నులకు మిరుమిట్లుగొల్పును. కన్నులు గుర్తించగలదీప్తి; కాంతి శరీరము గుర్తించేదీప్తి వేడిమి. మన ఇంద్రియములు గుర్తించలేనిదీప్తిని సాధనయంత్రములు రేడియోమైక్రో మీటరు వంటివి గుర్తించగలవు.

వేడిమివల్ల రాసాయనికక్రియలు ప్రవర్తిల్లును. కాచుట వల్ల గంధకపుపొడి, ఇనుపరజను సంయోగముచెందును. రససిందూరము రసముగాను, ఆక్సిజన్ గాను వియోగము చెందును. నూరిన ఇసుకతో కలిపి కాల్చుటవల్ల మగ్నీషియమ్ పొడి ఇసుకలోని సిలికన్ స్థానమును ఆక్రమించి ఆక్సిజన్ తో తాను సంయోగించును. ఉప్పును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో చేర్చి వెచ్చబెట్టినప్పుడు ద్విపరివర్తనము జరిగి సోడియమ్ సల్ఫేట్, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడును. వేడిమివల్ల కొల్లాయిడ్ ద్రావణములు ఏర్పడుటయూ, విరిగిపోవుటయూ గలదు. జీవశాస్త్రములో వేడిమితెచ్చే మార్పులు సాధారణముగా రాసాయనికములూ ఉదక శోషణమీద ఆధారపడినవీని. సూర్యనిరశ్చయే జీవాధారముగా గల మన భూమిమీద వేడిమివల్ల జరుగు మార్పుల కోసము వెతుకనక్కరలేదు. అంతటా అవే. శ్రీ.గో.మూ.

ఉష్ణతామితి : తాపక్రమమును కొలుచు విషయమైన శాస్త్రభాగము తాపక్రమమితి అని ఎట్లందురో ఉష్ణతారాశులను కొలుచు శాస్త్రభాగమును 'ఉష్ణతామితి' అందురు. ఉష్ణతవలన పదార్థములందు కలుగు మార్పులను బట్టి ఉష్ణతారాశిని అనేకవిధముల కొలువనగును. ఈ మార్పులలో ముఖ్యమైనవి: 1. తాపక్రమమునందలి మార్పు; 2. స్థితిభేదము.

ఏదైన వస్తువును పూర్తిగా వేడిలేకుండ చేయుట సాధ్యము కాదు, కావున దానియందుండు 'కేవలోష్ణతారాశి'ని ప్రయోగముచే కనుగొనజాలము. కాని, వాడుకయందు ఉష్ణతారాశిలోమార్పును కనుగొనకలిగిన జాలును.

ఉష్ణతాశాస్త్రప్రమాణములు: 1 గ్రాము నీటి తాపక్రమము  $1^{\circ}\text{C}$  హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశి ప్రమాణముగా తీసికొందురు. దీనినే కేలోరీ (ఊష్మాంశ) అందురు.

1 గ్రాము నీటిని  $1^{\circ}\text{C}$  హెచ్చించుటకు అవశ్యకమగు ఉష్ణతారాశి అన్ని తాపక్రమములందును ఒకే విలువ కలిగి ఉండదు. అందుచే 'కేలోరీ' నిర్వచనము కొంత వివరించవలసియున్నది. ప్రమాణ వాతావరణప్రేషము నందు 1 గ్రాము నీటి తాపక్రమము దాని హిమాంకము నుండి క్వథనాంకమువరకు హెచ్చించుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశిలో నూరవంతు భాగము సరాసరి కేలోరీ అనబడును. ఇది మెట్రిక్ పద్ధతయందు ఉష్ణతారాశి ప్రమాణము. ఈ ప్రమాణమునే సగ్వసాధారణముగా ఉపయోగింతురు.

బ్రిటన్ దేశమునందు బ్రిటిష్ ఉష్ణతా ప్రమాణము (బ్రిటిష్ తెర్మల్ యూనిట్) వాడుకలో నున్నది. ఇది 1 పౌను నీటి తాపక్రమము  $1^{\circ}\text{F}$  హెచ్చించుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశికి సమానము.

విశిష్టోష్ణత: 1 గ్రాము ద్రవ్యపు తాపక్రమమును  $1^{\circ}\text{C}$  హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశికిని, 1 గ్రాము నీటి తాపక్రమమును  $1^{\circ}\text{C}$  హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశికిని గల నిష్పత్తి ఆ ద్రవ్యపు 'విశిష్టోష్ణత' అనబడును.

1 గ్రాము నీటి తాపక్రమమును  $1^{\circ}\text{C}$  హెచ్చించుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశి 1 కేలోరీ గావున విశిష్టోష్ణతను 1 గ్రాముద్రవ్యము తాపక్రమము  $1^{\circ}\text{C}$  హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన కేలోరీలు అని కూడ నిర్వచనము చేయు వాడుక కలదు.

ఉష్ణతాధారణ సామర్థ్యము (తెర్మల్ కెపాసిటీ): ఒక వస్తువు తాపక్రమమును  $1^{\circ}\text{C}$  హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశి దాని 'ఉష్ణతాధారణ సామర్థ్యము' అనబడును. అనగా ఒక వస్తువు విశిష్టోష్ణత  $s$ , దాని బరువు  $m$  గ్రాములు అయినచో దాని ఉష్ణతాధారణ సామర్థ్యము  $m \times s$  కేలోరీలు.

ఇదే  $m \times s$  కేలోరీల ఉష్ణతను  $ms$  గ్రాముల నీటి కిచ్చిన దాని తాపక్రమము  $1^{\circ}\text{C}$  హెచ్చును.  $ms$  గ్రాములు ఆ వస్తువు 'జలతుల్యాంకము' (వాటర్ ఈక్వివలెంట్) అనబడును.



## ఉష్ణము

ఈవస్తువుతాపక్రమము  $t^{\circ}\text{C}$  హెచ్చించుటకు  $m \times s \times t$  కేలోరీల ఉష్ణతారాశి కావలసియుండును. అట్లే ఆ వస్తువు తాపక్రమము  $t^{\circ}\text{C}$  తగ్గించినచో అది  $mst$  కేలోరీల ఉష్ణతారాశిని విడిచిపెట్టును.

కేలోరీమీటరు : ఇది స్తూపాకారము గల పాత్ర. సామాన్యముగా రాగితోగాని లేదా అల్యూమినియముతోగాని చేయుదురు. చుట్టునున్న వస్తువులకు సాధ్యమైనంత వరకు ఉష్ణతాసంక్రమణము లేకుండునట్లు దీనిని అమర్చెదరు.

ఉష్ణతావహనము తగ్గించుటకు కేలోరీమీటరు ఫెల్టు, దూది, కార్కు, ఎబొనైట్ వంటి మంద ఉష్ణతావాహకమీద నిలపెట్టి ఉండును. ఉష్ణతాసంవహనము లేకుండుటకు కేలోరీమీటరు చుట్టును శూన్యప్రదేశము ఏర్పాటుచేయుదురు. లేదా చుట్టును దూది ఉంచుదురు. ఉష్ణతావికిరణమును అరికట్టుటకు కేలోరీమీటరు సాధారణముగా రెండు భాగములుగా ఉండును. ఒకటి వెలుపలి పాత్ర, రెండవది లోపలి పాత్ర. లోపలిపాత్ర ఉపరిభాగమును, వెలుపలిపాత్ర లోపలభాగము, ఎక్కువగా మెరుగుపెట్టి యుండును. దాని వలన ఉష్ణతావికిరణము తగ్గును.

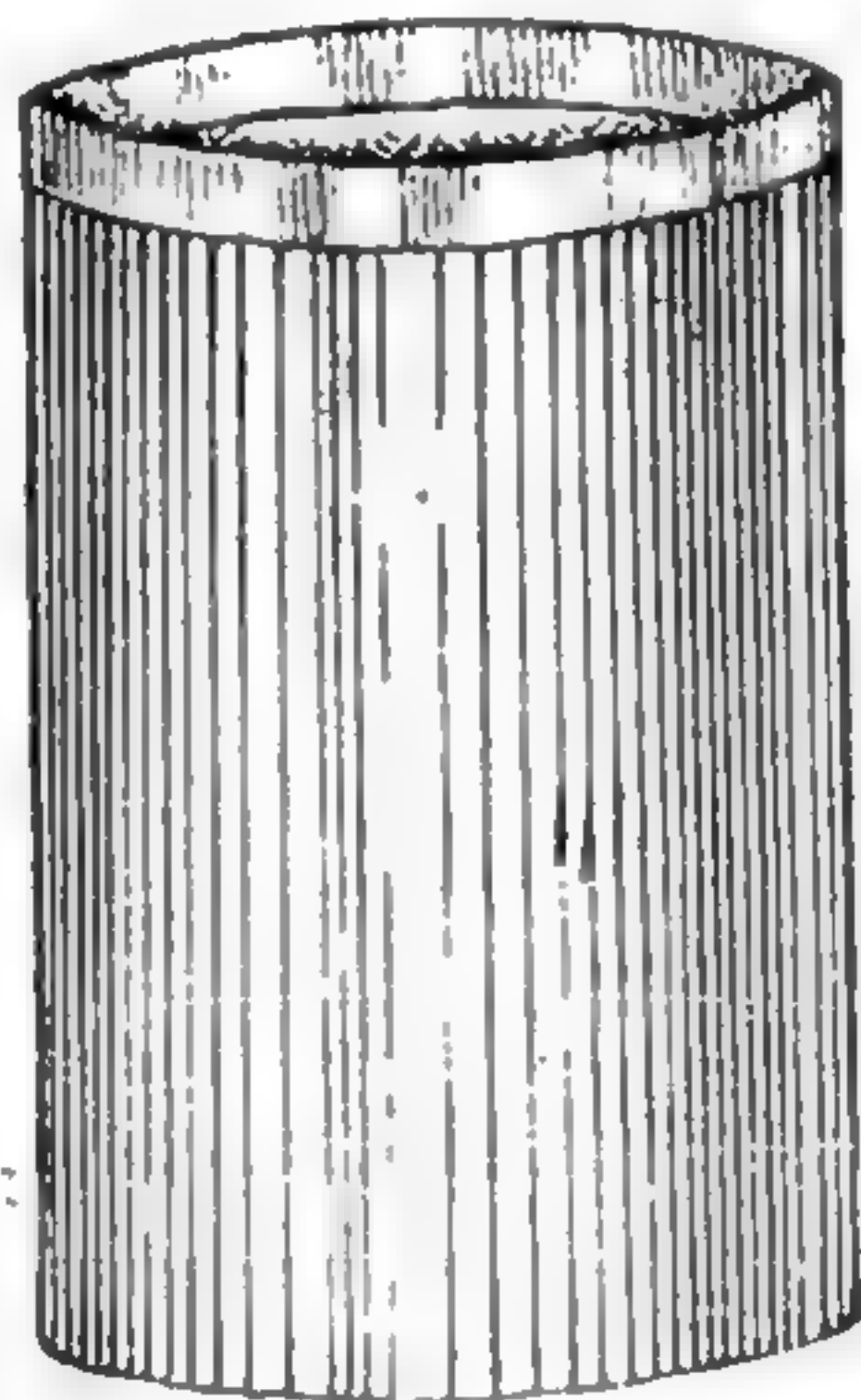
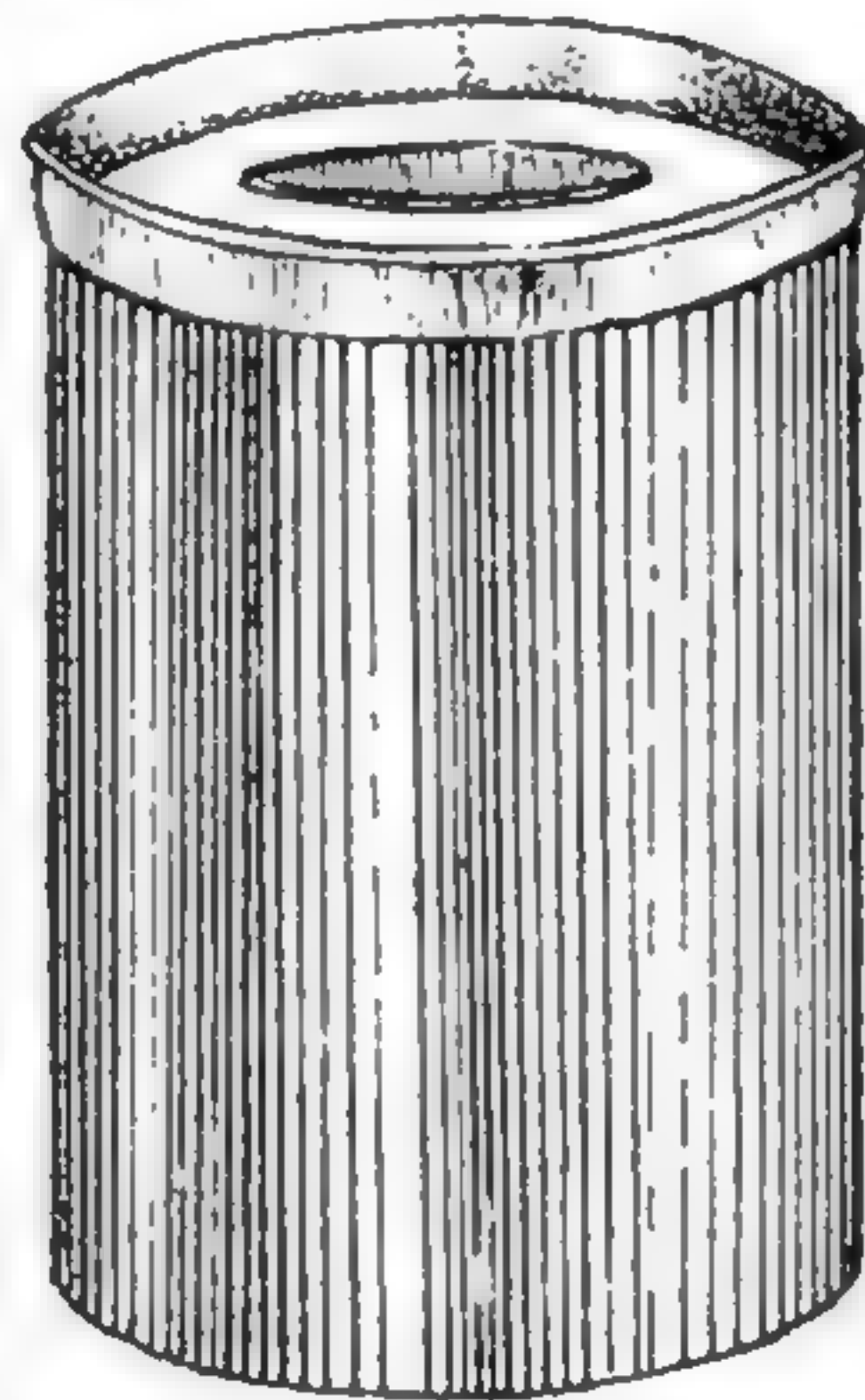
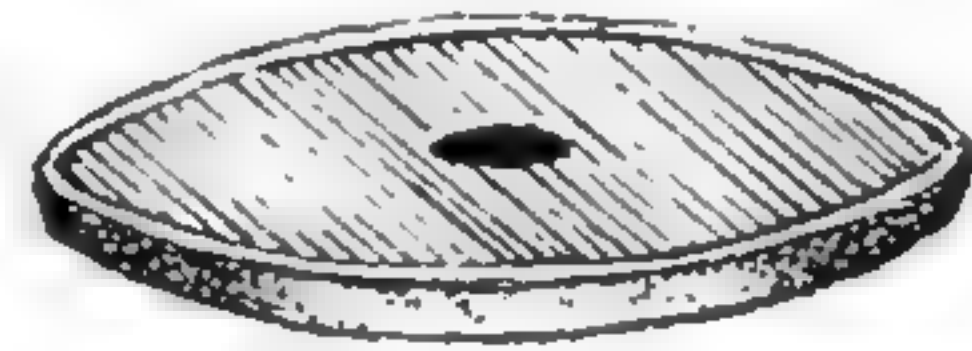
ఎన్నికట్టుబాట్లు చేసినప్పటికిని ఉష్ణతాసంక్రమణమును పూర్తిగా అరికట్టుట సాధ్యముకాదు. కాబట్టి, మనకు వచ్చు ఫలితమును దిద్దుబాటు చేసినగాని సరియగు ఫలితమును పొందజాలము.

గుప్తాష్టమితి : ఒక ఘనద్రవ్యము ద్రవముగను, లేదా ద్రవద్రవ్యము వాయువుగను మారుచున్నప్పుడు స్థితి యందలి మార్పు పూర్తయగువరకు దాని తాపక్రమములో మార్పేమియు ఉండదు. కాని, అట్టిమార్పు చెందుటకు కొంత ఉష్ణత ఆవశ్యకము. స్థితిభేదము జరుగుటకు గ్రహింపబడిన ఉష్ణతారాశి ఆద్రవ్యమునందు గుప్తమై యుండును. తాపక్రమము మారకుండ 1 గ్రాముద్రవ్యమును ఘనస్థితినుండి ద్రవస్థితిలోనికి మార్చుటకు నియతమైన ఉష్ణతారాశి ఆవశ్యకము. ఈ ఉష్ణతారాశిని ద్రవీభవనగుప్తాష్టత (లేటెంట్ హీట్) అందురు.

తాపక్రమము మారకుండ 1 గ్రాముద్రవమును 1 గ్రాము బాష్పముగా మార్చుటకు నియతమగు ఉష్ణతారాశి

ఆవశ్యకము. ఈ ఉష్ణతారాశిని బాష్పీభవనగుప్తాష్టత అందురు.

ఉష్ణతామితి వలన ఉపయోగములు : ఇంధనములు మొదలగు పరిశ్రమలయందు ఉపయోగపడును. అట్టి ఇంధనపు విలువ దానిని దహనముచేయుటవలన దానినుండి పొందదగు ఉష్ణతారాశిమీద ఆధారపడియుండును. ఈ విలువ కనుగొనుటకు రెండురకముల కేలోరీమీటరులు



సామాన్య ఉష్ణతామాపక పాత్ర

వెలుపలి, లోపలి పాత్రలుగల ఉష్ణతామాపకము

ఉపయోగములో నున్నవి : ఒకటి, బాంబు కేలోరీమీటరు. ద్రవరూపములో నున్న ఇంధనమునకు బాంబు కేలోరీ మీటరు మాత్రము అనువుగా నుండును.

ఆహారపదార్థములనుండి గ్రహింపనగు ఉష్ణతాశక్తిని కూడ కేలోరీలలో చెప్పుదురు. ఒక ఆహారపదార్థపు సంపూర్ణ శక్తి దానిని దహనము చేయుటచే వెలువడు ఉష్ణతారాశిని కనుగొనుట వలన తెలియును. సామాన్యమనుజునికి ఒక రోజుకు

3,400 కేలోరీలు ఆవశ్యకమని తెలిసినది. వం. న. నా.

ఉష్ణము : చూ. ఉష్ణతాపారగమనము; ఉష్ణతాప్రభావము; ఉష్ణతామితి.

ఉసనోవిచ్ సిద్ధాంతము : చూ. ఆప్లుములు, లవణాధారము. పు. 173.

ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము : విద్యుద్వాహకమందు ఒకేదిక్కున ప్రవహించుచున్న విద్యుత్ ప్రవాహమునకు ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహమని పేరు; దీనినే డి. సి. (డైరెక్ట్ కరెంట్) అందురు. బ్యాటరీలనుండి లభ్యమగు ప్రవాహము ఋజు ప్రవాహము. డై నమోలనుండి ప్రథమమున జనించు ప్రవాహము ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహము (అనగా, విద్యుద్వాహకమందు విద్యుత్తు ఏకముఖముగా నడవక ఇటు నటు ఊగుప్రవాహము). దీనిని పరివర్తకము అను ప్రత్యేకపరికర సహాయమున ఋజుప్రవాహముగా మార్చుదురు. అందువలన ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహోత్పత్తి ఋజుప్రవాహోత్పత్తికన్న చౌక. అదిగాక, దూరదేశమునకు ప్రవాహమును తీగలద్వారా మోసికొనిపోవుటయందు ఆవర్తి ప్రవాహమందుకన్న ఋజుప్రవాహమందు నష్టమగు భాగము ఎక్కువ (చూ. డై నమో).

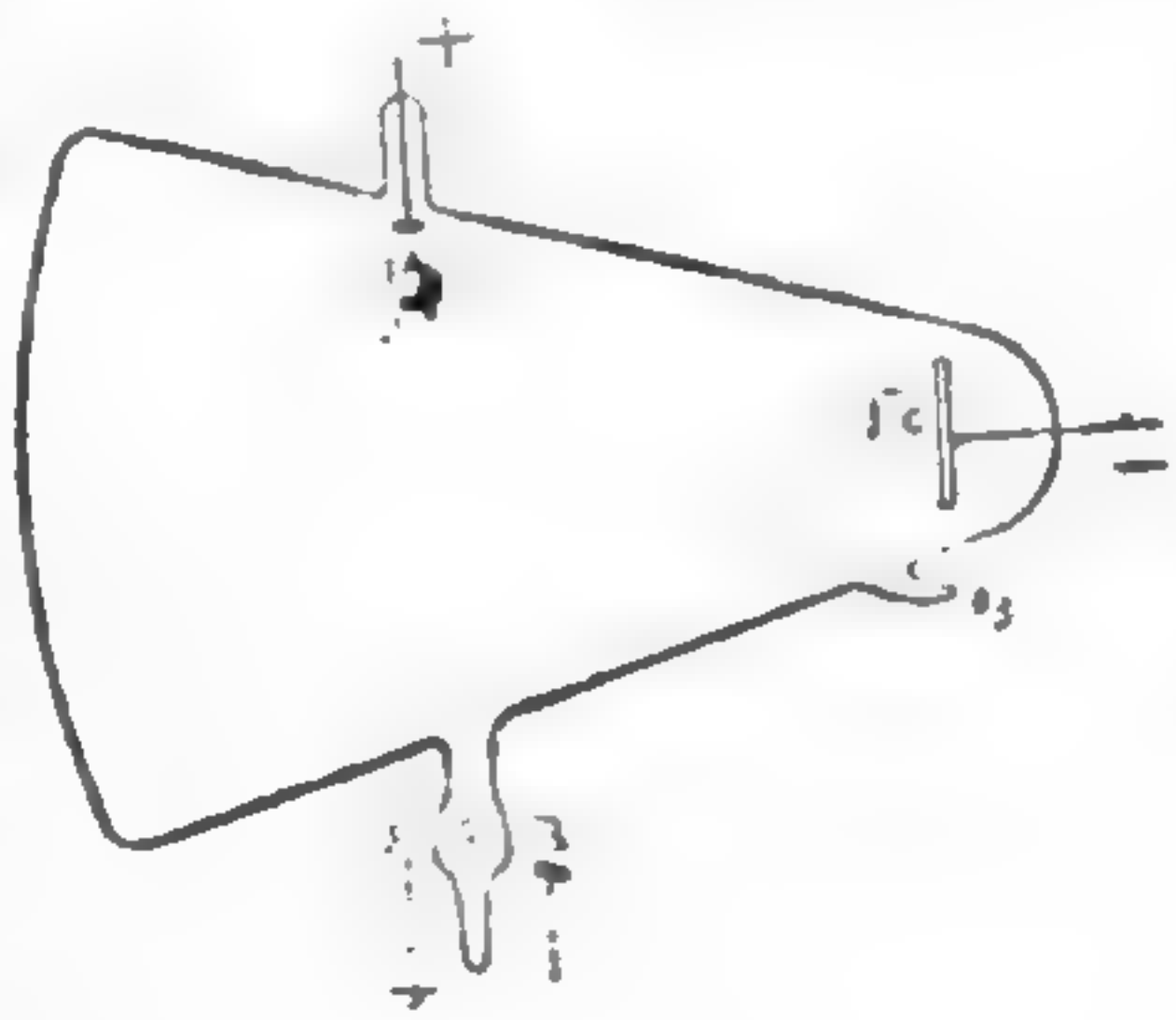


విద్యుత్ విశ్లేషణప్రక్రియవలన రాసాయనికద్రవ్యములను ఉత్పత్తిచేయుటయందు తప్ప తక్కిన పారిశ్రామిక ఉపయోగములందంతట ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహమే నేడు వాడుకలో నున్నది. మే. వ. న.

**ఎక్స్ (X) కిరణములు :** జర్మనీదేశములో విక్టర్ బర్గ్ యూనివర్సిటీ ఆచార్యుడైన విల్ హెల్మ్ కాన్రాడ్ రెన్టజన్ 1895 నవంబరు 8వ తేదీని X-కిరణముల ఉనికిని కనుగొనెను.

(చూ. రెన్టజన్) స్వల్పప్రేషమందున్న వాయువులలో జరుగు విద్యుదుత్సర్గమును అతడు అనుశీలించుటకై అత్యధిక నిర్వాతస్థితిలోనున్న గొట్టములోనున్న (చూ. పటము 1.) రెండు తీగకొనలకు ప్రరోచనవేష్టనపు కొనలను తీగలచే కలిపెను. A, C ల వద్ద ఉన్నవి ధాతుపలకలు. ప్రరోచన వేష్టనపు రెండవవేష్టనముయొక్క ధనాగ్రమునకు A, ఋణాగ్రమునకు C

కలుపబడినవి. గొట్టమును ఉత్తేజించి నపుడు ఒక విశేషమును రెన్టజన్ కనిపెట్టెను. గొట్టమును అట్టపెట్టెచే కప్పియుంచినప్పటికి దానిదగ్గర నున్న జేరియమ్ ప్లాటినో సైన్లైడ్ పూతగల కాగితము మెరసినట్లు గమనించెను.



పటము 1.

రెన్టజన్ నిర్మించిన నాళము

జేరియమ్ ప్లాటినో సైన్లైడ్ వంటి ద్రవ్యములను మెరయునట్లు చేయుటకు ఈ గొట్టమునకు 2 గజముల దూరములోకూడా గుర్తింపవచ్చును.

దీనిని దీర్ఘముగా పరిశోధించిన పిమ్మట గొట్టమునుండి వెలువడు కొన్ని కిరణములచేతనే భాసనము కలుగుచున్నట్లు రెన్టజన్ కనుగొనెను. విద్యుత్ స్రావనాళములో కేతోడ్ నుండి కేతోడ్ కిరణములు అనబడు ఋణావిష్టకణములను కేతోడ్ ప్రసరింపజేయునన్నవిషయము ఆయనకు తెలిసెను. స్రావకనాళమందు గాజుగోడలలోపలితలములను కేతోడ్ కిరణములు ఎక్కడ డీకొనుచున్నవో అక్కడ నుండి కిరణము లుద్భవించి, తెరను తాకి తెరమీదనున్న ద్రవ్యమును మెరయునట్లు చేయునని రెన్టజన్ నకు నమ్మకము కలిగెను. ఈ నూతనకిరణములస్వభావము అప్పటి కింకను తెలియకపోవుటచేత వాటిని 'X-కిరణము' అని ఆయన పేర్కొనెను. ఈ నూతనకిరణములను వర్ణించుచు ఆయన ప్రచురించిన మొదటి విజ్ఞానపత్రమునందు వెయ్యిపుటల పుస్తకమును, 3 1/2 మిల్లీమీటర్లదశముగల అల్యూమినియము రేకును, తగరపురేకును వేరువేరుగా అవి దూసుకొని

పోగలవని ఆయన పేర్కొనెను. జేరియమ్ ప్లాటినో సైన్లైడ్ పూతపూసిన తెరకుముందు ఈ కిరణముల మార్గమున అడ్డముగా చేతిని బెట్టినపుడు తనచేతి ఎముకల ఛాయలు తెరపై కానవచ్చుటను ఆయన పరికించెను. దీనినిబట్టి చేతియందలి ఎముకలకంటె మాంసభాగము కిరణములకు దారి ఇచ్చునని ఆయన సరిగా ఊహించెను. అంతేగాక ఈ కిరణములు ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకముపై సనిచేయుననికూడ కనుగొనెను.

రెన్టజన్ X - కిరణములను అన్వేషించినపిమ్మట ఒక నెల రోజులలోపుననే అమెరికా, యూరప్ దేశములందలి అనేక పరిశోధనాగారములలో శాస్త్రజ్ఞులు రెన్టజన్ ప్రయోగములను తిరిగిచేసి వాటికి వ్యాప్తిని కల్పించిరి. రోగనిదానమునకై సమర్థమైన నూతన పరికరముగా X - కిరణములను ఉపయోగించుటను వైద్యులు నేర్చుకొనిరి. మానవుల యొక్కయు, జంతువులయొక్కయు ఎముకలు విరిగినపుడు అవి ఎక్కడ విరిగినవో కనుగొనుటకును అవి సరిగా అతుకుకున్నవో లేదో తెలిసికొనుటకును శరీరములో నాణెములు, గుండ్లు, పిన్నులు మున్నగు అన్యద్రవ్యములు ప్రవేశించినపుడు అవి ఎక్కడనున్నవో గ్రహించుటకును X - కిరణములు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. ఈ రీతిగా X - కిరణములను ఉపయోగించువిధానమునకు 'రేడియోగ్రఫీ' యనిపేరు.

**X - కిరణనాళములు :** కేతోడ్ కిరణములు వాటి కెదురుగానున్న నాళపుగోడను డీకొనినపుడు X - కిరణములుద్భవించునను 'రెన్టజన్' ఊహననుసరించి చేసిన ప్రయోగమువలన గొట్టములోనుంచిన ఏవస్తువయినను కేతోడ్ కిరణములను ఆపినపుడు ఆవస్తువు స్పందించి విశిష్టములగు X - కిరణములను బయటకు పంపునని స్పష్టమయినది. ఈ ప్రయోగఫలితము ననుసరించి X - కిరణనాళములు రెండు రకములుగ నిర్మితము లయినవి. అందు వాయునాళము, కూలిజ్ నాళము ముఖ్యమైనవి.

**వాయునాళములు :** వ్యావహారికోపయోగమునకై తయారుచేయబడిన X - కిరణనాళములలో ఇవే మొట్టమొదటివి. ప్రారంభమున తయారుచేయబడిన వాయు పూరిత X - కిరణనాళమును 2 వ పటము సూచించును. ఇందు 1 ఋణాధ్రువము (కేతోడ్) అల్యూమినియముతో తయారుచేయబడినది.

మొదట తయారయిన గొట్టములలో +, - గుర్తులుగల విద్యుదగ్రములుకాక మరియొకవిద్యుదగ్రముకూడ ఉండెడిది. 2 వ పటములో ఇట్టి నాళమొకటి చూపబడినది. ఇందులోని కేతోడ్ (1) అల్యూమినియమురేకుతో చేయ



ఎక్స్ (X) కిరణములు

బడినది. దీని కెదురుగా ధాతుదిమ్మకొనకు అతుకబడిన ఆంటీకేతోడ్ (2) కలదు. దీనికే ధనవిద్యుదగ్రమనిపేరు కూడ కలదు. ఈ లక్ష్యముపై ఎలక్ట్రాన్లను కేంద్రీకరింపజేయుటకు ఈ రేకుతలము పుటాకారముగా చేయబడినది. ఆంటీకేతోడ్ నకు, కేతోడ్ నకు మధ్య ఉచ్చ విద్యుత్ ప్రేషము ఉండునట్లు చూతురు. ఈ ఆంటీకేతోడ్ (2) ను మూడవ విద్యుదగ్రముతో కలుపుచుం

డెడివారు. ఈ గొట్టమును మిశ్రిమీటరు లలో పదివేల వ భాగపు ప్రేషమునకు శూన్య మొనర్చి పిమ్మట సీలుచేయుదురు. ధ్రువములు రెండును అధికవిద్యుత్ ప్రేషము గల విద్యుజ్జనకముతో కలువబడును.

గొట్టమును ఉత్తేజిత మొనర్చినపుడు ధనవిద్యుదగ్రము ఆంటీకేతోడ్ వైపునకు ఎలక్ట్రాన్లు వేగముగా సంచరించి ధాతులక్ష్యమును డీకొనును. అప్పుడు దాని యందు X-కిరణములకుతోడు ఎక్కువ ఉష్ణతకూడ జనించును.

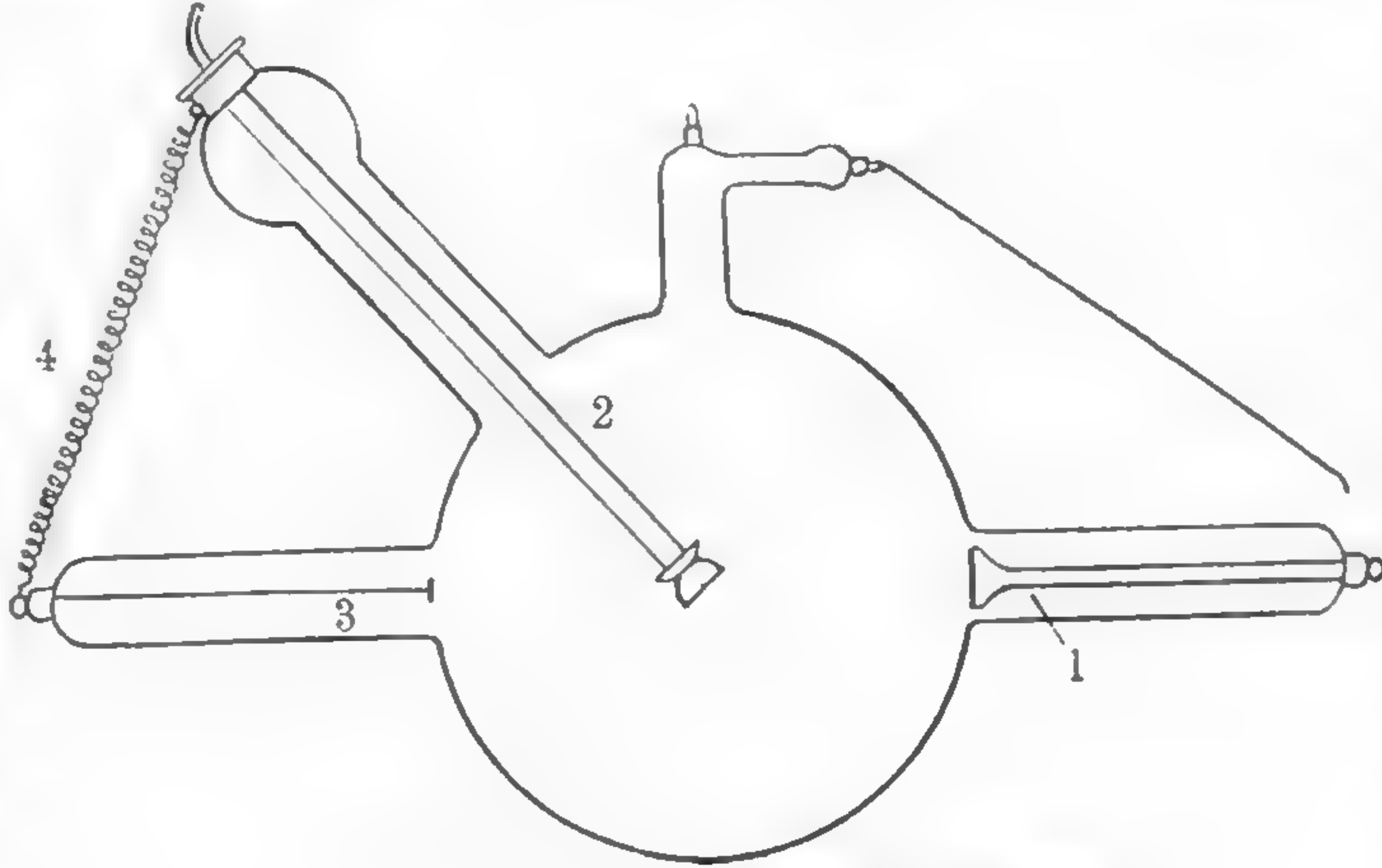
అందుచేత,

ఈ ఉష్ణత వెంటనే ఆ ధాతుదిమ్మ యొక్క దూరపు భాగములకు మోసికొని పోబడుటకు

గాను, ఆ దిమ్మను తగినంతబరువుకలదిగా ఉంచవలెను. సాధారణముగా ఆంటీకేతోడ్ను రాగితో తయారుచేసి, కేతోడ్ కిరణపుంజమునకు ఎదురుగానున్న దానితలమును మొలిద్దినమ్ లేదా టంగ్ స్టన్ వంటి ధాతువులతో కప్పుదురు. మరికొన్ని రకముల గొట్టములలో చన్నిళ్లప్రవాహముచే ఆంటీకేతోడ్లను చల్లబరుతురు.

వైద్యోపయోగములకును, కేవల విజ్ఞానోపయోగములకునుకూడ వాయునాళములు నేటికిని విరివిగా వాడుకలోనున్నవి. ఈ నాళములలో చాలభాగము వానిలోపలి ధాతుభాగములను వేరుచేయుటకు వీలుగ నిర్మితమై యుండును. అందు

వలన ఆ భాగములను శుభ్రము చేసి తిరిగి కూర్చుటకు వీలున్నది. ఈ గొట్టమునకు చేరియున్న వాయురేచకపు పంపు సహాయమున ఆ గొట్టమునందున్న వాయు ప్రేషమును వలసిన పరిమాణమునకు తగ్గింపవచ్చును. రెండవ పటములో నొకతరగతికి చెందిన వాయునాళములు

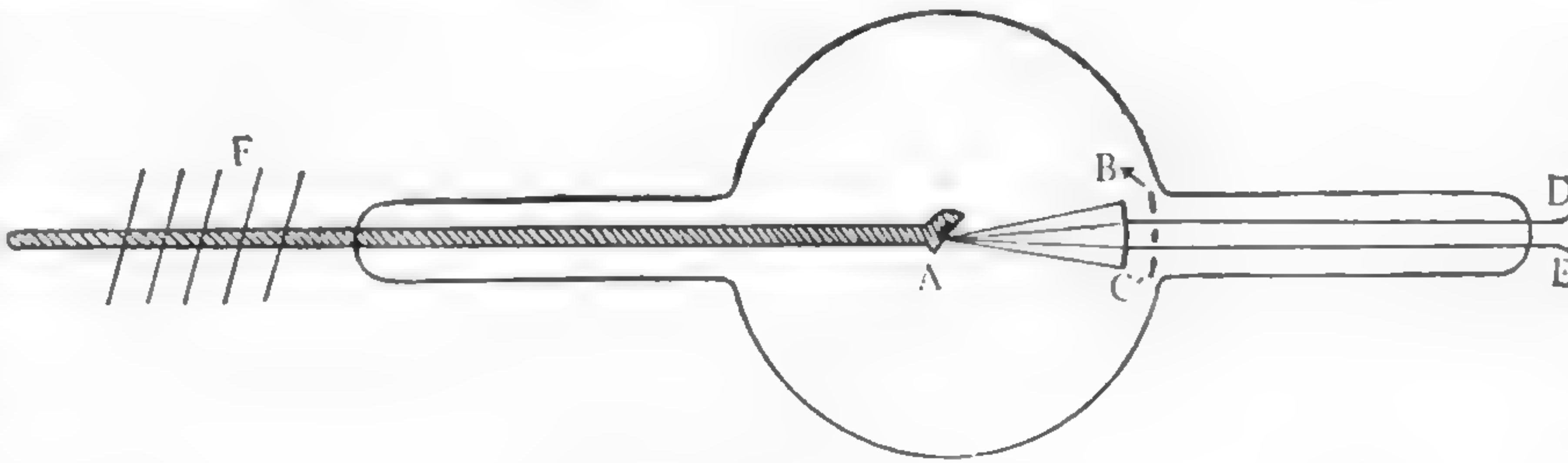


పటము 2. తరువాత నిర్మించబడిన నాళము

1. కేతోడ్ 2. ఆంటీకేతోడ్.

3. ఆనోడ్, 4. ఆనోడ్ను ఆంటీకేతోడ్ను కలుపు తీగ.

చూపబడినవి. ఇందలి వాయుప్రేషమును కావలసిన పరిమాణమునకు తగ్గించిన పిమ్మట గొట్టములను సీలుచేయుదురు, కాని, ఇట్టిగొట్టములు అనేక కారణముల వలన నిరుపయోగము లగుచుండును. అందుచేత విడదీయుటకు వీలైనమాదిరి ఉపకరణము కొన్ని విషయములలో లాభదాయకము.



పటము 3. కూలిజ్ నాళము

కూలిజ్

నాళము : ఈ నాడు వాడుక యందున్న X-కిరణ నాళములలో ఎక్కువ భాగము ఈతర్

గతికి చెందినవే. నేటి వాయురేచక యంత్రముల సహాయమున ఎంత ఎక్కువ శూన్యమును పొందవచ్చునో అంత ఎక్కువ శూన్యమును ఈగొట్టములందు సృజించుచున్నారు. దీనియందలి ఋణవిద్యుదగ్రము చిన్న ధాతుగిన్నెయందున్న టంగ్ స్టన్ తీగచుట్ట. ఆ తీగగుండా విద్యుత్నుపంపి దానిని ఔజ్వల్యస్థితికి వేడిచేయుదురు. ఈ పరిస్థితులందు టంగ్ స్టన్ తీగనుండి ఎలక్ట్రాన్లు విడివడును. ధాతుగిన్నె సహాయ



మున ఎలక్ట్రాన్లను లక్ష్యముపై కేంద్రీకరింపవచ్చును. వాయునాళములందలి లక్ష్యము ఏ రీతిగా నుండునో అదే రీతిగా కూలిజ్ నాళమునందలి లక్ష్యముకూడ ఉండును. ఇక ఆంటీకేతోడ్ నం దేర్పడిన ఉష్ణతను తగ్గించుటకుగాను, ఆంటీకేతోడ్ యొక్క బయటనున్న కొనయందు వర్తులాకారమున నున్న పరికలను కొన్నింటిని బిగింతురు. వీటి తలవైశాల్యము అధికమగుటచే, ఉష్ణత వేగముగా పైకి ప్రసారితమగును.

కూలిజ్ నాళము యొక్క విశిష్టమైనలాభము టంగ్ స్టన్ తీగగుండా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహ పరిమాణమును మార్చగలుగుటయే. ఉదాహరణమునకు టంగ్ స్టన్ తీగ గుండా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహ పరిమాణమును హెచ్చించినచో, ఆ తీగ తాపక్రమము హెచ్చై ఉజ్వలముగా ప్రకాశించును. ఇట్టిదశలో తీగచుట్టనుండి ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్ లు లక్ష్యముపై పడును. అందుచేత ఎక్కువ తీక్షణమైన X-కిరణ పుంజము లభ్యమగును.

కూలిజ్ నాళములందు అనేక రకములు నేడు వాడుకలో నున్నవి. వీటిలో నొకటి శివ పటములో చూపినట్లు స్థిరాంగములు గలది. మరికొన్ని విడదీయుటకు వీలగు అంగములు గలవి.

నాళమందు ప్రవాహము, విద్యుత్ ప్రేషము, కార్యదక్షత : ఏ X-కిరణనాళమైనను ఒక నిర్దిష్ట పరిమాణముగల విద్యుత్ ప్రేషమున్నగాని పనిచేయదు. నాళమునందలి ప్రవాహపు పరిమాణమును విద్యుత్ వలయమునందు ఒక మిల్లి ఆమ్పిటర్ ను ఉంచి కనుగొనవచ్చును. ఈ రెండు కొలతలను ఉపయోగించిన శక్తిని లెక్కింపవచ్చును. ఉదాహరణకు 1,00,000 వోల్టులందు పనిచేయుచున్న ఒక నాళమును పరిశీలించుము. దానియందుంచిన మిల్లి ఆమ్పిటర్ 5 మిల్లి ఆంపియర్ ల ప్రవాహమును సూచించుచున్నదని అనుకొనుము. అప్పుడు దానియందు ఖర్చుపడిన శక్తి :

$$1,00,000 \times \frac{5}{1000} = 500 \text{ వాట్టులు.}$$

X-కిరణ ఉత్పత్తి కార్యదక్షతను క్రిందిరీతిగా వివరింపవచ్చును :

$$\text{కార్యదక్షత} = \frac{\text{X-కిరణ శక్తి}}{\text{ఖర్చుపడిన శక్తి}} = (1.4 \times 10^{-9} \text{ ZV})$$

ఇందు Z = మూలద్రవ్యము యొక్క పరమాణ్వంకము, V = విద్యుత్ ప్రేషము (వోల్టేజి).

ముందు చెప్పిన ఉదాహరణమునందు లక్ష్యము టంగ్ స్టన్ (Z=74) అయిన, కార్యదక్షత 1% అగును. దానిని బట్టి ఖర్చుపడిన మొత్తము శక్తిలో 1% మాత్రమే

X-కిరణములుగా ప్రత్యక్షమగుచున్నదనియును, శేషించిన 99% శక్తియును ఉష్ణతా, కాంతిశక్తులుగా మారుచున్నదనియును విదితమగును. ప్రస్తుత కాలమందు 3,000 కిలోవోల్టు (30,00,000 వోల్టు) లందు పనిచేయు ప్రత్యేకనిర్మితములగు నాళములు ఉపయోగములో ఉన్నవి. ఈ వోల్టేజి ఇంకను వృద్ధిచేసి తన్మూలముగా X-కిరణ ఉత్పత్తి కార్యదక్షతను పెంపొందించుటకై అనవరతమైన కృషి జరుగుచున్నది.

12,350

నాళము యొక్క వోల్టేజి 'V' అయినప్పుడు,  $-V$

ఆంగ్ స్ట్రమ్ యూనిట్ లకంటె తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యము గల X-కిరణములను బడయుట సాధ్యముకాదని ప్రయోగములవలన నిరూపితమైనది. ఉపయోగించిన వోల్టేజి 10 లక్షల వోల్టులయిన సందర్భములో  $0.12\text{\AA}$  కంటె ఎక్కువ తరంగదైర్ఘ్యములు గల X-కిరణములు లభ్యమైనవి. ఈ వోల్టేజిని హెచ్చించుటవలన X-కిరణముల దైర్ఘ్యములను తక్కువ పరిమాణములకు తగ్గింపవచ్చును.

X-కిరణ స్వభావము : ఈ నూతన కిరణములకును, సాధారణ కాంతికిరణములకును ఆశ్చర్యకరమైన పోలికలున్నవని రస్టజన్ విజ్ఞాని నిరూపించెను. ఈ రెండు రకములకిరణములును సరళరేఖలయందే పయనించును; ఘోటోగ్రాఫిక్ ఫలకముపై పనిచేయును. అనుగుణమైన ఘనద్రవ్యములలో భాసనమును ప్రకోపింపజేయును. విద్యుత్ షేత్రముచేగాని అయస్కాంత షేత్రముచేగాని విచలనము నొందవు. X-కిరణములు, కాంతి కిరణములు, రేడియో తరంగములును కూడ సమాన స్వభావమునే కలిగియున్నవని నేడు స్పష్టము. వాటిలో వాటికి గల వ్యత్యాసము వాటి తరంగదైర్ఘ్యములందలి భేదమే. తరంగదైర్ఘ్యము బట్టియే వానిని పోల్చవచ్చును. X-కిరణముల యొక్క తరంగదైర్ఘ్యములు  $0.1\text{\AA}$  నుండి సుమారు  $100\text{\AA}$  వరకును మారుచుండును. కాంతికిరణముల యొక్క తరంగదైర్ఘ్యములు ఉదారంగునకు చెందిన  $3900\text{\AA}$  నుండి, ఎరుపు రంగునకు చెందిన  $7800\text{\AA}$  వరకును మారును. ఇక రేడియో తరంగములు ఎక్కువ పొడవైనవి. సాధారణముగా రేడియో ప్రసారము 13 మీటరులనుండి 500 మీటరుల వరకు తరంగదైర్ఘ్యములు గల తరంగములపై జరుగును. ఈ మూడు రకముల తరంగములకును తోడుగా మాకిరణములు (వాని తరంగదైర్ఘ్యములు  $0.01\text{\AA}$  నుండి  $1.4\text{\AA}$  వరకును ఉండును), అతినీలలోహిత కిరణములు (తరంగదైర్ఘ్యము  $100\text{\AA}$  నుండి  $3900\text{\AA}$  వరకును ఉండును), పరశోణకిరణములు (తరంగదైర్ఘ్యము  $7800\text{\AA}$  నుండి  $40\text{\AA}$  లక్షల  $\text{\AA}$  వరకును ఉండును) కూడ ఉన్నవి.

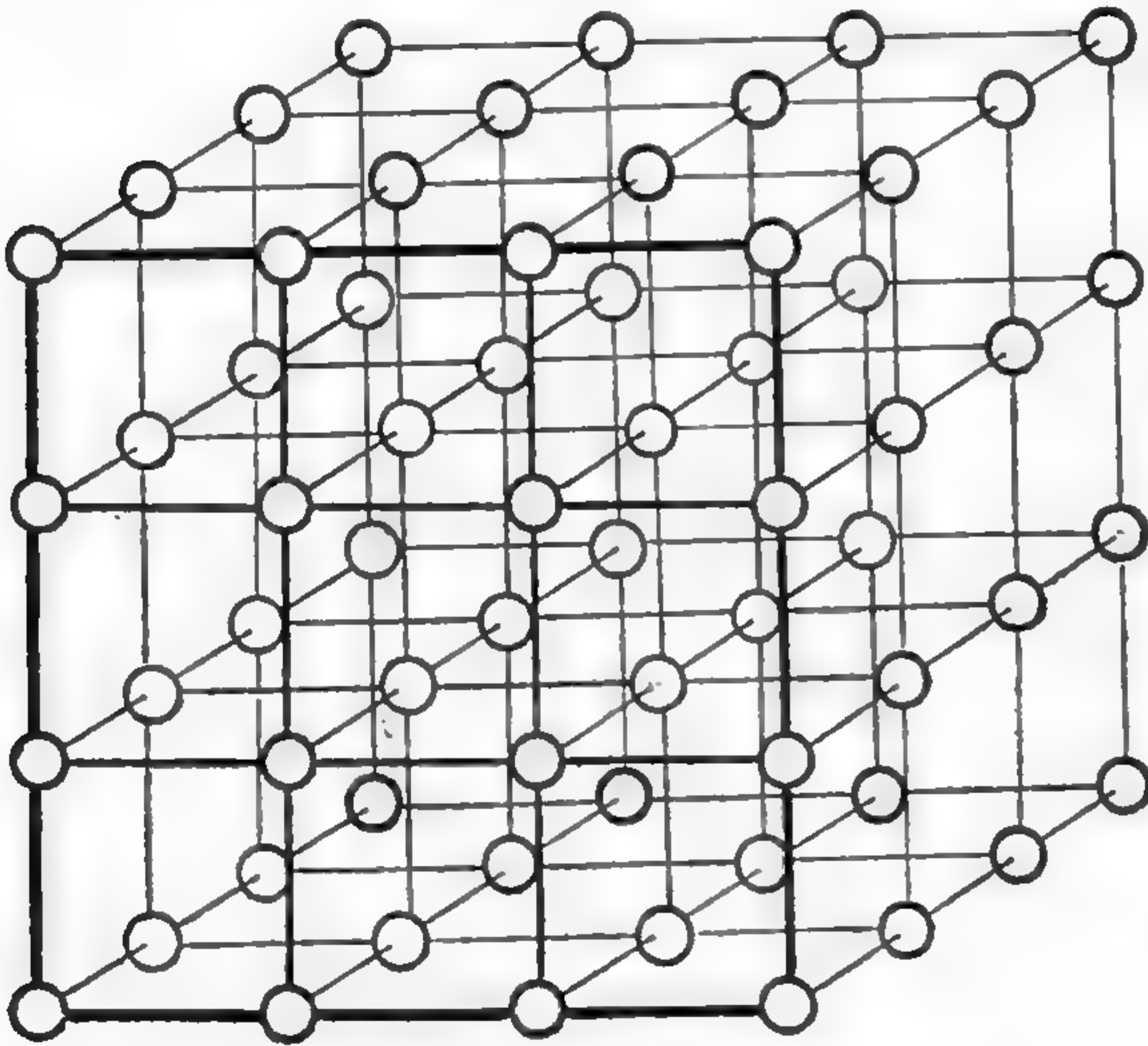


## ఎక్స్ (X) కిరణములు - స్ఫటికరచన

వేరువేరు తరగతులకు చెందిన ఈ కిరణములన్నియును సమానవేగముతో ప్రదేశమునందు పయనించును. ఆ వేగము సెకనుకు సుమారు 1,86,000 మైళ్లు లేదా  $3 \times 10^{10}$  సెం. మీ. అనగా, ఆ వేగము వెలుతురు వేగమే.

ఎన్. రా. రా.

**ఎక్స్ (X) కిరణములు-స్ఫటికరచన:** క్రింది 1 వ పటమున ఒక స్థూలస్ఫటికరచన చూపబడినది. ఈ పటములో చిన్నవర్తులములు పరమాణువులకు గుర్తు. ఆ పరమాణువులు ఎట్టిక్రమములో మూడు దిశలలో కూర్చబడినవో తెలియనగును. దీనికి 'దిగ్బాలకము' అని పేరు. ఈ దిగ్బాలకము మొత్తముమీద అనేక ఏకాంక ఘటకముల కూర్చున్నామనము భావించవచ్చును. అట్టి ఏకాంకము 225వ పుటలోని



1 వ పటము : స్ఫటికదిగ్బాలకము

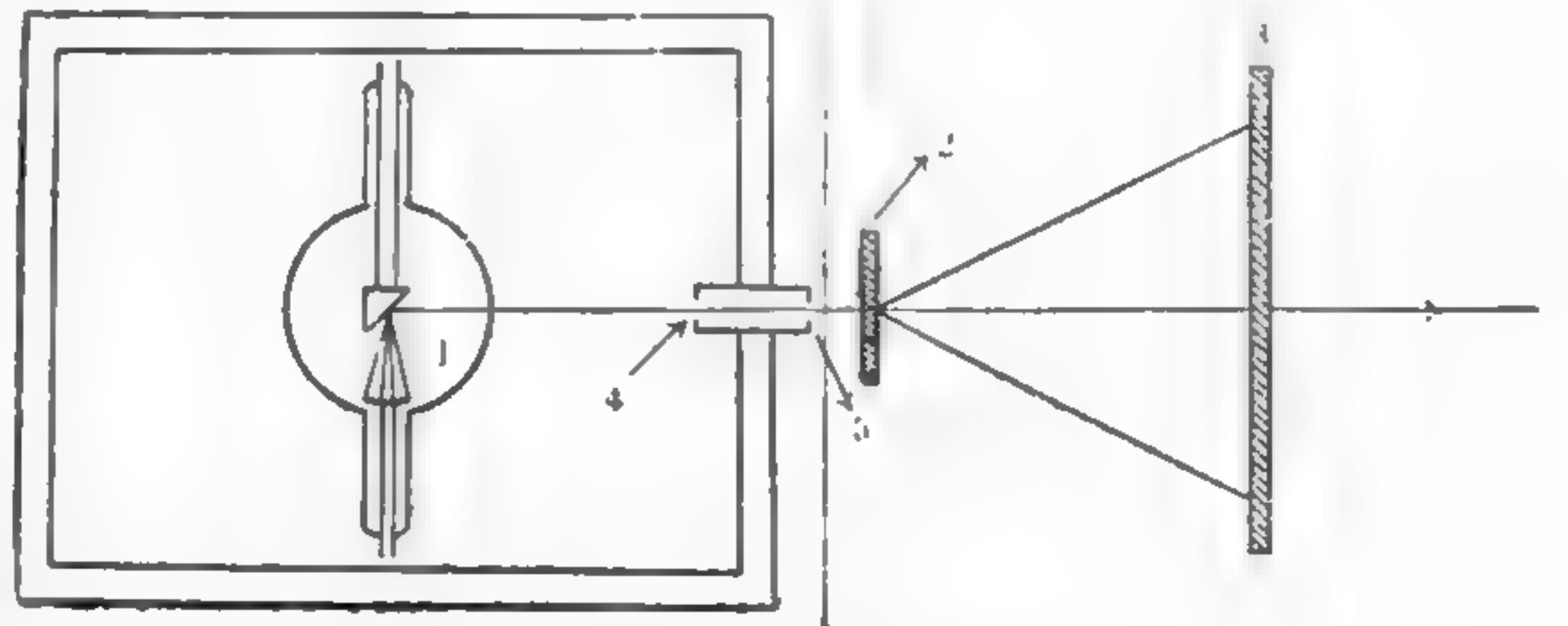
(8a) పటములో కననగును. ఇది 8 పరమాణువులు 8 మూలల నిమిద్దుకున్న ఒక ఘనరూప ఏకాంకముగా కన్పించుచున్నది. ఇట్టి పరమాణుక్రమ సన్నివేశమునకు సరళ ఘనపద్ధతియని పేరు.

స్ఫటికములు X - కిరణములను వివర్తించు విషయమును గురించి 'లవే' విజ్ఞాని గావించిన పరిశోధనల తరువాతనే స్ఫటిక జాలకముల స్వభావము ఘటకైకాంకముల పరమాణుములు, వాటిలో పరమాణువులు చేరియున్న క్రమములను గురించి పూర్తిగా తెలిసికొనుటకు శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్యమైనది.

స్ఫటికములందలి పరమాణ్వంతరములు X - కిరణముల తరంగదైర్ఘ్యములతో పోల్చదగినవై యున్నవి కాబట్టి, స్ఫటికములగుండా X-కిరణములు ప్రసరించినపుడు వివర్తన ప్రక్రియ (చూ. వివర్తన జాలకము) జరుగునని 1912లో

మ్యూనిక్ నగరమున 'లవే' విజ్ఞాని సూచించెను. ఆయన ప్రేరణమున ఫ్రెడరిక్, క్విప్పింగ్ అను ఇరువురు విజ్ఞానులు జింకు సల్ఫైడ్ స్ఫటికముగుండా సన్నని X - కిరణపుంజమును పంపి ప్రయోగము తొనర్చిరి.

ఫ్రెడరిక్, క్విప్పింగ్ ఉపయోగించిన సంవిధానము 2 వ పటములో చూపబడినది. స్ఫటికముగుండా చొచ్చుకొని పోయిన X - కిరణములు ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకముపై



2 వ పటము : లవే విధానము,

1. లక్ష్యము, 2. స్ఫటికము,

3. ఛాయాచిత్రఫలకము. 4, 5. చీలికలు.

పడును. ఈ రీతిగా కొన్ని గంటలు X - కిరణములకు గురియైన పిమ్మట ఫోటోగ్రాఫిక్ చిత్రమును వికసింపజేసి పరిశీలింపగా X - కిరణపుంజము ఆ చిత్రఫలకమును ప్రత్యక్షముగా ఎక్కడ డికొనినదో అక్కడ ఒక స్పష్టమైన పెద్ద ప్రతిబింబ మేర్పడుటయేగాక, దానిచుట్టును అస్పష్టముగా నున్న మరికొన్ని మచ్చలు క్రమపద్ధతిలో కానవచ్చెను.

స్ఫటికమును ప్రవేశించిన పతనకిరణపుంజములోని కొన్ని కిరణములు నిర్దిష్టదిశలలో వివర్తితమై ఫోటోగ్రాఫిక్

ఫలకముపై

ఈ మచ్చలు

ఏర్పడును.

ఫోటోగ్రా

ఫిక్ ఫలక

ముపైమధ్య

మచ్చచుట్టు

ను కన్పట్టు

తక్కినమచ్చ

ల సౌష్ఠవస

న్ని వేశము

స్ఫటికము

లో పర

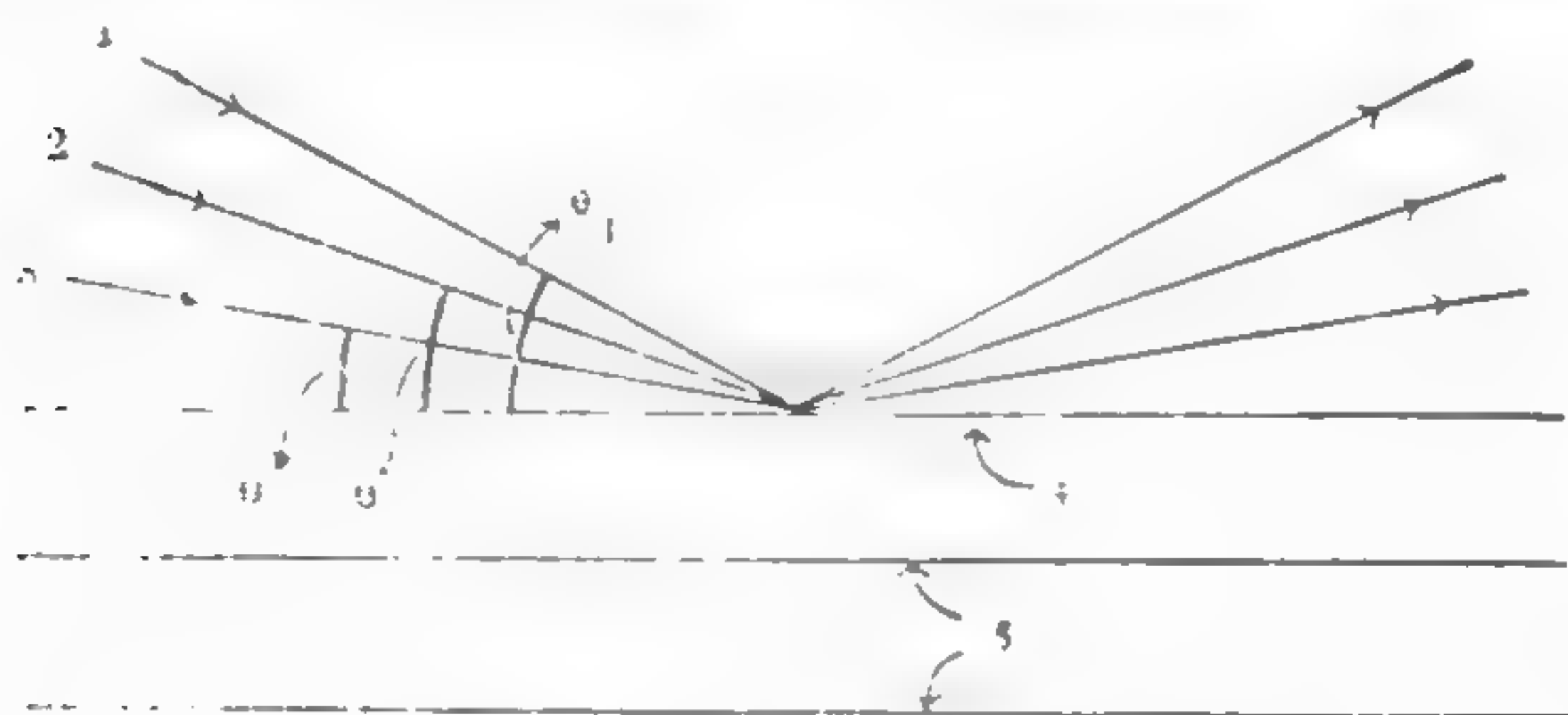
మాణుఘట

3 వ పటము : లవే చిత్రము.

కములు ఒక క్రమములో కూర్చబడియున్న వనుటకు నిదర్శనము (చూ. 3 వ పటము).



ఈ 'లవే' మచ్చలకు నిర్దిష్టమైన వివరణము నొసంగిన వారు డబ్ల్యు. ఎచ్. బ్రాగ్, డబ్ల్యు. ఎల్. బ్రాగ్ (తండ్రికొడుకులు). సరూపమైన పరమాణు సమూహములు స్పటికాంతరమున ఒకదానికొకటి సమదూరమందున్న సమానాంతరతలములలో ఉండునని వారు సూచించిరి. వాస్తవమునకు స్పటికాంతరమందు అనేకతలములున్నట్లు



4 వ పటము : బ్రాగ్ పరావర్తనములు.

1, 2, 3 పతనకిరణములు,  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  వాటి పతనకోణములు.

4, 5. పరావర్తనతలములు.

ఉహించవచ్చును. వీటిలో ప్రతివర్గమునకు చెందిన తలముల మధ్యను నిర్దిష్టపరిమాణముగల వ్యవధానము ఉండును. ఆవ్యవధానపరిమాణమే ఆతలముల ప్రత్యేకత. ఉదా : అటువంటి రెండు సమానాంతరతలములను పరిగణింతము. నిర్దిష్టతరంగదైర్ఘ్యముగల X-కిరణములు ఈ తలములపై పడినపుడు ఒకటవతలములోను, రెండవతలములోను ఉన్న పరమాణువులు ఆ X-కిరణములను అన్నిదిశలకును పరిక్షేపించును.

స్పటికమును ప్రవేశించు రెండు సమీప X-కిరణముల త్రోవలలో గల భేదము ఆ X-కిరణతరంగదైర్ఘ్యమునకు సరళ పూర్ణాంకగుణిజ సంబంధములోనున్న ఆ రెండు కిరణములును పరస్పరము పోషించుకొనునని సులభముగా రుజువు చేయవచ్చును. రెండు కిరణములు పైని చెప్పిన రీతిని ఒకదానినొకటి పోషించుకొనినపుడు పరావర్తిత కిరణపు తీక్షణత గరిష్ఠపరిమాణము పొందును. ఈ విషయమునే క్రింది సమీకరణముచే సంగ్రహించవచ్చును :

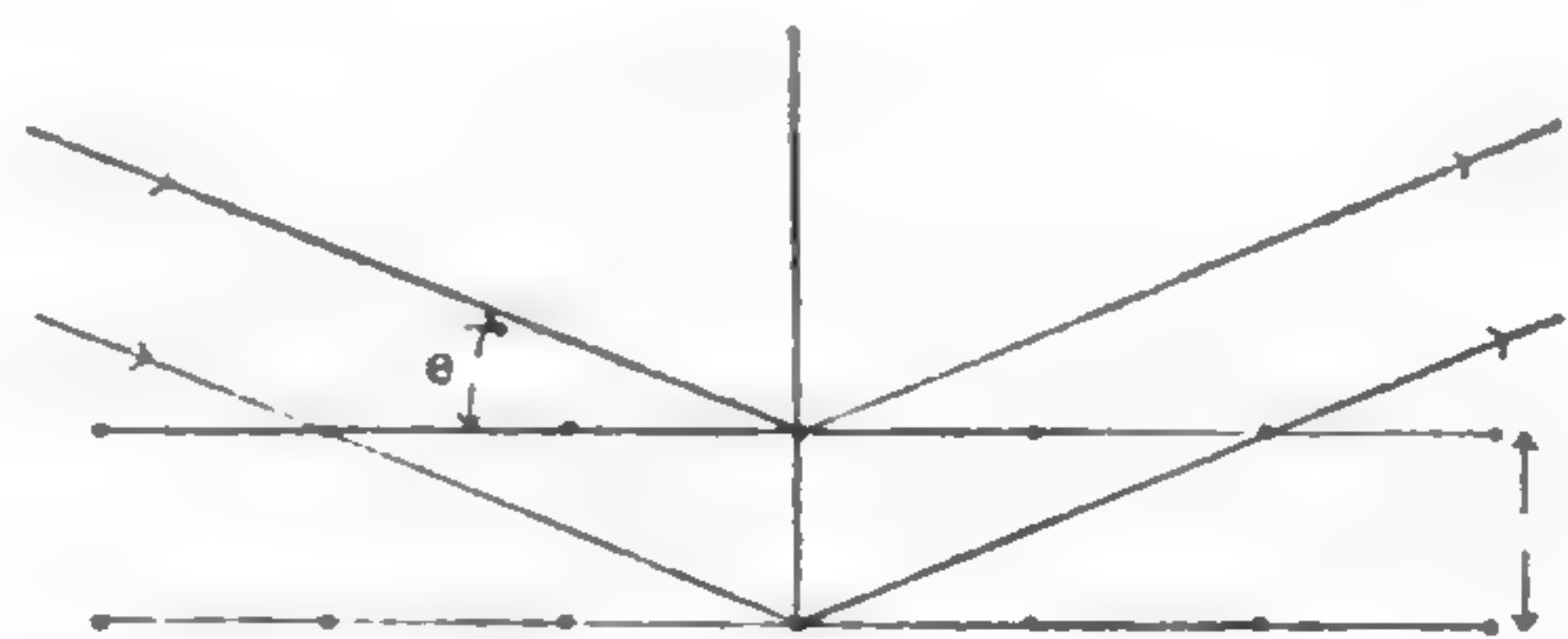
$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

ఇచ్చట '2d Sin  $\theta$ ' అనునది రెండు కిరణములమార్గములలోని భేదము ; ' $\lambda$ ' అనునది X-కిరణపు తరంగదైర్ఘ్యము ; ' $n$ ' అనునది చిన్నపూర్ణాంకము.

అందుచేత  $\lambda$  తరంగదైర్ఘ్యముగల X-కిరణములు స్పటికతలముపై పడినపుడు :

$$\sin \theta_1 = \frac{\lambda}{2d}, \sin \theta_2 = \frac{2\lambda}{2d}$$

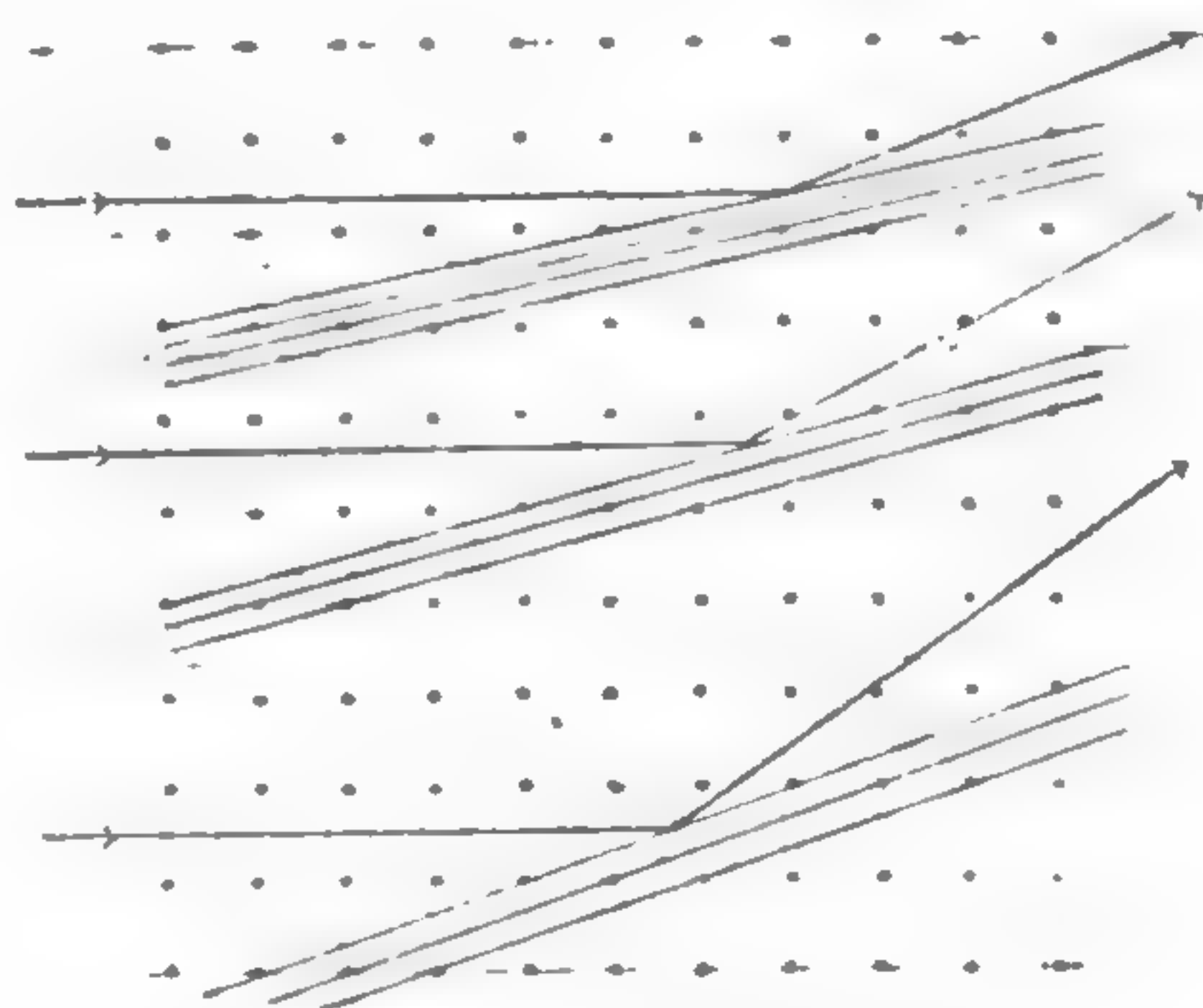
ఈ సమీకరణములచే సాధించబడిన  $\theta_1, \theta_2$  అనుకోణ దిశయందు గరిష్ఠమూల్యముగల పరస్పరసంఘట్టనము కాననగును. ఈ దిశలలో దేనియందైనను పరిక్షిప్తమైన



5 వ పటము : రేలీజ్ కిరణపరావర్తనము.

కాంతి కిరణపుంజమును బ్రాగ్ తలమునుండి పరావర్తనము నొందిన కిరణపుంజముగా మనము పరిగణింప వచ్చును. అందుకు కారణము ప్రతిపరావర్తన కార్యమందునుకూడ పరావర్తనకోణములు సమానమగుటచే  $n$  విలువనుబట్టి పరావర్తనపు తరగతి కనుగొనవచ్చును.

లవే ప్రయోగవిధానమందు స్పటికాంతరమందలి ఒక వర్గమునకు చెందిన తలములన్నియును సరూపపరావర్తనమును కలుగజేయును. లవే వాడుకచేసినది మిశ్ర X-కిరణపుంజము. కనుక, పతనకిరణపుంజమునందు వేర్వేరు తరంగదైర్ఘ్యములు గల X-కిరణములు ఉండును. కనుక ఏదేని ఒక తలముచేత తగినకోణములో పరావర్తనమును పొందుట కనువగు తరంగదైర్ఘ్యముకల కిరణము



6 వ పటము : లవే వివర్తనము.

ఆకిరణపుంజమందుండును. సరళమగు ఘన (క్రూబిక్) పద్ధతికి చెందిన స్పటికములోనున్న వివిధతలములు ఎట్లు పరావర్తనమును కలిగించునో పై 6 వ పటము చూపును.

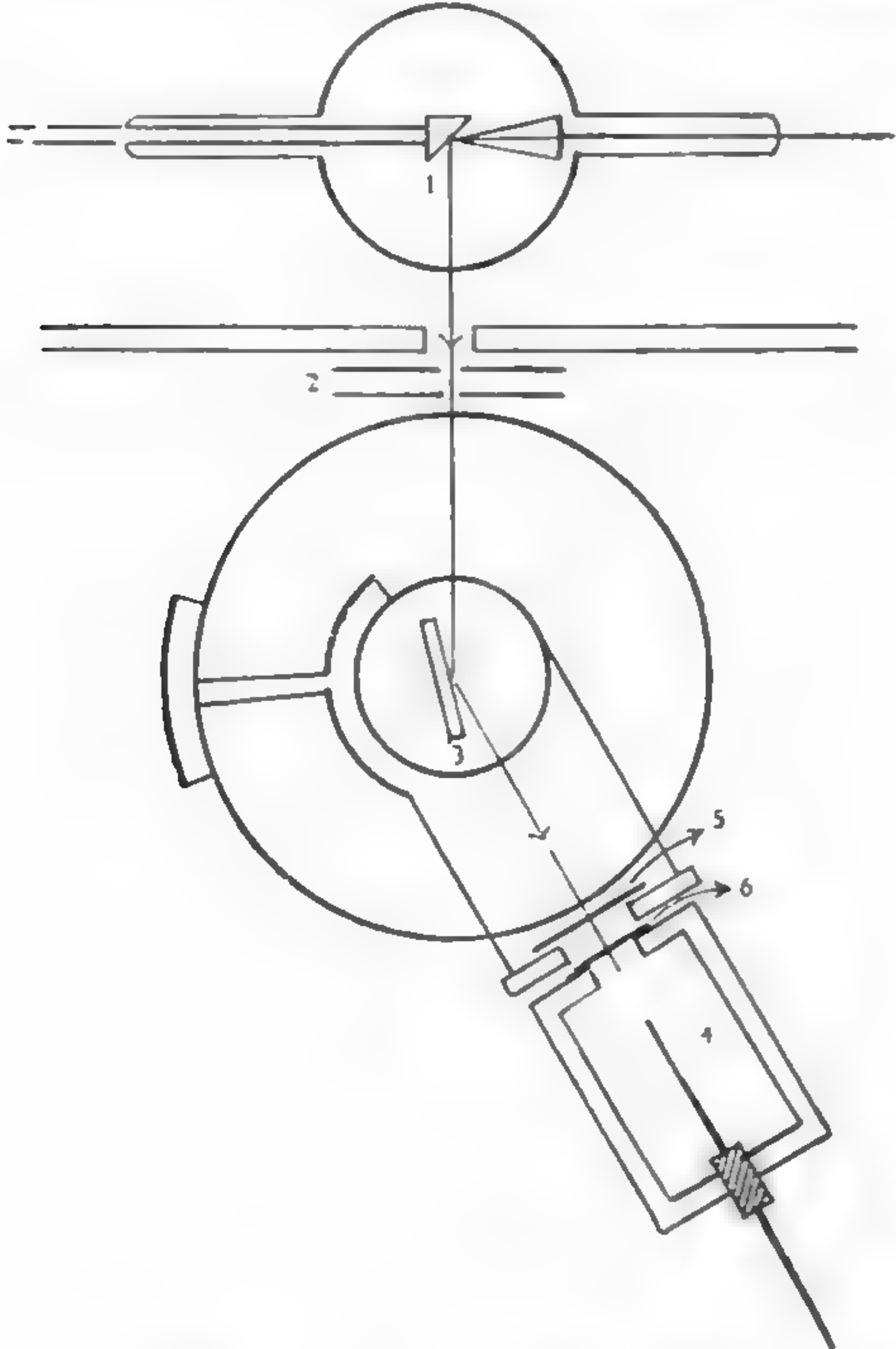
స్పటికమందు పరావర్తన మొనర్చునట్టి ప్రతితలవర్గమునకును సంబంధించి ఒక 'లవే' మచ్చ యుండును. ఎక్కువ తీక్షణమైన మచ్చలు ఎక్కువ పరమాణువులను కలిగియున్న బ్రాగ్ తలముల పరావర్తనముచే ఏర్పడినవి.



## ఎక్స్ (X) కిరణములు - స్ఫటికరచన

అందుచేత 'లవే' మచ్చల స్థానమును, తీక్షణతనుబట్టి స్ఫటిక మందలి ఆంతర రచనను నిర్ణయించుట సాధ్యమగుచున్నది.

స్ఫటికముఖముల వలన కలిగిన X-కిరణపరావర్తన మును అనుశీలించుటకుగాను బ్రాగ్, తండ్రి కొడుకులు X-కిరణవర్ణ పటమాపకమును నిర్మించిరి. వారు నిర్మించిన మాదిరివర్ణపట మాపకమును 7 వ పటములో చూడ వచ్చును. (1) అనులక్ష్యమునుండి X-కిరణములు ఉత్పన్న మగును. ఒకదాని వెనుక నొకటిగానున్న రెండు అతి



7 వ పటము. బ్రాగ్ X-కిరణవర్ణపటమాపకము.

1. X - కిరణములను ఉత్పత్తిచేయు లక్ష్యము ;
2. X - కిరణములు వర్ణపటమాపకమును ప్రవేశించు రెండు చీలికమార్గములు ;
3. స్ఫటికతలము; 4. అయనీకరణపేటిక;
- 5, 6. అల్యూమినియము కిటికీలు.

సన్నని చీలికల (2) గుండా అవి ప్రసరించును. 3 అను స్ఫటికతలముపై  $\theta$  అను స్పర్శకోణములో X-కిరణ పుంజము పడును. స్ఫటికతలముచే పరావర్తితమైన కిరణ పుంజము అయనీకరణ పేటిక(4)ను చొచ్చును. అయనీకరణ పేటిక నిడుపాటిధాతు గొట్టము, దానికి అల్యూమినియముతో తయారుచేసిన కిటికీ (6) ఉండును. ఈ పేటిక యందు సులభముగా అయనీకరింపబడు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వంటి వాయువుకూడ ఉండును. ధాతువు గొట్టమునకు లోపలిభాగమందు అవిద్యుత్ ద్రవ్యముచే సంరక్షితమైన

విద్యుత్సార్గము అమర్చబడి యుండును. నిరార్థిఘటమాల యొక్క సహాయమువలన ధాతువు గొట్టమునకు విద్యుత్ సార్గమునకు మధ్య కొంత విద్యుత్ ప్రేషమును ఏర్పరచుదురు. అల్యూమినియము గొట్టమునకును, అందులో అమర్చిన విద్యుదగ్రమునకును మధ్య విద్యుత్ ప్రవాహములు ఏర్పడును. ఈ విద్యుత్ ప్రవాహ తీక్షణతను విద్యుత్సా పకసహాయమున కొలువవచ్చును. విద్యుత్ ప్రవాహము X-కిరణముల తీక్షణతనుబట్టి ఉండును. అందుచేత X-కిరణముల పరావర్తనదిశలో ధాతుగొట్టమున్నపుడు, విద్యుత్సాపకసూచి ఎక్కువ విచలనమును సూచించును. స్ఫటికమున్న బల్లకు జతచేయబడిన మానవలయమునందు అపగమనకోణమును వెంటనే కనుగొనవచ్చును. లేదా, అయనీకరణపేటికను తీసివైచి, దానిస్థానే ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకమును పెట్టి, పరావర్తనకిరణపుంజపు ఫోటో తీయవచ్చును.

సైంధవలవణము శాహ్యోక్యతిలో పరిపూర్ణ ఘనపద్ధతికి చెందిన స్ఫటికము. శాహ్యోక్యతికి అనుగుణమగు ఆంతర రచన (ఇక్కడ ఆంతరరచన యనగా, స్ఫటికశరీరము నందు వివిధతలముల సమానాంతర సన్నివేశమే) స్ఫటికములో నుండవలయునని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. ఇట్టి తలములందు స్ఫటికరచనా ఘటకములగు పరమాణువులు క్రిక్కిరిసి యుండును. ఈ తలములు ఒకదానిపై నొకటి నిర్దిష్ట దూరములో అమర్చబడి యుండును. రెండు దగ్గరగా నున్న తలములమధ్య దూరమునకు 'd' అని సంకేతము. మరొకసారిపైన మనము స్థాపించిన సమీకరణము  $n\lambda = 2d \sin\theta$  వైపు దృష్టిని మరలించితిమేని,  $\lambda$  అనగా తరంగదైర్ఘ్యపు విలువ తెలిసిన పతనకోణము ' $\theta$ ' ప్రయోగముచే తెలియును. కనుక సమీకరణము నుపయోగించి 'd' లెక్కించవచ్చును. బ్రాగ్ తండ్రికుమారులు ఈ అన్వేషణకు ప్రారంభించినపుడు X-కిరణతరంగదైర్ఘ్యము కాని, ఏదైన స్ఫటికమందలి తలమధ్యదూరముగాని తెలిసిన విషయములుకావు. అందుచే, వీరు సైంధవలవణ స్ఫటికమును గ్రహించి దాని సౌష్ఠవశాహ్య ఘనాకృతిని బట్టి లోపలి రచన పై ఆకృతి కనుగుణముగా మూడురకములుగా ఉండవచ్చునను ఊహకు వచ్చిరి. ఈమూడు రచనలను క్రింది విధమున వర్ణింపవచ్చును ;

1. సరళఘనజాలకము : దీనిలో ఘటకై కాంకముగా ఆచరించు ఘనముయొక్క ఎనిమిది కొనలను, ఎనిమిది పరమాణువు లుండును. ఘనశరీరములో తక్కినచోట్ల పరమాణువులుండవు. [చూ. 6a పటము పు. 225].

2. ముఖమధ్యస్థఘనజాలకము : దీనిలో ఎనిమిదిమూలలను ఎనిమిది పరమాణువు లుండగా ఘనముయొక్క ఆరు



ముఖముల మధ్యస్థానములందునుకూడ పరమాణువు లుండును. [చూ. 8b పటము.]

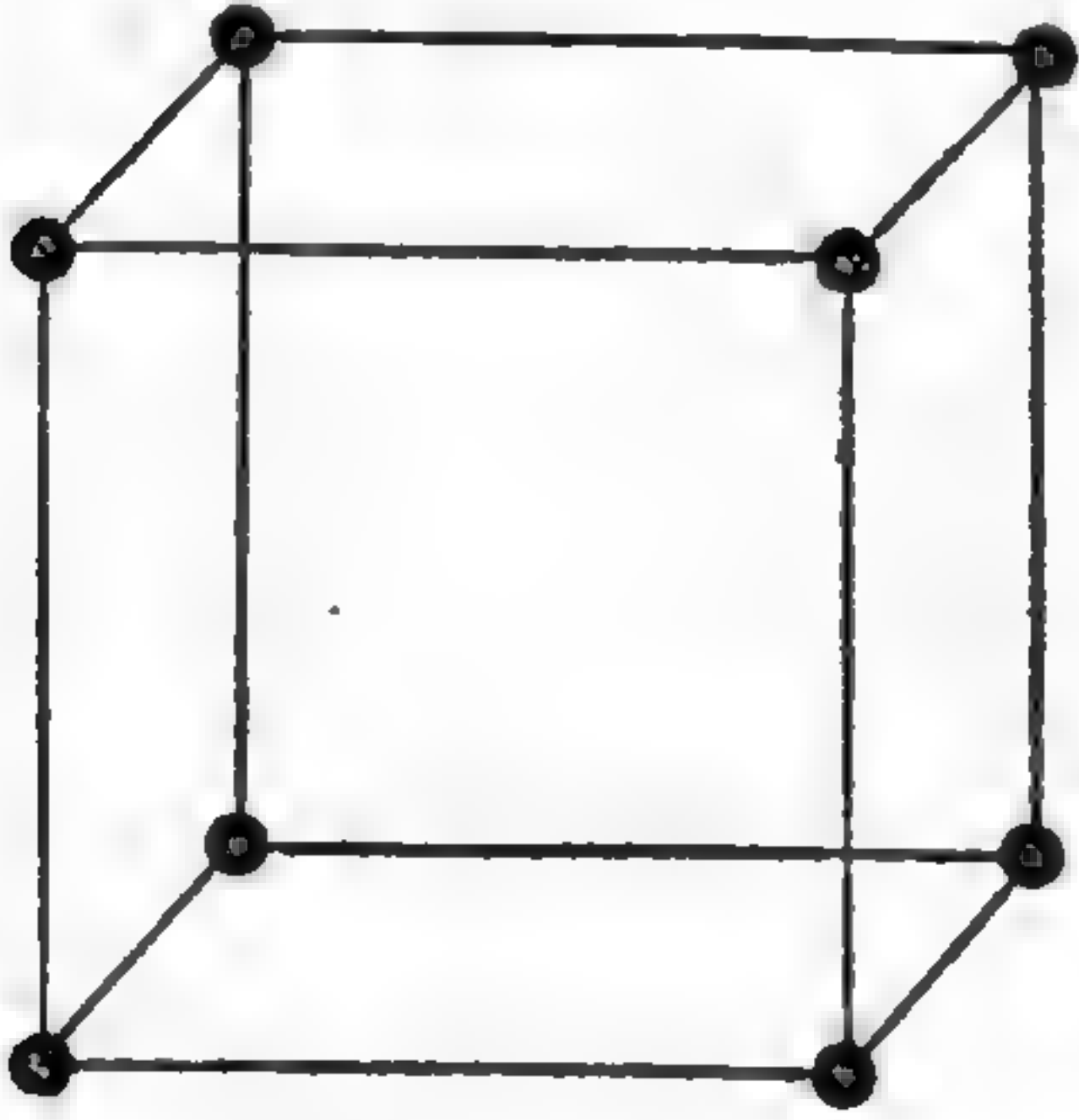
3, శరీరమధ్యస్థానజాలకము : ఇందు ఘనముయొక్క ఎనిమిది మూలలను, ఎనిమిది పరమాణువులు ఉండగా ఘన

వింతుటచే - దీనిని సమాష్టానీకతలమనిగూడ చెప్పవచ్చును. షేత్రగణితరీతిని ఈ వేరువేరుతలముల మధ్యనున్న లంబాంతరములను లెక్కపెట్టవచ్చును. ఆ లెక్క ఈ దిగువచూపినట్లు వచ్చును.

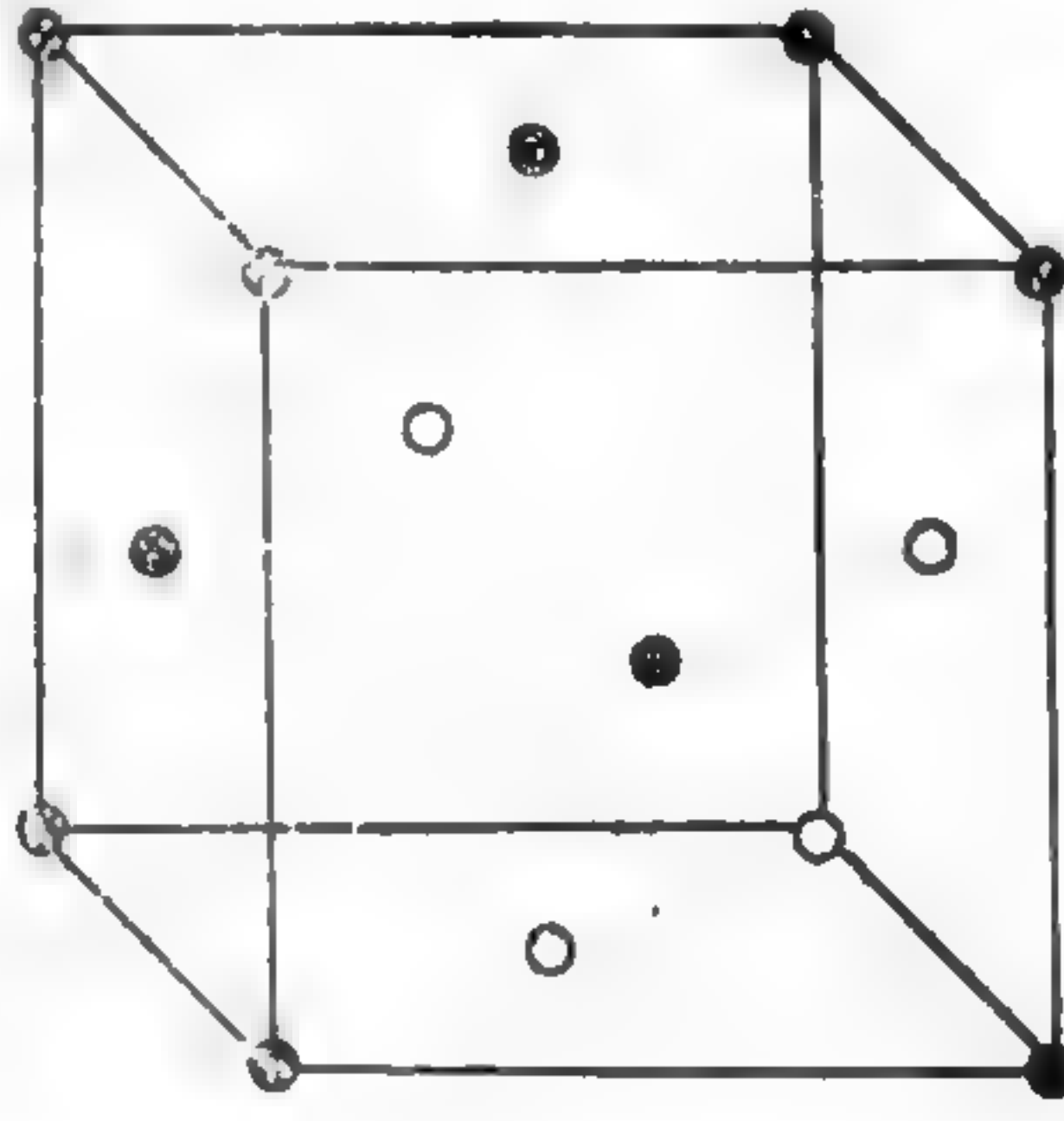
$$\text{ఘనముఖతలదూరము} : \text{ఘనకర్ణతలదూరము} : \text{ఘనఅష్టానీకదూరము} :: 1 : \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{2}{\sqrt{3}}$$

శరీరకేంద్రమున ఒకపరమాణు వుండును, [చూ. 8c పటము.] అందుచే సైంధవలవణస్ఫటికము ఈ పైమూడు రచనలలో ఏ రచన స్వీకరించినదో నిర్ణయింపబడవలసియున్నది. దీనిని నిర్ణయించుటకు బ్రాగ్ తండ్రికుమారులు ఒకవిచిత్రమైన ఉపాయమును కనిపెట్టిరి. సైంధవలవణము ముఖమధ్యస్థజాలక తరగతికి చెందినదని అనుకొని అట్టి

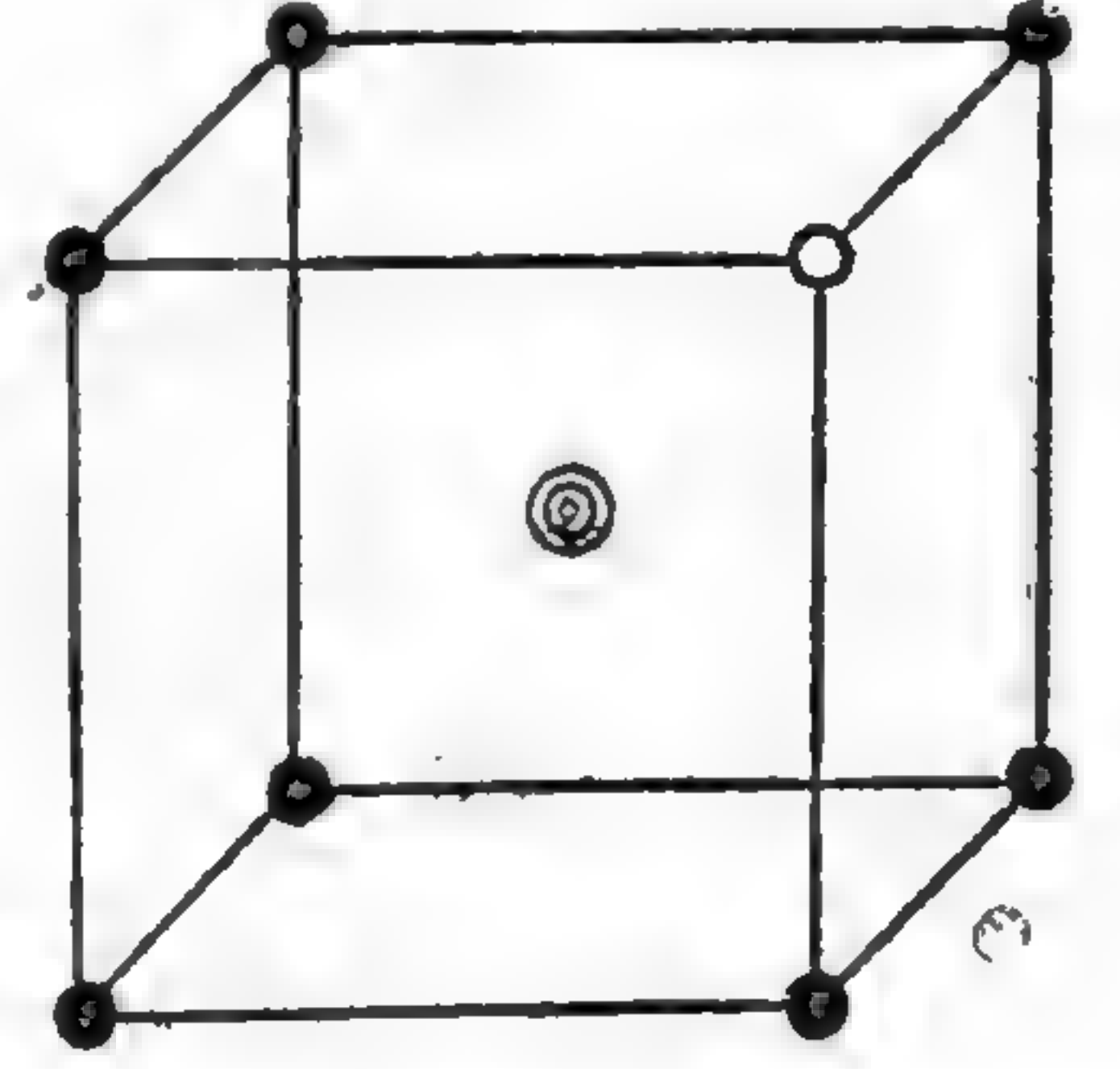
తరువాత X-కిరణ పరావర్తనమును ప్రయోగించి బ్రాగ్లు ఈ వివిధతలమధ్యదూరములు ఈ అనుపాతము లోనే ఉన్నట్లు నిరూపించగలిగిరి. దీనివలన సైంధవలవణ స్ఫటికము ముఖమధ్యస్థజాలక తరగతిలోనిదని తెలిసినది. దీనివలన స్ఫటికములోని తలవిన్యాసములనుకూడ తెలిసికొనవచ్చును.



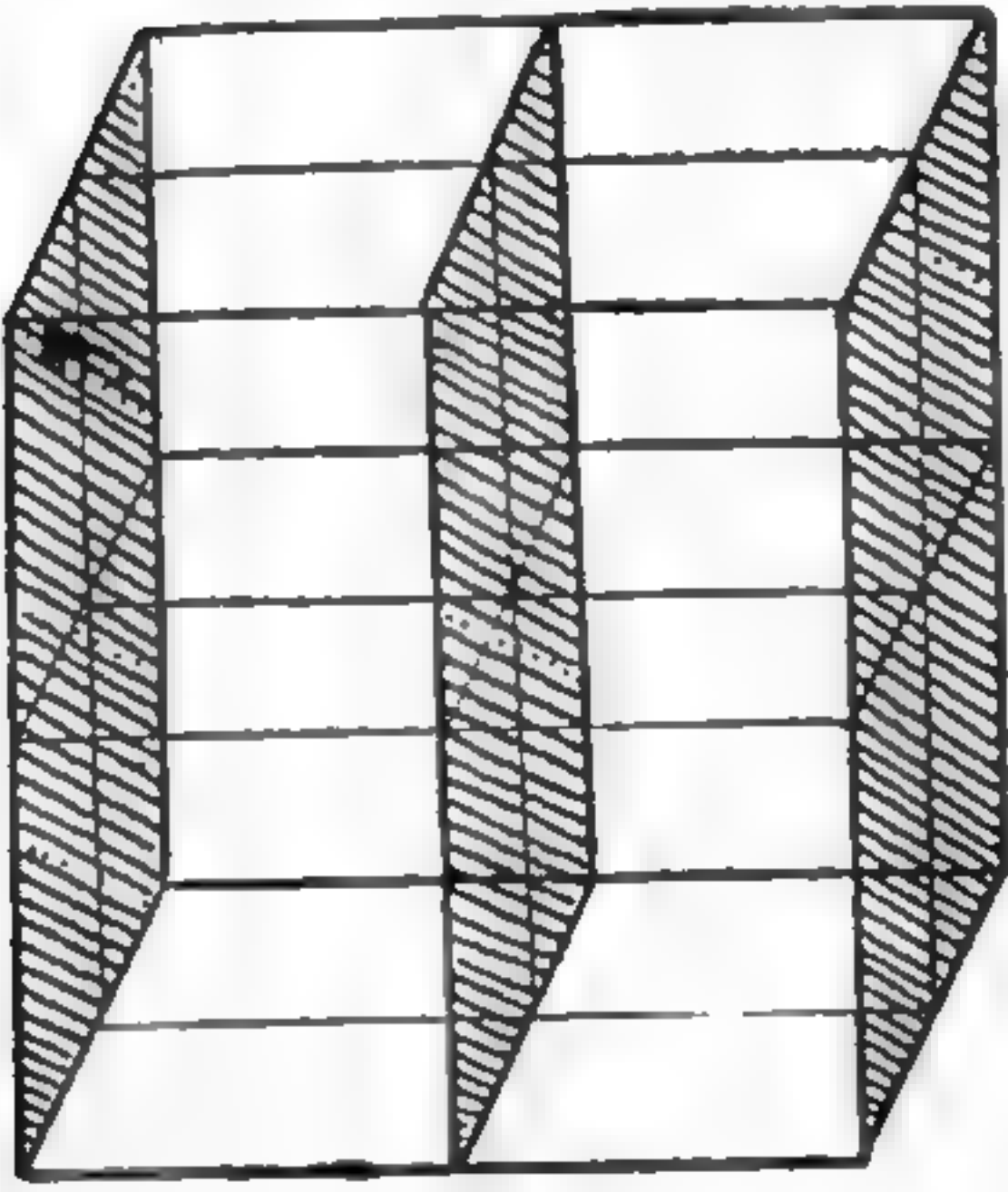
పటము 8a. శరీరమధ్యస్థ ఘనజాలకము



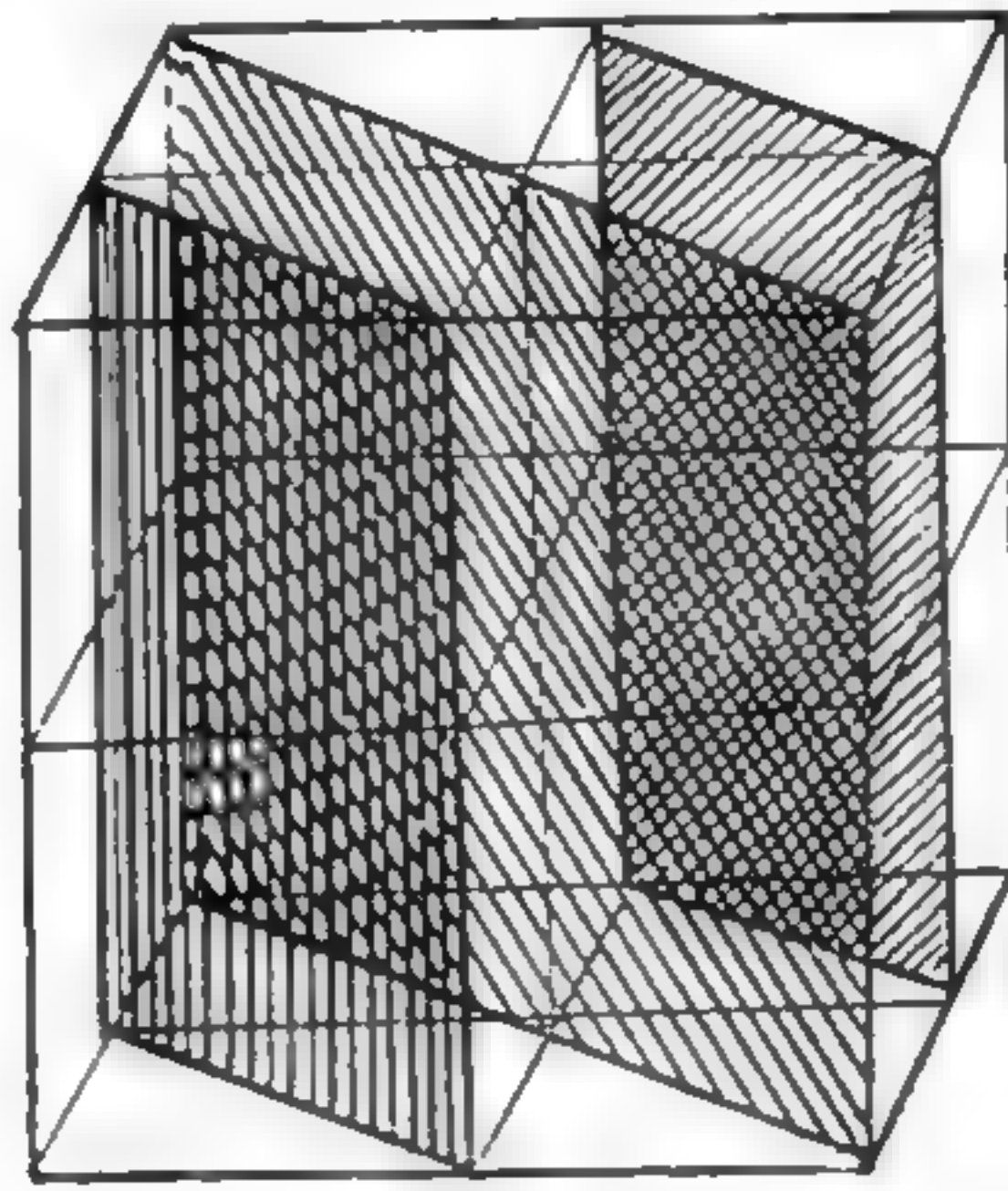
పటము 8b ముఖమధ్యస్థ ఘనజాలకము



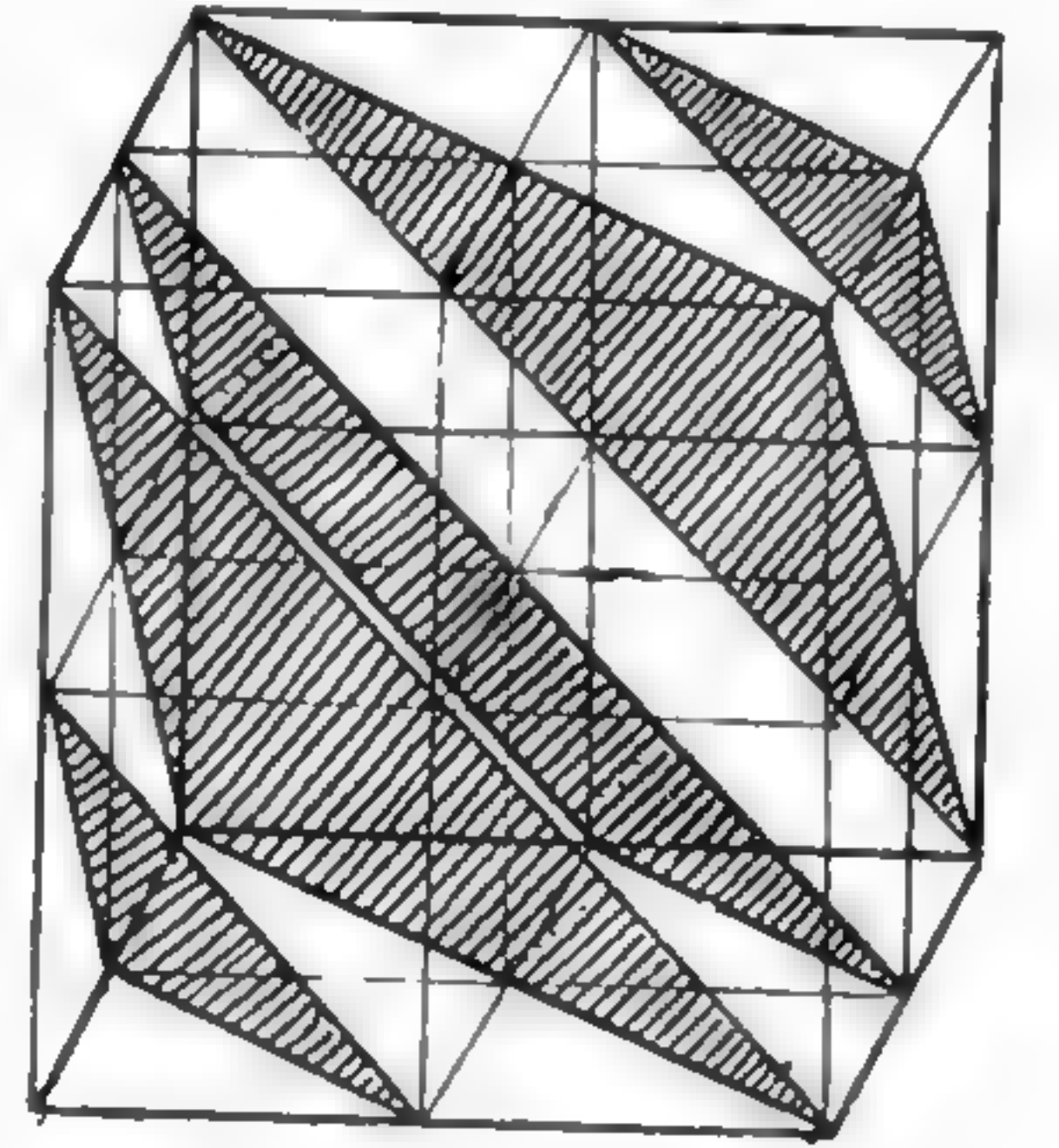
పటము 8c. శరీరమధ్యస్థ ఘనజాలకము



పటము 9a ఘనముఖతలము



పటము 9b. ఘనకర్ణతలము



పటము 9c. ఏటవాలుతలము

స్ఫటికశరీరములో మూడురకముల తలములు (చూ. 9a, 9b, 9c పటములు) ఉండవచ్చునని నిరూపించిరి. ఈ మూడు రకములలో మొదటిది : (పటము 9a) ఘనముఖతలము, రెండవది : (పటము 9b) ఘనకర్ణతలము, మూడవది : (పటము 9c) ఏటవాలుతలము. ఈ తలము నిజముగా సమాష్టానీకములో ముఖతలముగ సంభ

ఇక నిర్ణయించవలసిన విషయము ఘటకై కాంకములో గల పరమాణువుల మధ్యదూరము. ఇది నిర్ణయింపగలిగినచో పరమాణువులు ముమ్మిరిగా ఆక్రమించు తలముల మధ్యదూరము తెలిసినట్లే. ఇందుకై మొదట ప్రతి ఘటకై కాంకమునందును నాలుగు సోడియమ్ పరమాణువులును, నాలుగు క్లోరిన్ పరమాణువులును ఉన్నట్లు లెక్కతెలిసినది.



ఎడిసన్

సోడియమ్ క్లోరైడ్ అణుభారము 58.5. . అందులో  $6.02 \times 10^{23}$  అణువులున్నవి. దీనిసాంద్రత 2.17. అణు భారమును సాంద్రతచే భాగించగా అణు ఆయతనము వచ్చును. అనగా, అణు ఆయతనము =  $58.5 \div 2.17$

ఈ ఆయతనము  $6.02 \times 10^{23}$  అణువులకు చెందినది. దీని నుంచి నాలుగుఅణువుల ఆయతనమును లెక్కించవచ్చును :

$$58.5 \div 2.17 \times 4 \div 6.02 \times 10^{23} = 1.78 \times 10^{-24}$$

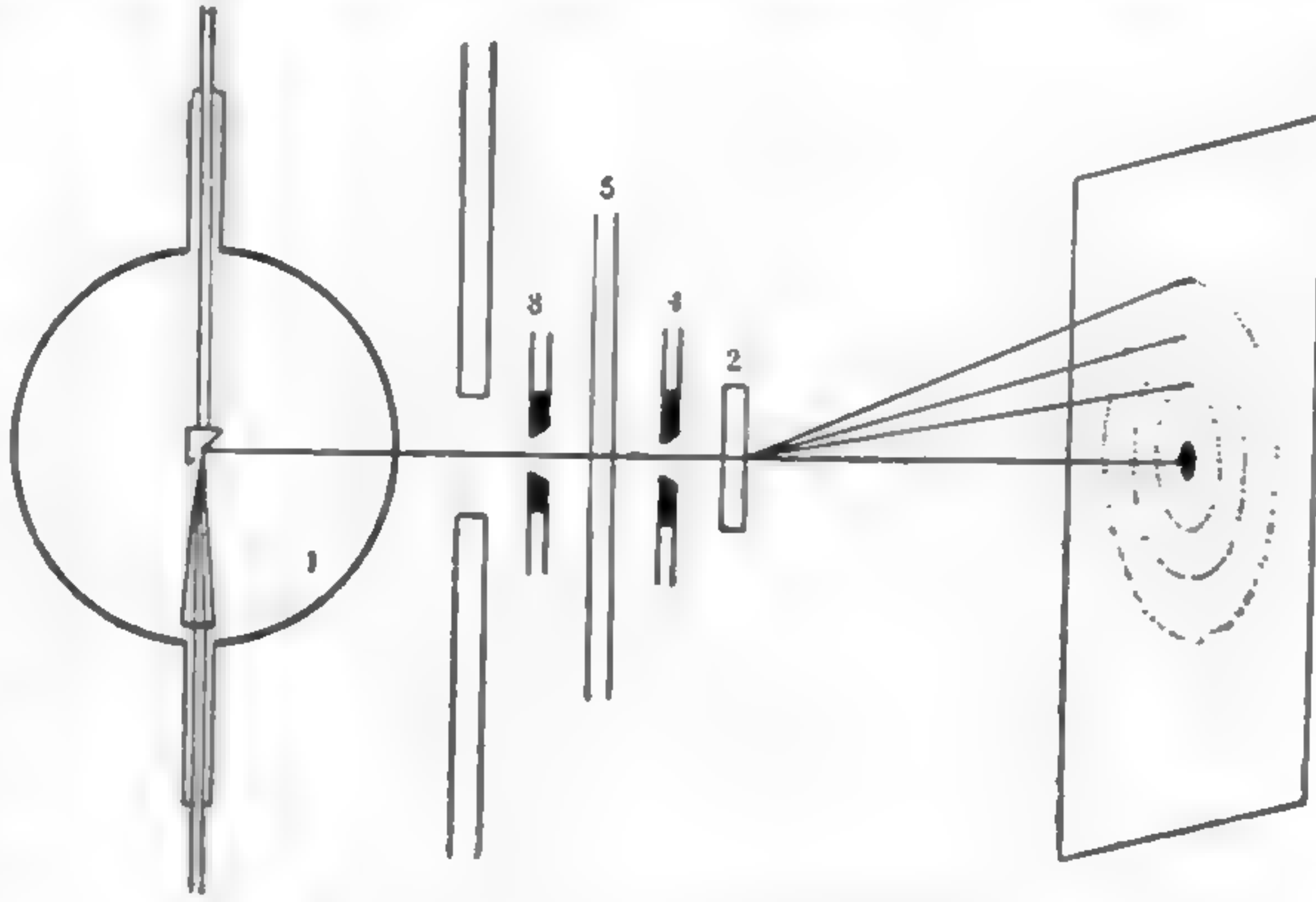
దీనినుంచి ఏకాంకఘనముయొక్క అంచుకొలతలను నిర్ణయించవచ్చును. ఏమన ఈ ఆయతనపుఘనమూలమే ఈ అంచుకొలత. ఈ అంచుకొలత నిజముగా ఏకాంకములో నున్న రెండు పరమాణువుల మధ్యదూరము, లేదా, రెండు దగ్గరగానున్న సరూపతలముల మధ్యదూరము. దీనినే 'd' అని పైన వ్యవహరించితిమి.

ఇట్లు ఘనపద్ధతికి చెందిన సైంధవలవణ స్ఫటికము యొక్క ఒకరకపుతలముల మధ్యనున్న దూరము లెక్క పెట్టగలిగిన తరువాత ఈ దూరము  $n\lambda = 2d \sin \theta$  అను సమీకరణములో నుపయోగించి, టంగ్ స్టన్ ధాతువును ఆంటీ కే తోడ్ గా ఉపయోగించిన X - కిరణ నాళము పంపించు ఏకవర్ణ X-కిరణ తరంగ దైర్ఘ్యమును నిర్ణయించుట వీలయినది. ఒకసారి ఒక X - కిరణపు తరంగ దైర్ఘ్యము నిట్లు గడించిన తరువాత ఏస్ఫటికమునకు చెందిన సమానాంతరతలముల మధ్యదూరమునైనను పై X - కిరణసమీకరణ సహాయముచే లెక్కించవచ్చును. ఒక స్ఫటికముయొక్క పలురకములగు తలములమధ్యనున్న దూరములను కనిపెట్టితిమేని స్ఫటిక ఘటకై కాంకము యొక్క పరిమాణమును సూచింపవచ్చును. దీనిఆకారము సూలస్ఫటికాకారమునకు అనురూపముగ నుండును. కనుక, స్ఫటికమునకు చెందిన స్ఫటిక స్థిరాంకములన్నియు ఈ విధముగ పరిగణింపవచ్చును.

డీబై చూర్ణవిధానము : లవే, బ్రాగ్ విధానములలో విడి స్ఫటికములు వాడుకచేయవలసినవచ్చినది. కాని, సాధారణముగా ప్రయోగమునకు కావలసినంత పెద్దస్ఫటికములను తయారుచేయుట చాలప్రయాసముతో కూడుకున్న పని.

కాని డీబై, షెరర్ అను జర్మనుశాస్త్రజ్ఞులచేత, 'హల్' అను అమెరికా విజ్ఞానిచేత స్వతంత్రముగా కల్పించబడిన చూర్ణవిధానములో స్ఫటికములచూర్ణ ముండిన చాలును. పెద్దస్ఫటికముల ఆవశ్యకత లేదు.

ప్రాయోగికసంవిధానము క్రింది 10వ పటములో చూపినట్లుండును. X - కిరణనాళము (1) లో ఉత్పన్నమైన రెన్టజన్ కిరణములు, 3, 4 అను రెండు సూక్ష్మరంధ్రముల ద్వారా '5' అను వడపోత పరికరమును చొచ్చి ఏకవర్ణ కిరణరూపములుగా మారి బయటకు వచ్చును. పరీక్ష్య ద్రవ్యముగు '2' అను చూర్ణము గాజుతోగాని, నెల్యు లాయిడ్ తోగాని చేయబడిన సన్నని కేశనాళికలో ఉంచెదరు. చూర్ణముపైబడిన X - కిరణములు, గొట్టము చుట్టు నిలువుగా చుట్టబడిన ఛాయాచిత్ర పత్రముపై బడును.



10 వ పటము : డీబై చూర్ణవిధానము.

1. కిరణనాళము, 2. చూర్ణము, 3, 4. సూక్ష్మరంధ్రములు, 5. వడపోతపరికరము.

ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకమును మామూలుపద్ధతిని వికసింప చేసిన తరువాత దానిపై సమ కేంద్ర కవలయశ్రేణి చిత్రం పబడియుండును. ప్రతివలయమును పరిధియంతటను ఒకే తీక్షణతను గలిగియుండును.

బ్రాగ్ విధానమున ఒక స్ఫటిక తలశ్రేణినుండి పరావర్తితమైన X - కిరణములకు, ఈ వలయములు సరిపోయి యుండును.

చూర్ణములో సూక్ష్మ పరిమాణముగల స్ఫటికము లనేకములు అనేక సన్నివేశములను పొందియుండును. కనుక, చూర్ణమును ఏ కోణములో తాకిన X - కిరణమునకైనను, దానికిని తీక్షణముగా పరావర్తన మొందించగల స్ఫటికతలము లనేకములు చూర్ణములో నుండును. వివిధతల శ్రేణులకు అనురూపముగా వివిధ వలయములు, చిత్రముపై లిఖితమగును. ఈ వలయముల నుండి, స్ఫటికరచనను నిర్ణయించవచ్చును. ఈ విధానము ధాతువుల, ధాతుమిశ్రముల రచనను అనుశీలించుటలో ఉపయోగపడుచున్నది. ఈ విధానమందు పరీక్షకు గురిచేసిన ధాతువులుగాని, ధాతుమిశ్రములుగాని సన్నని తీగలరూపమున పరీక్షకు గురి చేయవచ్చును. (చూ. ఎక్స్ కిరణము పు. 210; బ్రాగ్ : రెన్టజన్)

ఎడిసన్ : చూ. ఆడిసన్, టామస్ ఆల్వా. పు. 171.



ఎడ్డింగ్టన్, సర్ ఆర్థర్ స్టాన్లీ (1892 - 1944):  
\* క్వేకర్ సంఘమునకు చెందిన తలిదండ్రులకు జన్మించెను. క్వేకర్ పాఠశాలలోనే విద్యనభ్యసించి, 31వ ఏట కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలో ఖగోళశాస్త్రాచార్యుడుగాను, వేధశాల దర్శకుడుగాను ప్రవేశించెను. 1914 లో ఈయన రాయల్ సొసైటీ సభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడెను. నక్షత్ర ప్రవాహములు,



ఎడ్డింగ్టన్

నక్షత్రముల ఆంతరరచన ఈయనకు అభిమాన పరిశీలనా విషయములు. విశ్వము సంతతము వ్యాకోచించుచున్నదను సిద్ధాంతమును సోపానపత్తికముగా స్థాపించెను. ఐన్స్టయిన్ సాపేక్షసిద్ధాంత వివరణకర్తలలో ఈయన ప్రధానుడు. ఐన్స్టయిన్తోపాటు ఈయనకూడ సామాన్య షేత్ర సిద్ధాంతమును ఒకదానిని ప్రతిపాదించెను. మే. వ. న.

ఎతిల్ ఆల్క్యహోల్ : చూ. ఆల్క్యహోల్లు - పు 190.

ఎన్ జైమ్లు : కార్బన్ రాసాయనిక ప్రక్రియలందు ప్రేరకములుగ ఆచరించు కొన్ని క్లిష్టరచనగల కార్బన్ యోగికములకు ఎన్ జైమ్లని పేరు. వీటికిని, అకర్పన ప్రేరకద్రవ్యములకును ఒక ముఖ్యవ్యత్యాసమున్నది. అది ఏమన, ఎన్ జైమ్ లన్నియు జీవుల ప్రవృత్తివలన జనించు పదార్థములు. అదియునుగాక జీవిశరీర వ్యాపారములను నియంత్రించు స్వభావము వీటికి గలదు.

పిండిపదార్థములనుండిగాని పంచదారనుండిగాని ఆల్క్యహోల్ను తయారుచేయు కిణ్వప్రక్రియలో పాల్గొను ఈస్టు అను ద్రవ్యము ఎన్ జైమ్లకు చక్కటి దృష్టాంతము. ఎన్ జైమ్ లన్నియు లయోఫైలిక్ (ద్రవకాములు) కొల్లాయిడ్లు. ఏలన, ఏకారణముచేసిన అవి ఒకప్పుడు అవక్షిప్తములుగా వేరయినప్పటికిని, అవక్షేపణ కారణమగు ద్రవ్యమును తొలగించిన వెంటనే మరల అవి ద్రావణస్థితిని స్వీకరించును. ఎన్ జైమ్లు జీవకణములచే ఉత్పత్తి చేయబడినప్పటికిని ఆ కణములనుండి వేరు బాటుచెందినస్థితిలో కూడ నివి కార్యకరములుగా ఆచరించగలవు.

\* ఈ సంఘములోని వారందరు నిరాడంబరజీవులు. శాంతి సిద్ధాంతము నవలంబించినవారు. ఈ సంఘము క్రైస్తవమత సంఘములలో నొకటి. దీనిని జార్జిఫాక్స్ అనునాయన 1650లో స్థాపించెను.

ఎన్ జైమ్ల విశిష్టప్రవృత్తి వాటి ముఖ్యలక్షణము; అనగా ఏ ఎన్ జైమ్ అయినను ఒక ప్రత్యేకద్రవ్యముపై నిగాని, లేదా ఒక ప్రత్యేక తరగతికి చెందిన ద్రవ్యములపై నిగాని తన ప్రభావమును నెరపును. ఎన్ జైమ్ల ఈ విశిష్ట ప్రవృత్తిని తెలియజేయుటకు ప్రత్యేక పరిభాషను కల్పించుట అవశ్యకమైనది. ఎన్ జైమ్ ఏ ద్రవ్యముపై పని చేయునో ఆ ద్రవ్యమును సబ్స్ట్రేట్ (ఆధారద్రవ్యము) అందును. ఆధారద్రవ్యనామమునకు 'పిచ్' అను ప్రత్యయమును చేర్చిన లభ్యమగుపదము ఎన్ జైమ్ యొక్క పేరగును. ఇట్లు ఆమిలేజ్, సూక్రేజ్ అను మాటలు ఆమైలమ్ (గంజి)ను, సూక్రమ్ (పంచదారను)ను రాసాయనికముగా మార్చగల ఎన్ జైమ్లకు నామములు.

ఎన్ జైమ్ చురుకుదనము అది పాల్గొను ప్రక్రియా వ్యవస్థయొక్క తాపక్రమము, దాని 'pH మూల్యము' ఈ రెండింటినిబట్టి యుండును (చూ. pH మూల్యము). సాధారణముగా 45° C వద్ద ఎన్ జైమ్లు తమ గరిష్ఠ ప్రవృత్తిని జూపును. కాని, వాటి గరిష్ఠప్రవృత్తికి కారణమగు 'pH మూల్యము,' ఎన్ జైమ్ యొక్క ప్రత్యేక స్వభావమునుపట్టి యుండును.

ఉదా : pH = 1.4 అగు పరిస్థితులలో పెప్సిన్ గరిష్ఠ ప్రవృత్తిని చూపును. ట్రిప్సిన్ యొక్క గరిష్ఠ ప్రవృత్తి pH మూల్యము = 11 అగు పరిస్థితులలోనే కననగును.

ఎన్ జైమ్ల రాసాయనిక రచన : ఎన్ జైమ్ లన్నియు ప్రోటీన్లు అను నిష్కర్షకు ఇటీవలి జీవరాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు వచ్చుచున్నారు. ఒక్కొక్క ఎన్ జైమ్ నందును ప్రోటీన్ భాగము, ప్రోటీన్ కాని ఇతర సంయోజిత భాగము అని రెండుభాగములు ఉండును. విలీన అకర్పనాష్టుముల చర్యవలన ఎన్ జైమ్ నుండి ఈరెండు భాగములను విడదీయవచ్చును. ఎన్ జైమ్లు రాసాయనిక ప్రక్రియల నెటుల ప్రేరేపించునో శాస్త్రజ్ఞులకు ఇంకను స్పష్టముగా తెలియలేదు.

కొన్ని ప్రక్రియలలో ప్రేరకకార్యపర్యవసానమునకు పూర్వము ఎన్ జైమ్, మార్పుచెందుచున్న ఆధారద్రవ్యముతో ప్రత్యక్షముగా సంయోగించి మాధ్యమిక యోగిక మొకటి ఏర్పడునని రుజువుచేయబడినది.

తాళపుచెవిపట్లు తాళపుకప్పనరదలలో అమరుకొను నట్లు ఎన్ జైమ్ యొక్క అణురచనకును, ఆధారద్రవ్యము యొక్క అణురచనకును పొత్తు కుదిరినప్పుడే ఎన్ జైమ్ యొక్క ప్రభావము కనిపించును. ఈ పొత్తు కుదిరిన తరువాత ఏమగునో అను విషయమంతయు ఊహచే



## ఎపిడయస్కోప్

కల్పించబడినదియే. ఈ క్రింది చిత్రములు ఈ ఊహను వివరించును.

ఎన్ జైమ్ ఉపరితలమున నున్న A, B అను భాగములు, తదనుగుణములైన ఆధారయోగికముల యొక్క

భాగములతో

సంయోగించును.

(1వ దశ) ఆధార

యోగికము

యొక్క భాగము

లెటుల ఎన్ జైమ్

యొక్క భాగములతో

దృఢముగా సంధించ

బడునో రెండవ

దశలోని బాణపు

గుర్తులు తెలియ

జేయును. ఈ దృఢ

బంధనము ఆధార

యోగికము యొక్క

రెండు భాగముల మధ్యనున్న

సంయోగశక్తిని తగ్గించి

దానిని రెండు ముక్కలుగా

జేయును (చూ. 3వ దశ).

తరువాత ఆధారయోగికము

యొక్క రెండు భాగములును

ఎన్ జైమ్ ఉపరితలము

నుండి విడివడును (చూ. 4వ దశ).

మామూలుగా మనకు

తారసిల్లు ఎన్ జైమ్లు, అవి

ప్రేరించు రాసాయనిక ప్రక్రియలు

ఈ దిగువ పట్టికలో

చూపబడినవి.

ఎన్ జైమ్ ఆధారయోగికమును చేదించు విధానము.

ఎపిడయస్కోప్ : చూ. చాతుషపరికరములు.

ఎర్బియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 88; సంకేతము Er. పరమాణు భారము

187.27; అపురూప మృత్తుల కూటమికి చెందిన ధాతువు.

సి.జి. మొసాండర్

1843 లో ఈ ధాతువు

ఉనికిని కనిపెట్టి

దానికి 'అక్సెస్డ్ టెర్రియా'

అని పేరు పెట్టెను;

1860లో ఆ పేరు 'ఎర్బియమ్'

గా మారినది. (చూ. అపురూప

మృత్తులు పు. 141) \* \* \*

ఎలక్ట్రాన్ :

ఇది పరమాణు మౌలిక కణము.

ఋణ విద్యుదావిష్టము;

ప్రతి కేంద్రకము చుట్టూ

కక్ష్యలలో ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమించుచుండును.

సరళమైన హైడ్రోజన్ పరమాణువులో ఒక ఎలక్ట్రాన్

ఒక ప్రోటాన్ కేంద్రకము చుట్టూ కక్ష్యలో తిరుగుచుండును.

అట్లే క్లిష్టమైన యురేనియమ్<sup>238</sup> పరమాణు

పులో 92 ప్రోటాన్లు, 146 న్యూట్రాన్లు గల కేంద్రకము

చుట్టూ 92 ఎలక్ట్రాన్లు భిన్నకక్ష్యలలో పరిభ్రమించు

## ఎన్ జైమ్ల వివరణ పట్టిక

| ఎన్ జైమ్              | ఆధార ద్రవ్యము           | ప్రక్రియా ఫలితములు                  | సాధకతమమగు pH మూల్యము |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| జై మేక్ (ఈస్టులో)     | గ్లూకోస్ + ఫ్రక్టోస్    | ఎథిల్ ఆల్కహాల్ + కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ | 4.5—6                |
| మాల్టేజ్              | మాల్టోస్                | గ్లూకోస్ + శర్కరేతర ద్రవ్యము        | 6 — 6.6              |
| లై పేజ్               | గ్లిసరైడ్లు             | ఆమ్లములు + గ్లిసరిన్                | 5 — 8                |
| డై యస్టేజ్ (ఆమిలేజ్)  | పిండి                   | మాల్టోస్ + డెక్స్ట్రీన్             | 5 — 7                |
| ఇన్వర్టేజ్ (సూక్రేజ్) | సూక్రోస్ (చెరకు చక్కెర) | గ్లూకోస్ + ఫ్రక్టోస్                | 4.5—7                |
| పెప్సిన్              | ప్రోటీన్లు              | పెప్టోన్లు                          | 1.4—2.1              |
| ట్రెప్సిన్            | ప్రోటీన్లు              | పాలి పెప్టైడ్లు + ఎమిన్ ఆసిడ్లు     | 8 — 11               |
| యూరియేజ్              | యూరియా                  | అమోనియా + కార్బన్ డై ఆక్సైడ్        | 7 — 8                |



చుండును. ఎలక్ట్రాన్ భారము  $me \cong 9.1 \times 10^{-28}$  గ్రాములు; అనగా సుమారు ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశిలో  $1/1836$  వంతు.

ఎలక్ట్రాన్ ఉనికిని మొట్టమొదట 1895 లో జె. జె. థామ్సన్ కేతోడ్ కిరణరూపములో కనుగొన్నాడు. పరమాణు మౌలికకణముల ఉనికిని కనుగొనుటలో మొదట ఎలక్ట్రాన్ బయటపడినది.

ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశము  $-4.8 \times 10^{-10}$  ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్లు ( $-1.6 \times 10^{-19}$  కూలామ్). 1909లో మిల్లికన్ ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశమునకు ప్రసిద్ధిమైన తైలబిందు పరిశోధనచేసి నిర్ధరించెను (చూ. అనిశ్చయతా సూత్రము, ఆవేశము-ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి, కేతోడ్ కిరణములు, తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము; థామ్సన్; పరమాణు రచన; రాసాయనిక ధర్మములు; పరమాణు విజ్ఞానము; పీటా కిరణములు; మీసాన్; మౌలిక కణములు; రేడియో ధార్మికత). \*\*\*

ఎలక్ట్రాన్ కటకము : చూ. ఎలక్ట్రాన్ చాతుషశాస్త్రము.

ఎలక్ట్రాన్చాతుషశాస్త్రము : ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యమంతటను సర్వేసర్వత్ర ఉన్నదని, జె. జె. థామ్సన్ వెలిబుచ్చిన తరువాత అది హైడ్రోజన్ ద్రవ్యరాశిలో  $1/1850$  ద్రవ్యరాశిగల ఋణవిద్యుదావిష్ట కణముగా స్థాపితమైనది. దాని ఆవేశపరిమాణము  $4.774 \times 10^{-10}$  ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్లని 'మిల్లికన్' నిర్ధరించెను. ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యకణమును సిద్ధాంతము అనేక భౌతికభూతార్థములను వివరింపగలిగినది. ఏలన, బోర్ పరమాణురచనాసిద్ధాంతములో ముఖ్యమగు స్థిరకక్ష్య ప్రమేయము, మూలద్రవ్యముల ఆవర్తిక్రమపట్టిక, X-కిరణ వర్ణమాల, అయస్కాంత సంఘటనలు, సహజ రేడియోధార్మికత - వీటిని బోధపరచుకొనుటయందు ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యకణ మను సిద్ధాంతము మిక్కిలి వైశద్యమును చేకూర్చునది.

కాని, ఎలక్ట్రాన్ కణసిద్ధాంతము అంతసమంజసముగా ఉన్నట్లు తోచదు. ఏలన, పరమాణుకేంద్రకముచుట్టును స్థిరకక్ష్యలయందు ఎలక్ట్రాన్లు పంపకమైయున్నట్లు 'బోర్' చేసిన సూచన అదివరకున్న శాస్త్రసంప్రదాయమును త్రోసిపుచ్చి స్వకపోలకల్పితముగా కానవచ్చినది. నిజముగా 'బోర్' రచన అధిక పరమాణ్వంకముగల పరమాణువును గురించిన లెక్కలలో సార్థకమైనట్లు రుజువుకాలేదు. సోమర్ ఫెల్డ్ ప్రవేశపెట్టిన సాపేక్షవాద గణితముకూడ వర్ణమాలరేఖల సూక్ష్మరచనను వివరింపలేకపోయినది. అదికాక, 'వీడిమర్ ఫ్రాన్సు' అనుపాతము అను ధాతువుల తాపవిద్యుత్ వాహకత్వముల మధ్య ప్రయోగరీత్యా

స్థాపించబడిన సంబంధము ఎలక్ట్రాన్లు స్వతంత్రముగా ధాతువులలో తిరుగాడుచున్నవి, అను అభిప్రాయము ననుసరించి గణించినలెక్కలతో ఏకీభవించలేదు. ఆల్బాకణములు తరంగధర్మములు కలిగియుండునని అనుకొనితప్ప, సహజముగా రేడియోధార్మికతగల ద్రవ్యములనుండి ఆల్బాకణములు వెలువడు సంఘటనను వివరించుట శక్యముకాదు. ఎలక్ట్రాన్ కణస్వభావమును ఒప్పుకొనుటకు ఇన్ని ఆక్షేపణలుండినను నిశ్చయమైన ఎలక్ట్రాన్ స్వభావము ఏదియును శాస్త్రజ్ఞులకు తాత్కాలికముగ గోచరించలేదు.

ఈ విషమపరిస్థితిని అవగాహించుకొనుటకై భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు కాంతి సిద్ధాంతములవైపు వారి దృష్టిని మరలించిరి. కాంతితరంగసిద్ధాంతము కాంతి మిథోఘట్టనము, వివర్తనము, ధ్రువీకరణము - ఈ సంఘటనలను వివరించుటకై కల్పించబడినది. తరువాత కాంతిపరావర్తనము, వక్రీభవనము అను ఈ రెండు సంఘటనలను తరంగ సిద్ధాంతమును మరింత బలపర్చినవి. ఈ సందర్భములో న్యూటన్ లేవదీసిన కాంతి కణసిద్ధాంతము వెనుకబడినది. కాని, ఈ శతాబ్దపు మొదటిభాగము కాంతితరంగ సిద్ధాంతము నిర్వివాదముగా స్థాపించబడలేదను విశ్వాసమును బయటపెట్టినది. దీనికి కారణము భౌతికశాస్త్రక్షేత్రమందు నూతనముగా బయల్పడిన రెండు సంఘటనలు. ఫోటోఎలక్ట్రిక్, కాంప్టన్ ఫలితములు. కాంతికూడ కణము అను అభిప్రాయము సహాయముననే కాని ఇవి వివరించబడవు. కొనకు కాంతి తరంగములుగను, కణములుగను ప్రవర్తించు ఫోటాన్లమయము అను నిష్కర్షకు రావలసివచ్చినది. అందుచే ఇప్పుడు కాంతి తరంగకణ రూపమని కల్పన సమంజసముగా కనుపించుచున్నది.

కాంతి తరంగకణ మగునపుడు ఎలక్ట్రాన్ కణతరంగము కాకూడదా, అను ప్రశ్న జనించవచ్చును. ఈ అర్థతాత్త్వికదృష్టి లూయీడీబ్రాయ్ అను ఫ్రెంచ్ విద్వాంసుని 1924 లో తట్టినది. ఎలక్ట్రాన్ తరంగధర్మములుగల కణము అను భావన ఆయన సూచించినదే. అది తరంగమే అగుచో దానికి ఒకతరంగదైర్ఘ్యము ఉండి తీరవలెను. ఆ

తరంగ దైర్ఘ్యమును  $\lambda = \frac{h}{mv}$  అను సమీకరణముచే ఆయన

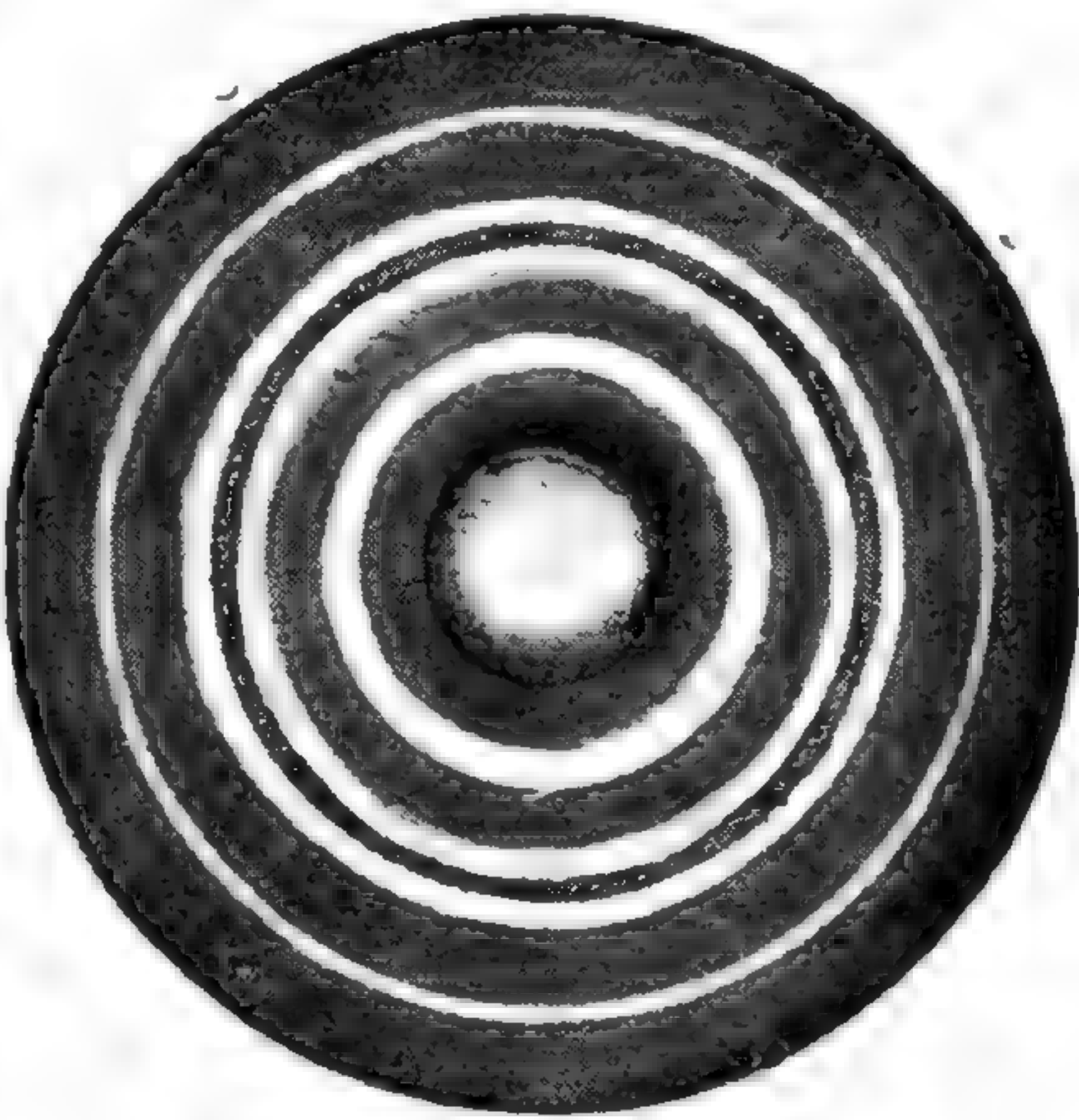
పొందుపరచెను. ఇచ్చట  $h =$  ప్లాంక్ స్థిరాంకము ;  $m =$  ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి ;  $v =$  వేగము. ఈ సమీకరణము ఆధారముగ లెక్కించిన ఎలక్ట్రాన్ తరంగదైర్ఘ్యము X-కిరణముల తరంగదైర్ఘ్యశ్రేణిలో ఉన్నట్లు అగపడుచున్నది (చూ. తరంగయాంత్రికశాస్త్రము).



## ఎలక్ట్రాన్ చాతుషశాస్త్రము

పై ప్రకరణముల చెప్పినవిషయముల ప్రాయోగిక సమర్థనము 'డేవిసన్ - షెర్మర్' అను ఇరువురు జర్మను భౌతికశాస్త్రజ్ఞుల ఒక ఆకస్మిక ఆవిష్కరణలో కననగును. నికెల్ లక్ష్యముపై నిగుడించిన ఎలక్ట్రాన్ల పరావర్తనము అనుశీలించుటలో వారు ప్రమాదవశమున ఆ నికెల్ లక్ష్యమును తాపాధిక్యమునకు గురిచేయుట తటస్థించినది. దీనిఫలముగ ఆలక్ష్యము తాపమువలన చాల వేరు వేరు స్ఫటికములక్రింద విచ్చిన్నమై సరిగాబోధపడని సంఘటనలను కొన్నిటిని ఉద్భవించజేసినది. అందుచే వారు ఏక నికెల్ స్ఫటికముపై అల్పవిద్యుత్ ప్రేషమున ఎలక్ట్రాన్లను పరా

వర్తన మొనరించి వాటి ప్రవర్తనను అనుశీలించ మొదలిడిరి. ఈ ప్రయోగములలో ఏకస్ఫటికమునుండి పరావర్తితమైన ఎలక్ట్రాన్లు నిశ్చయముగ తరంగములని తెలిసిన X-కిరణముల



(a) వెండిరేకుద్వారా దూసికొనిపోయిన కిరణముల మిథోఘట్టన సంఘటనలు.  
(a) 30 సెం. మీ. దూరమునుండి రేకుపైపడిన ఎలక్ట్రాన్లవలన ఫలించిన చిత్రము.  
(b) 0.92 సెం. మీ. దూరమునుండి రేకుపైపడిన రన్డెన్ కిరణచిత్రము.  
ఈ రెండు చిత్రముల అవ్యంతికసాదృశ్యము, గణనార్హమైనది. ఈ సాదృశ్యము, ఎలక్ట్రాన్లుకూడ తరంగరూపము లను అభిప్రాయమును సమర్థించినది.

వలె ఆచరించినట్లు వారికి గోచరించినది. అందుచే ఎలక్ట్రాన్లు కూడ తరంగములే అని చెప్పవలసి యున్నది. ఈ ప్రయోగములనుండి వారు గణించిన ఎలక్ట్రాన్ తరంగదైర్ఘ్యము డీబ్రాయ్ సమీకరణమునుండి లభ్యమైనదానికి చాలదగ్గరగా ఉన్నది.

ఈ ప్రయోగములలో శాస్త్రజ్ఞులు గాంచిన విజయము వారిని పరావర్తనము, వక్రీభవనము, వివర్తనము మొదలగు కాంతిసంబంధమైన సంఘటనలన్నియును ఎలక్ట్రాన్లకెట్లు అన్వయించునో కనుగొనుటకు పురిగొల్పినది. మిథోఘట్టనము, వక్రీభవనము ఈ రెండు సంఘటనలకును 'డేవిసన్ - షెర్మర్' ప్రయోగప్రమాణమును సాధించిరి. స్ఫటికతలముపై X-కిరణముల పరావర్తనమునందువలె ఒక పతనకిరణము ఒక నిర్దిష్టతిర్యక్ కోణమును స్వీకరించినపుడే స్ఫటికముయొక్క మొదటిపొరపై పరావర్తిత

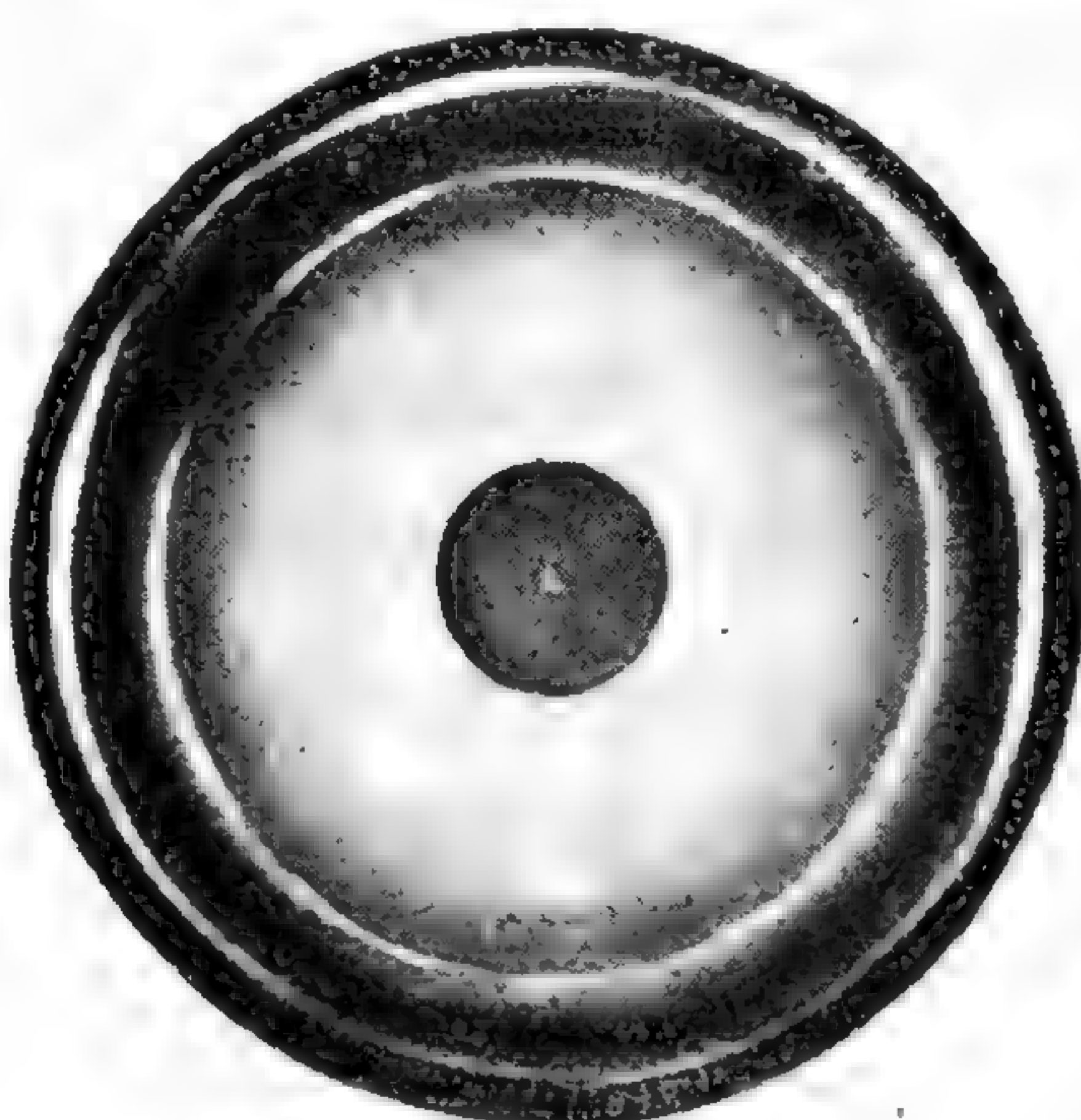
మైన కిరణము, రెండవ పొరపై పరావర్తితమైనకిరణముచే బలపర్చపడి తీక్షణమగు పరావర్తనము దృశ్యమగుచున్నది. ఈ సందర్భములో సుపరిచితమైన 'బ్రాగ్' సమీకరణము  $n\lambda = 2d \sin\theta$ .

ఇక్కడ  $n$  = పూర్ణాంకము ;  $d$  = పరమాణ్వంతరము ;  $\theta$  = పటవాలుగమన్న స్పర్శకోణము. కాని, ఎలక్ట్రాన్ల విషయమై స్ఫటికమును ప్రవేశించుచున్న ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలముయొక్క వక్రీభవనముకూడ లెక్కలోనికి తేవలసి యున్నది. అందుకు క్రింది సాంకేతికము సూచితమైనది.

$$n\lambda = 2d\sqrt{\mu^2 - \cos^2\theta}. \text{ ఇక్కడ } \mu = \text{ఎలక్ట్రాన్ కిరణ}$$

వక్రీభవన గుణకము.

'డీబ్రాయ్' సమీకరణమునుండి లెక్కించిన ఎలక్ట్రాన్ తరంగదైర్ఘ్యముతో ఈ పై మార్పబడిన సమీకరణమునుండి లెక్కించిన తరంగదైర్ఘ్యము ఏకీభవించుటచే



ఎలక్ట్రాన్ కణతరంగము అను భావము సమర్థించబడినది. మిక్కిలి పలుచని అభ్రకపు పొరలోనుండి ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలమును పంపించి ఎలక్ట్రాన్ తరంగచిత్రములను 'కిక్కుచి' 1928లో సంపాదించెను. ఈ చిత్రములు ఫ్రీడ్రిక్, క్నిప్పింగ్ అనువారు X-కిరణములతో సంపాదించిన తరంగచిత్రములను చాలపోలి యున్నవి. తామ్సన్, రుప్ అనువారలు ఎలక్ట్రాన్లను అధికప్రేషములో బంగారుపొర ద్వారా పంపగా వచ్చిన తరంగచిత్రములు X-కిరణతరంగచిత్రములతో గుణాత్మకముగను, పరిమాణాత్మకముగను చాల సాదృశ్యమును కలిగియుండుటచే ఎలక్ట్రాన్ల తరంగస్వభావము నిస్సంశయముగ స్థాపించబడినది. ఇంకను మరియొక ప్రమాణము కావలెనని 'రుప్' సాధించిన మరియొక ప్రయోగఫలితమును మనము పేర్కొనవచ్చును. సెంటీమీటరుకు 1300 గీతలుగల స్పెక్యులము వక్రీభవన



జాలకమును ఒక దానిని ఉపయోగించి 150 వోల్టుల విద్యుత్ ప్రేషమున స్పర్శకోణములో ఎలక్ట్రాన్లను దానిపైకి పంపించి ఈయన ఎలక్ట్రాన్ తరంగ దైర్ఘ్యమును ప్రత్యక్షముగా కొలవగలిగెను. దీనివలన ఫలించిన కొలత ఎలక్ట్రాన్ తరంగము ఒక ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్ పొడవు గలదని నిరూపించినది. 'డీబ్రాయ్' సమీకరణమునుండి లభ్యమైన తరంగ దైర్ఘ్యము 0.999 ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్. ఈ రెండింటికిని వ్యత్యాసము ఏమియులేనట్లు స్పష్టము. బహుముఖములుగ ఉన్న ఈ ప్రయోగప్రమాణ సంపద ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వరూపమును నిర్వివాదముగ సమర్థించినది. కాంతి శక్తి తరంగములందు తరంగస్వభావమును, ఫోటాన్లయందు కణస్వభావమును కనపర్చునట్లే విద్యుచ్ఛక్తి ఎలక్ట్రాన్ తరంగములయందు తరంగస్వభావమును ఎలక్ట్రాన్యందు కణస్వభావమును ప్రదర్శించును. ప్రడింగర్ తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము, ప్రొజెన్బర్గ్ అనిశ్చయతా సూత్రము, క్వాంటంయాంత్రిక శాస్త్రము ఇవి అన్నియును ద్రవ్యతరంగభావమును ఆధారముచేసుకొనియే కల్పింపబడినవి. వి. రా. రా.

**ఎలక్ట్రాన్ వోల్టు :** కేంద్రక కార్యములను అనుశీలించు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు ఈ కార్యములందు విడివడుశక్తిని మైక్రోఅర్గ్లలోకాక ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు అను ఇంకొక యూనిట్లో వ్యక్తపరచుటకు అలవాటు పడిరి. దీనికి కారణము కేంద్రకవిచ్ఛేదన ప్రయోగములందు ప్రాయోగికులు ఆవిష్టపరమాణుకణములను అస్త్రములుగా ఉపయోగించుట. ఈ ఆవిష్టకణములను పరమాణు విచ్ఛేదకములు అనబరగు ప్రబలవిద్యుత్ షేత్రములుగల పరికరముల సహాయముచే, అధికవేగ యంత్రములుగా నొనర్చి వాటిని లక్ష్యముపై ప్రేరేపింతురు. ఈ విద్యుత్ షేత్రబలమును వోల్టులలో వ్యక్తపరచుట సంప్రదాయము. ఇచ్చట 'వోల్టు' అను పదము కణమును త్వరింపజేయు బల షేత్రశక్తిని తెలుపు యూనిట్. ఒక ఎలక్ట్రాన్ వోల్టు అనగా ఒక యూనిట్ పరిమితమగు ఆవేశమును భరించుచున్న కణమునకు 1 వోల్టు బలముగల విద్యుత్ షేత్రము అందజేయగల శక్తి. ఇట్లే పది లక్షల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల శక్తి అనగా, యూనిట్ ఆవేశమును మోయుచున్న ఆవిష్టకణము పదిలక్షల వోల్టులబలముగల షేత్రములో సంపాదించగల చలనశక్తి. ఈ శక్తి 1.6 మైక్రోఅర్గ్లకు సమానము. ఈ మానములోకి మిలియనులు లేదా 60 లక్షల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల కణముల శక్తి,  $6 \times 1.6 = 9.6$  మైక్రో అర్గ్లకు సమానము. సాధారణముగా ఈ మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల శక్తి యూనిట్ క్రింద వాడుకలో నున్నది.

దీనిని సంతేపముగా Mev (మి. ఎ. వో.) అని సంకేతించవచ్చును. ఈ Mev (మి. ఎ. వో.)కు పరిమితమగు శక్తి, కేంద్రకశక్తి యూనిట్ గా శాస్త్రజ్ఞులచే అంగీకరించబడినది. కేంద్రకపరివర్తన కార్యములందు ఆవిర్భవించుశక్తిని, ఒక్కొక్క పరమాణువునకు లెక్కకట్టక, 1 గ్రాముభారము గల ద్రవ్యమునుండి బహిర్గమించుశక్తిని గణించుట ఎట్లు సాగునో చూతము. α - కణాఘాతఫలముగా జరుగు అల్యూమినియము కేంద్రకపరివర్తనమును దృష్టాంతముగా తీసికొందము. అల్యూమినియము పరమాణుభారము 27. 27 గ్రాముల అల్యూమినియములో  $6.06 \times 10^{23}$  పరమాణువులున్నవి. (ఈ సంఖ్య పరమాణుభారములోనున్న పరమాణువులను తెలియజేయుసంఖ్య. దీనికి ఆవాగాడ్రో సంఖ్య అనిపేరు). 1 గ్రాము అల్యూమినియములో  $6.06 \times 10^{23}$   $\div$  27 =  $2.2 \times 10^{22}$  పరమాణువులు ఉన్నవి.

ప్రతి అల్యూమినియము పరమాణువును పరివర్తనమును చెందునపుడు 3.7 మైక్రోఅర్గ్ల శక్తి విడుదల చేసినట్లైన, 1 గ్రాముభారమంతయు సంపూర్ణముగా మారినపుడు విడుదలయగుశక్తి  $2.2 \times 10^{22} \times 3.7 = 8.2 \times 10^{22}$  మైక్రో అర్గ్ల లేదా  $8.2 \times 10^{16}$  అర్గ్ల.

ఇట్లే ఒక గ్రాము యురేనియమ్లో  $2.5 \times 10^{21}$  పరమాణువులు ఉన్నట్లు లెక్కకట్టి చూపవచ్చును. ఒక యురేనియమ్ పరమాణువు విచ్ఛిత్తినిపొంది 320 మైక్రో అర్గ్ల శక్తిని బయటపెట్టును. గ్రాము యురేనియమ్  $2.5 \times 10^{21} \times 320$  మైక్రోఅర్గ్లను విడుదలచేయును.

$2.5 \times 10^{21} \times 320$  మైక్రోఅర్గ్ల =  $8 \times 10^{17}$  అర్గ్ల.  
 $4.185 \times 10^7$  అర్గ్ల 1 కేలోరీకి సమానము. (కేలోరీ = 1 గ్రాము నీటితాపక్రమమును  $1^\circ\text{C}$  పెచ్చు చేయుటకు వలయు ఉష్ణరాశి).

1 కిలోకేలోరీ = 1000 కేలోరీలు =  $4.185 \times 10^{10}$  అర్గ్ల; కనుక 1 గ్రాము యురేనియమ్ మార్పును పొందినపుడు  $1.9 \times 10^7$  కిలోకేలోరీల శక్తి విడివడును. సాధారణరాసాయనిక ప్రక్రియలలో వెలువడు ఉష్ణతాశక్తినికూడ కిలోకేలోరీలలో వ్యక్తపరచుదురు. ఉదా: 1 గ్రాము బొగ్గు సంపూర్ణముగా జ్వలించి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ గా మారిన ప్రక్రియలో 8 కిలోకేలోరీల వేడిబయటకు వచ్చును. 1 గ్రాము ట్రైనైట్రోటాల్యుయిన్ అను ఉపద్రవకరమైన విచారకద్రవ్యము ప్రేలునపుడు హఠాత్తుగా ఒక కిలోకేలోరీ వేడివెలువడును. ఈ మానములో 1 గ్రాము యురేనియమ్ సంపూర్ణముగా పరివర్తనము చెందునపుడు 190 లక్షల కిలోకేలోరీల శక్తి బహిర్గమించును.



ఎ. సి. విద్యుత్తు

పై ని వివరించిన లెక్కలు, రాసాయనికప్రక్రియలకును, కేంద్రకపరివర్తన ప్రక్రియలకును గల అత్యాశ్చర్యకరమైన శక్తితారతమ్యమును తెలిచేయుచున్నవి. వాస్తవముగా గ్రాము యురేనియమ్లో గుప్తమైయున్న శక్తి 190 లక్షల గ్రాములు లేదా 19 టన్నుల T. N. T. లో ఇమిడియున్న శక్తికి సమానము. మే. వ. న.

ఎ. సి. విద్యుత్తు : చూ. ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహము. పు. 200.

ఎస్టర్లు : చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లు.

ఎస్ట్రాటెన్: రాసాయనిక మూలద్రవ్యము : పరమాణ్వంకము 86; సంకేతము At; పరమాణుభారము 210 (స్థూలరాశి). అతి అస్థిరమైన మూలద్రవ్యమగుటచే 1940 లో దీనిని వెలుగుకు తీసుకువచ్చిన డి. ఆర్. కార్సన్, కె. ఆర్. మెకంజీ, ఇ. జి. పెగ్నె దానికి 'ఎస్ట్రాటెన్' (అనగా గ్రీక్ భాషలో 'అస్థిర' అని అర్థము) అని పేరు పెట్టిరి. \* \* \*

ఐన్స్టయిన్, ఆల్బర్ట్ (1879-1955): సాపేక్షతా వాదమును ప్రతిపాదించి ప్రపంచ ప్రభావాలిని గాంచిన ప్రతిభాశాలి ఆల్బర్ట్ ఐన్స్టయిన్. 1905 లో ఆయన ప్రతిపాదించిన విశేషసాపేక్షతావాదము దేశకాలములను గూర్చి మానవుని అభిప్రాయములను పూర్తిగా మార్చివేసినది. 1915 లో

ఐన్స్టయిన్ సామాన్యసాపేక్షతావాదమును ప్రకటించెను. న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణసిద్ధాంత రీత్యా విడని కొన్ని సమస్యలను ఐన్స్టయిన్ సిద్ధాంతము సులువుగా పరిష్కరించినది. ఆకాశములో గ్రహనక్షత్రాదుల క్రమచలనము గురుత్వాకర్షణబలముచే జరుగుచున్నదను న్యూటన్ సిద్ధాంతమును నిరాకరించి, సూర్యునివంటి భగోళము తన చుట్టుప్రక్కల నున్న ప్రదేశమందు కలుగజేయు లోతలో దాని చుట్టు తిరుగు గ్రహము లన్నియు వాటి కనువైన కనిష్ఠ

దూరములుగల మార్గములను చుట్టుచున్నవని నిరూపించెను.

ఇదిగాక ఈయన సిద్ధాంతమందు ఇమిడియున్న ద్రవ్యమునకును, శక్తికినిగల తాదాత్మ్యసంబంధము, పరమాణుగర్భమునందిమిడియున్న శక్తిని విడివడచేయుటకు అవకాశమును కల్పించినది. ఈ కారణమున ఆటంబాంబు సృష్టికి ఐన్స్టయిన్ పరోక్షముగా కారణభూతుడైనాడు (చూ. ఐన్స్టయిన్ సమతా సూత్రము).

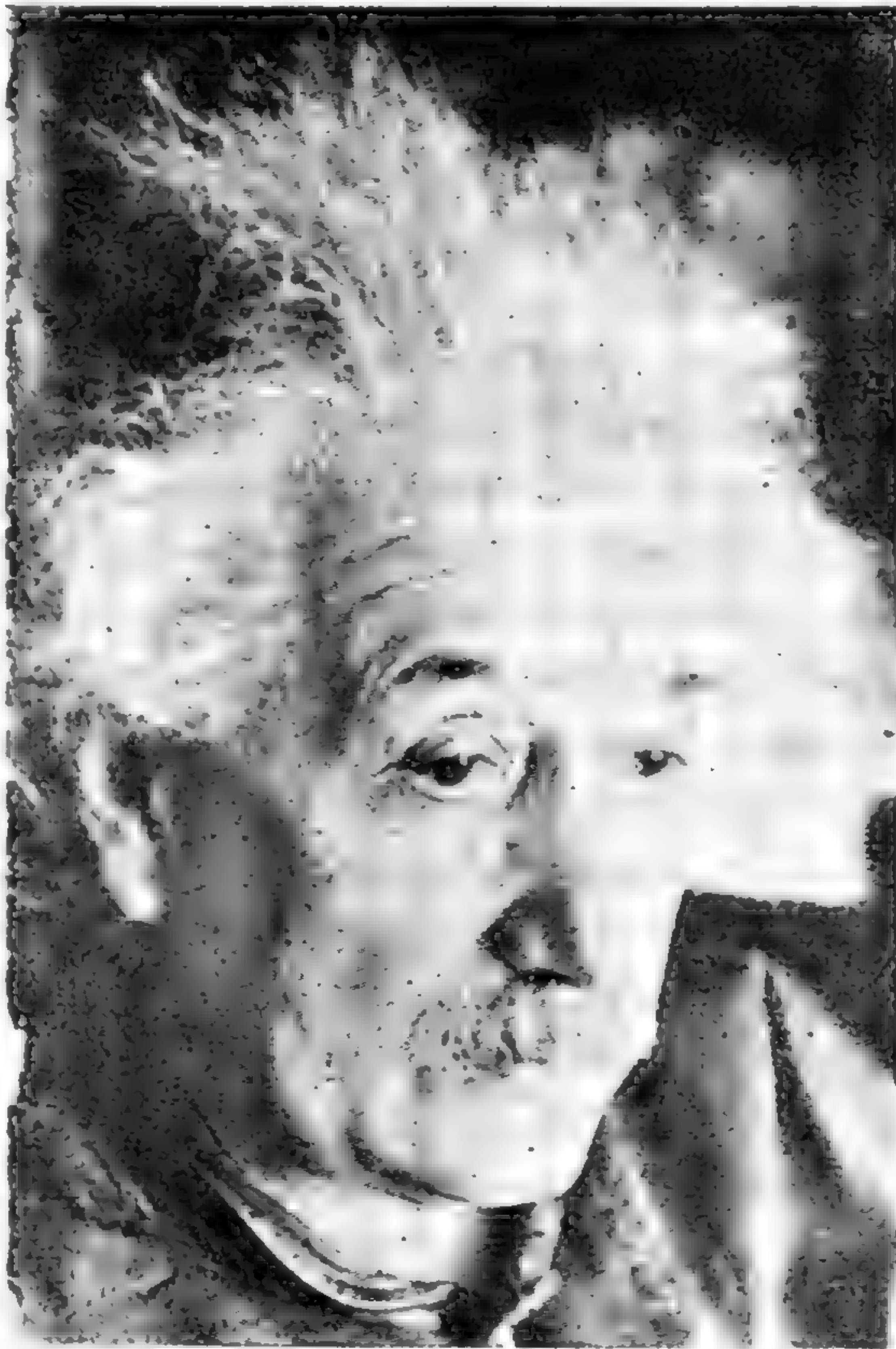
సాపేక్షతాసిద్ధాంత ప్రతిపాదనకు తోడు, అణుకణముల

'బ్రౌన్యన్' చలనము, ఘనద్రవ్యముల విశిష్టోష్ణత మొదలగు విషయములను గూర్చిన ఈయన పరిశోధనలు భౌతిక శాస్త్రములో ప్రధాన ఘట్టములుగా పరిణమించినవి.

ఐన్స్టయిన్ ఆవిష్కరించిన 'ఫోటో ఎలక్ట్రీక్ ఫలితము' (టాకీ), 'ఔలివిజన్' పరికరముల నిర్మాణమునకు దారితీసినది. ఇటీవల ఆమహావిజ్ఞాని ప్రతిపాదించిన ఐక్యక్షేత్రవాదము (యూనిఫైడ్ ఫీల్డ్ తియరీ) వేరువేరు భౌతిక శాస్త్రశాఖలన్నిటిని ఏకసూత్రగ్రథితముగా నొనర్చు సామర్థ్యము కలది.

ఆల్బర్ట్ ఐన్స్టయిన్ 1879 మార్చి 14 వ తేదీన జర్మనీ దేశములో వుల్టెంబర్గ్ నగరముననున్న ఉల్మ్ అను చోట సామాన్య యూదు

కుటుంబమున జన్మించెను. ఈతని బాల్యము మ్యూనిక్ లో గడచినది. పినతండ్రవద్ద పొందిన విద్యాభివృద్ధి ఫలితముగ ఇతనికి పిన్నతనముననే గణితములో ఆసక్తి కలిగెను. పదిహేనేండ్రనాడే యూక్లిడ్, న్యూటన్, స్పిన్నోజా మొదలగు పండితశ్రేష్ఠుల సిద్ధాంతములను ఇతడు ఊర్ణముగా అవగతమొనర్చుకొనెను. తన 15 వ ఏట స్విట్జర్లండ్ దేశమునకేగి జ్యూరిక్ లోని పోలిటెక్నిక్ విద్యాశాలలో విద్య పూర్తిచేసి, ఆ యూనివర్సిటీనుండియే పట్టభద్రుడయ్యెను.



ఐన్స్టయిన్



జన్మచే యూదుడగుటచే సరియైన ఉద్యోగము వెంటనే లభింపక ఒక సంవత్సరకాలము ఉపాధ్యాయుడుగా పని చేసి చివరకు 1901 లో బెర్న్ లోని పేటెంటు కార్యాలయములో పరిశుభ్రముగా చేరెను. ఆ ఉద్యోగమున ఉండగానే 1905 లో విశేషసాపేక్షతావాదమును ప్రకటించెను. దీనితో ఆయన అప్రతిమాన ప్రతిభ దిగంతవ్యాప్తమైనది. దేశదేశములవారు తమ విజ్ఞానసంస్థలలో ఆచార్యుడుగా పని చేయ ఆతనిని ఆహ్వానించిరి.

తాను ఏ యూనివర్సిటీనుండి డాక్టరేట్ పట్టమును పొందెనో ఆ జ్యూరిక్ యూనివర్సిటీలోనే ఐన్ స్టయిన్ 1909లో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. 1912 లో బెర్లిన్ (నాటి జర్మనీ రాజధాని) నగరములో కెయ్ జర్ విత్తెల్త్ ఇన్ స్టిట్యూట్ లో భౌతికశాస్త్ర సిద్ధాంతదర్శకుడుగా నియమితుడైనాడు. ఆ సంవత్సరము ఆతనిని 'రాయల్ ప్రొఫెసర్ ఎకాడమీ ఆఫ్ సైన్స్' వారు సభ్యునిగా ఎన్నుకొనిరి. 1914 లో బెర్లిన్ యూనివర్సిటీయందు ఆతడు భౌతిక విజ్ఞానాచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను.

ఐన్ స్టయిన్ పరిశోధనల విశిష్టతను గుర్తించి ప్రపంచములో అనేక విజ్ఞానసంస్థలవారు ఆతనిని పలురీతుల గౌరవించిరి. 1921 లో నోబెల్ బహుమానము ఆతనికి ఈయబడినది.

ప్రథమ ప్రపంచసంగ్రామానంతరము జర్మనీ రాజకీయములలో వచ్చిన మార్పులఫలితముగా ఐన్ స్టయిన్ ఆదేశమును వీడవలసివచ్చినది. ఆ సందర్భములో పెక్కుదేశములు ఆ విజ్ఞాన విశారదుని తమతమ దేశములకు ఆహ్వానించినవి. కాని అతడు యునైటెడ్ స్టేట్స్ ఆహ్వానమును స్వీకరించి ప్రిన్స్ టన్ యూనివర్సిటీలో 'ఇన్ స్టిట్యూట్ ఫర్ ఎడవాన్స్ డ్ స్టడీస్' లో గణితశాస్త్రాచార్య పదవిని చేపట్టినాడు యునైటెడ్ స్టేట్స్ ఆయనకు పౌరస్వత్వము ఇచ్చి గౌరవించినవి. చూ. సాపేక్షతావాదము. జి.సు.రె.

**ఐన్ స్టయిన్ కాంతిశక్తి యూనిట్ :** ఐన్ స్టయిన్ కాంతి రాసాయనిక సమతాసూత్ర ప్రకారము కాంతికారణముగా ద్రవ్యమునందు ఏదైన రాసాయనికపు మార్పు సంభవించునపుడు ద్రవ్యముచే విచూషించబడిన ప్రతికాంతి క్వాంటంనకును ఆ ద్రవ్యమందు ఒక అణువు రాసాయనికముగా మారును. కాంతిక్వాంటం పరిమాణము, దానితరంగ పొడవుననుబట్టి ఉండును. తరంగ పొడవుననుబట్టి  $\nu$  అయిన ఆ కాంతిక్వాంటం పరిమాణము  $h\nu$  (ఇచ్చట  $h =$  ప్లాంక్ స్థిరాంకము).

చలదణుసిద్ధాంత ప్రకారము ఒక గ్రాము అణుభారము గల ద్రవ్యమందు  $N$  అణువులు ఉండును.  $N$  అణువులను

మార్పుచెందించుటకు అణువునకు ఒక క్వాంటం ( $h\nu$ ) చొప్పున  $Nh\nu$  ల గుణనఫలమునకు 'ఐన్ స్టయిన్ యూనిట్' అనిపేరు. ఐన్ స్టయిన్ =  $Nh\nu$  మే. వ. న.

**ఐన్ స్టయిన్ సమతాసూత్రము:** శక్తి, ద్రవ్యరాశుల సమానత్వము, సంప్రదాయ భౌతికవిజ్ఞానములో ద్రవ్యరాశిని, శక్తిని సంబంధములేదు. విశ్వమందలి మొత్తము ద్రవ్యపరిమాణము స్థిరముగనుండునని, ద్రవ్యమును సృష్టించుటకుగాని, నాశనమొనర్చుటకుగాని వీలులేదని పూర్వ శాస్త్రజ్ఞులు నమ్మిరి. ఈ నమ్మకమునకు 'ద్రవ్యనిత్యత్వ సూత్రము' అనిపేరు. ఇట్లే, శక్తిని గూర్చిన 'శక్తినిత్యత్వ సూత్రము'ను వారు వేరే కల్పించుకొనిరి.

ద్రవ్యరాశి శక్తిగను, శక్తి ద్రవ్యరాశిగను మారవచ్చునని సూచించి ద్రవ్యరాశి, శక్తుల సమానత్వమును నిరూపించు  $E = mc^2$  అను సమీకరణమును 1905లో ఐన్ స్టయిన్ ప్రకటించెను.  $E =$  అర్గ్ లలో శక్తి;  $m =$  గ్రాములలో ద్రవ్యరాశి;  $c =$  కాంతివేగము  $= 3 \times 10^{10}$  సెం.||మీ.|| సెకనుకు ఈ సమీకరణరీత్యా ఒక గ్రాము ద్రవ్యరాశి.  $1 \times (3 \times 10^{10})^2 = 9 \times 10^{20}$  అర్గ్ ల శక్తికి సమానము.

ఆధునిక భౌతికవిజ్ఞానమందు ముఖ్యముగా రేడియోధార్మికతయందును పరమాణు శాస్త్రభాగములోను ఈ సమానత్వసూత్రము చాల ఉపకరించినది. ఆ రంగములో జనించిన అనేక సమస్యలు ఈ సూత్రముచేత పరిష్కృతములైనవి. ఇందుకు సంబంధించిన మూడు ఉదాహరణములు దిగువ నీయడమైనది :

1. యురేనియమ్ పరమాణువును న్యూట్రాన్ కణముచే ఘట్టించి రెండుఖండములుగ బద్దలుచేయవచ్చును. ఈ పరమాణుకేంద్రకవిచ్ఛేదనమందు విపరీతమగు శక్తి విడుదల అగుచున్నది. ఈ విచ్ఛేదన ఫలితముగా కలిగిన రెండు ఖండముల ద్రవ్యరాశి మొత్తము యురేనియమ్ పరమాణువు, న్యూట్రాన్ కణముల ద్రవ్యరాశుల మొత్తము కంటె స్వల్పముగ తక్కువగా ఉన్నట్లు కనుగొనబడినది. ఇట్లు కొరతబడ్డ ద్రవ్యలేశమును  $E = mc^2$  అను సమీకరణమును ఉపయోగించి శక్తిలోనికి మార్చగా, ఈ గణన ఫలితము పరమాణుకేంద్రకవిచ్ఛేదనఫలితముగ జనించిన శక్తికి సమానమని నిర్ధారితమైనది. అందుచే, ద్రవ్యరాశి నాశనముచెంది శక్తిగ రూపొందుచున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు. ఈ శక్తికే 'పరమాణుశక్తి' (ఆటమిక్ ఎనర్జీ) అని పేరు. ఇట్లే అనేక ప్రయోగములలో ద్రవ్యరాశి-శక్తి సమానత్వసూత్రసత్యము రుజువైనది.

2. శక్తి ద్రవ్యరాశిగ మారినట్లుకూడ దృష్టాంతము ఉన్నది. కాని, ఆ పరివర్తనము అరుదుగా జరుగును.



ఐన్ స్టయినియమ్

కేవల శక్తి అవతారమగు గామాకిరణము కేంద్రకము చుట్టునున్న విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రమందు అధిక వేగముతో ప్రవేశించినపుడు పోజిట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్ అను ఆవిష్టకణముల జంట ఉద్భవించుచున్నది. ఇదియే శక్తి ద్రవ్యముగా మారుటకు దృష్టాంతము.

3. సూర్యాదినక్షత్రములు నిరంతరము వెదజల్లునట్టి కాంతి, ఉష్ణతలు ఎట్లు పుట్టుచున్నవని చిరకాలమునుండి సందేహము కలదు. కాని, దానికి తృప్తికరమైన సమాధానము ఇటీవలివరకు లభింపలేదు. ఆ గోళాంతరము లందున్న మహత్తరతాపక్రమములలో ద్రవ్యరాశి శక్తిగ పరివర్తన మొందుటచేతనే వాటికి శక్తి లభించుచున్నదని నేటిశాస్త్రజ్ఞులు విశ్వసించుచున్నారు. సూర్యునిలోనున్న హైడ్రోజన్ వాయువు, హీలియమ్ వాయువుగా మారుటచే అమితమైన శక్తి పుట్టుచున్నది. సూర్యమండలమధ్యమున నున్న కొన్నికోట్ల డిగ్రీల తాపక్రమమునందు నాలుగేసి ప్రోటాన్లు చేరి ఒక హీలియమ్ కేంద్రకముగా మారుచున్నవి. నాలుగు ప్రోటాన్ల మొత్తము ద్రవ్యరాశి హీలియమ్ కేంద్రకముయొక్క ద్రవ్యరాశికంటె కొంచెము హెచ్చు. నాలుగు ప్రోటాన్లు కలసి ఒక హీలియమ్ కేంద్రకముగా మారినప్పుడు ఆ హెచ్చుగనున్న ద్రవ్యరాశి శక్తిగ మారుచున్నది. ఈ తీరున హీలియమ్ కేంద్రకములు తుదతుదము నిరంతరము సూర్యగోళమున కోటానుకోట్లు ఉత్పన్నము లగుచున్నవి. ఈ మార్పులవలన పుట్టుచున్న శక్తి సూర్యగోళమునుండి ప్రసరించుచున్న శక్తికి సమానమని తేలినది. సూర్యునియందు జరుగుచున్న ఈ ప్రక్రియను భూమిపై నున్న శోధనాగారములలో అనుకరించి శాస్త్రజ్ఞులచే ఆటంబాంబుకన్న వేయిరెట్లు విధ్వంస శక్తిగల హైడ్రోజన్ బాంబు నిర్మించిరి (చూ. ఆటంబాంబు పు. 167).

వై ఉదాహరణమువలన ద్రవ్యరాశికిని, శక్తికిని పరస్పర తాదాత్మ్యసంబంధము ఉన్నదని స్పష్టము. అందుచేత ద్రవ్యరాశి, శక్తులను వేరువేరుగా భావించ వీలులేదు. వీటి నిత్యత్వసూత్రములను రెండింటిని చేర్చి ఏకసూత్రముగ భావించవలసియున్నది. కావున విశ్వమందలి శక్తి - ద్రవ్యరాశి మొత్తములో ఎన్నడును మార్పుకండదు. ద్రవ్యరాశి శక్తిగను, శక్తి ద్రవ్యరాశిగను మారవచ్చునుగాని, వాటిని సృజించుటకుగాని, నాశనముచేయుటకుగాని వీలు లేదు. ఈ సూత్రమునకు 'శక్తి - ద్రవ్యరాశి నిత్యత్వ సూత్రము' అనిపేరు.

ద్రవ్యరాశి, శక్తి ఏదోఒకదాని వికారములని భావించవచ్చును. అట్టిదానికి ద్రవ్యరాశి శక్తి అనిగాని, శక్తి ద్రవ్య

రాశి అనిగాని పేరు పెట్టవచ్చును. నిజముగ ప్రపంచమందు అగపడుచున్న మూలతత్త్వము శక్తియే. దాని వికారమే ద్రవ్యము కావచ్చును. వి. అ. రా.

ఐన్ స్టయినియమ్ : యురేనియమ్ తరువాతి మూల ద్రవ్యములలో నొకటి. పరమాణ్వంకము 92; సంకేతము Es; పరమాణుభారము 254 (స్థూలరాశి). ఐన్ స్టయినియమ్ ప్రకృతిలో లభించని మూలద్రవ్యము. కృత్రిమంగా పరమాణు కేంద్రకమును విచ్ఛేదనము చేసినప్పుడు ఈ మూల ద్రవ్యము ఏర్పడినది (1952). ఐన్ స్టయినియమ్ సమస్థానీయము (ఐసోటోపు) లన్నియు రేడియోధార్మిక స్వభావము గలవి. \* \* \*

ఓజోకిరైట్ (నేలమైనము) : గెవీషియాలో దొరకు పారఫిన్ యాగిక సంయోగము. ఇది మైనమువలె ఘనస్థితిలో ఉండును. క్రొవ్వలనుగాని, ఎరువుధాతువుగల నేలబొగ్గును గాని స్వేదించుటవలన పారిశ్రామికముగ ఇది లభించుచున్నది. మైనమువలెనే దీనిని ఉపయోగింతురు. మే. వ. స.

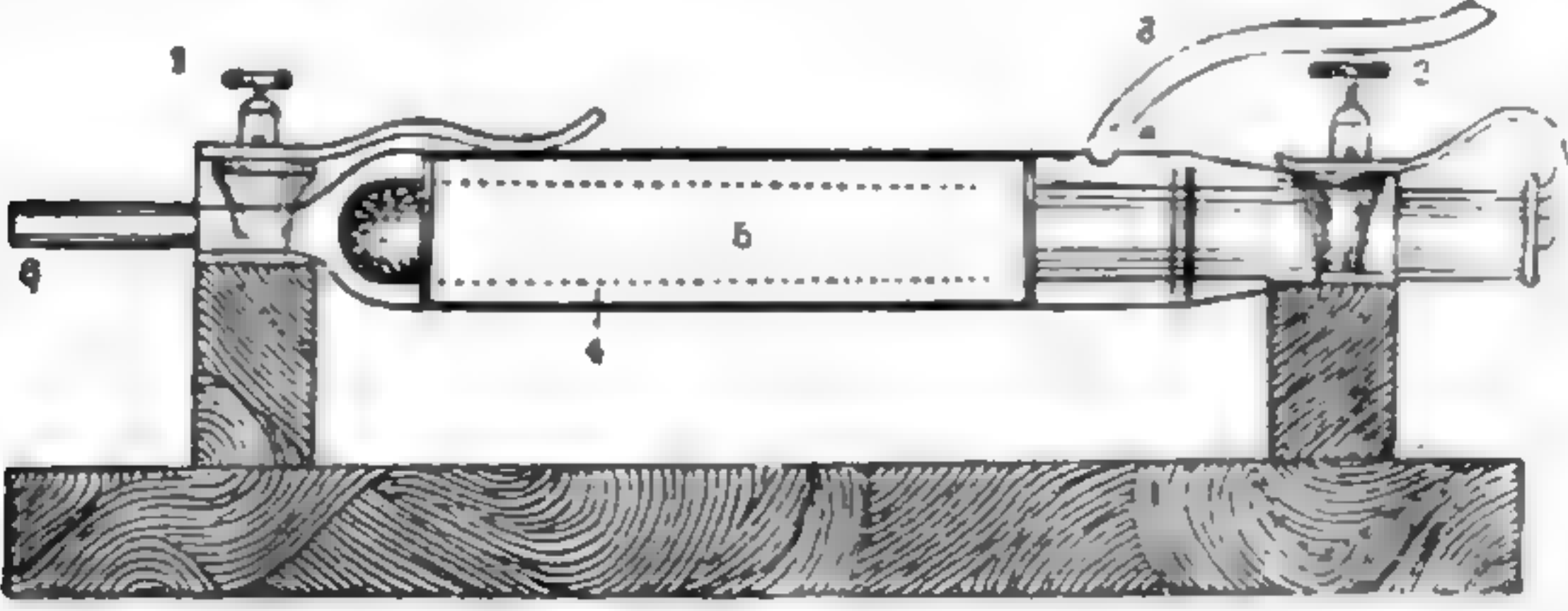
ఓజోన్ : మెరపులవలన గాలిలో విద్యుదుత్సర్గము జరిగినపుడు ఒక విధమగు వాసన వచ్చునని ఫాన్ మారుమ్ 1785 లో తెలిపెను. ఈ వాసనకు కారణము గాలిలోని ఆక్సిజన్ నుండి ఏర్పడు ఒక వాయువని, షన్ బైన్ 1840 లో నిరూపించి దానికి వాసనను ఇచ్చునది అను అర్థముగల 'ఓజోన్' అని పేరు పెట్టెను.

అలలు విరుగునపుడు ఏర్పడు తుషారమునందు ఓజోన్ కొంచెముగా ఏర్పడుటచే సముద్రము ఒడ్డున కొంచెము ఓజోన్ వాసన వేయును. వాతావరణములో పైపొరలలో నుండు ఆక్సిజన్ సూర్యరశ్మియందుండు అతినీలలోహిత కిరణములకు గురియగుటచే ఓజోన్ గా మారును. అతినీలలోహిత కిరణములవలన చేకూరు అపాయముల నుండి ఈ ఓజోన్ పొర భూమిపైనున్న జీవరాశులను కాపాడుచున్నది.

శోధనాగారమందు ఆక్సిజన్ ని ఓజోన్ గా మార్చుటకు అనేకపరిస్థితులను కల్పించవచ్చును. భాస్వరపుకణికలు మెల్లగా ఆక్సిజన్ తో సంయోగించునపుడును, అమోనియమ్ పెర్ సల్ఫేట్ ను గాఢసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో వేడిచేసినపుడును, ఫ్లోరిన్ వాయువు నీటితో సంయోగించునపుడును, సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను బలమైన విద్యుత్ ప్రవాహముతో విశ్లేషణము కావించినపుడును, ఆక్సిజన్ విడివడు ఏ రాసాయనిక ప్రక్రియయందైనను కొలదిగా ఓజోన్ ఏర్పడును. శోధనాగారమందు ఓజోన్ ను తయారుచేయుటకు సుకరమైనపద్ధతియందు సీమెన్స్ ఓజోనైజర్ లో ఆక్సిజన్ ని విద్యుదుత్సర్గమునకు గురిచేయుదురు.



ఈ పరికరమందు రెండు సమకేంద్రములైన గాజుగొట్టములు చిత్రములో చూపినట్లు ఒకదానిలోనొకటిదూర్చి ఒకవైపు అతుకబడియున్నవి. పైగొట్టపు పైతలము, లోపలిగొట్టపు లోపలితలము తగరపురేకులతో కప్పి



సీమెట్స్ ఓజోనైజర్

యున్నవి. ఈ రెండు తగరపురేకులను ప్రరోచనవేష్టనము (ఇండక్షన్ కాయిల్) యొక్క రెండగ్రములకు చెరి యొకటి తగిలించినచో తగరపురేకుల మధ్య విద్యుదుత్సర్గము సంభవించును. రెండు గొట్టముల మధ్యనున్న భాశీస్థలము ద్వారా గాలినికాని, ఆక్సిజన్ నికాని పంపించినచో ఆక్సిజన్ కొంతవరకు ఓజోన్ గా మారును.

చౌతిక ధర్మములు : ఓజోన్ యుత ఆక్సిజన్ లో 15% కన్న పొచ్చు ఓజోన్ ఉండదు. ఓజోన్ -  $-112^{\circ}\text{C}$  వద్ద ద్రవీభవించును. ద్రవమును  $-249.7^{\circ}\text{C}$  లకు శీతలీకరించినచో ఘనస్థితికి మారును. ఇది గాఢమైన ఊదారంగు గలది. నీటిలో ఆక్సిజన్ కన్న ఓజోన్ ఎక్కువగా కరగును. ఒక లీటరు ఓజోన్ వాతావరణము ప్రేషము,  $0^{\circ}\text{C}$  తాపక్రమము వద్ద 2.154 గ్రాములు తూగును.

రాసాయనిక ధర్మములు : ఓజోన్ చాల అస్థిరమైన ద్రవ్యము. సాధారణ తాపక్రమములలో కూడ మెల్లగా ఆక్సిజన్ గా మారిపోవును :  $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$  ; ఓజోన్ విఘటన  $300^{\circ}\text{C}$  వద్ద ఒక ఊణములో ముగియును. ఓజోన్ విఘటనకు వెండి, ప్లాటినమ్, పెల్లేడియమ్, మాంగనీస్ ఆక్సైడ్ మొదలగునవి ప్రేరకములుగా ఆచరించును. ఓజోన్ తాకినపుడు వెండి నల్లబడును. ఓజోన్ సంపర్కమున పాదరసము దాని చవలతను కోల్పోయి, ఆధార పాత్ర కంటుకొనును. పాదరసములో కొంత ఆక్సైడ్ గా మారి ఈ ఆక్సైడ్ పాదరసములో కరగియుండుటవలన పాత్ర కంటుకొను గుణము కలిగినది.

ఓజోన్ నిస్సంశయముగా గుర్తించుటకు, ఆర్నోల్డ్ ద్రావణములో\* తడిపిన అద్దుడు కాగితముపై దీని

\* టెట్రామెథిల్ డైఎమినోడైఫినిల్ మీతేన్ అను కార్బన్ యాగికముయొక్క ఆల్కహాల్ ద్రావణమునకు ఆర్నోల్డ్ ద్రావణముని పేరు.

సంపర్కమున ఊదారంగు ఏర్పడును. అట్లే గంజిద్రావణములో ముంచిన పొటాసియమ్ అయిడైడ్ కాగితము ఓజోన్ ను గుర్తించును. ఓజోన్ యొక్క ఆక్సికరణ స్వభావమువలన పొటాసియమ్ అయిడైడ్ ఆక్సికరించబడి అయిడిన్ విడుదలయగును. ద్రావణములోని గంజితో అయిడిన్ సంయోగించి నీలిరంగుగల యాగికమును ఇచ్చును. ఈ సాధనమును ఉపయోగించి నీలిరంగుయొక్క తీక్షణతను కనిపెట్టి గాలిలో నియత ఆయతనములో నున్న ఓజోన్ రాశిని స్థూలముగా గణించవచ్చును.

ఓజోన్ ఆక్సిజన్ కన్న మిక్కిలి సమర్థమైన ఆక్సికరణ సాధనము. ఆక్సిజన్ కి సాధ్యముకాని కొన్ని కార్యములను ఓజోన్ సులభముగా చేయగలదు. బంగారమును, ప్లాటినమ్ ను తప్ప తక్కిన ధాతువులను సాధారణ తాపక్రమములో ఆక్సైడ్ లుగను - పెరాక్సైడ్ లుగను మార్చును. నల్లని రెడ్ సల్ఫైడ్ ను తెల్లటి సల్ఫేట్ గా ఆక్సికరించగలదు. నీలిమందువంటి రంగులు గల కార్బన్ ద్రవ్యములను ఆక్సికరించి వివర్ణముగా చేయును; రబ్బరును గట్టి పరచును.


ఉపయోగములు : దాని ఆక్సికరణ ప్రభావము వలన ఓజోన్ కు రెండు ఉపయుక్తమైనగుణములు కలవు. అవి సూక్ష్మక్రిములను నాశనముచేయుట, రంగుగల ద్రవ్యములను వివర్ణముగా చేయుట. మొదటి ధర్మమును ఉపయోగించి మన్యప్రదేశములలోను, జనసమ్మర్థముగల వినోదశాలలలోను, సూక్ష్మక్రిముల నశింపజేసి గాలిని శ్వాసయోగ్యముగా చేయుదురు. పెద్ద పట్టణములలో త్రాగునీటిలో సూక్ష్మజీవులు లేకుండచేయుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు. రెండవధర్మము మైనము, దంతము మొదలగు వస్తువులను వివర్ణము చేయుటకు వాడుదురు.


అణురచన : ప్రత్యేకముగా ఓజోన్ సులభముగా దొరకదు గాన తారతమ్యసాంద్రతాగణనయు, దాని నుండి అణుభారనిర్ణయమును వీలుకావు. అందువలన దీని అణుభారము, పరోక్షపద్ధతులచే నిర్ణయించవలసి ఉన్నది. సాకెట్ ప్రయోగము ఇట్టి పరోక్షపద్ధతిని ఉపయోగించి ఆక్సిజన్ ఆయతనమునకును దానినుండిలభ్యమగు ఓజోన్ ఆయతనమునకును గల సంబంధమును నిర్ణయించి మూడు ఆయతనముల ఆక్సిజన్ నుండి రెండు ఆయతనముల ఓజోన్ జనించునని చూపెను.

ఆవాగాడ్రోకల్ప్ న(చూ.పు. 91) ఉపయోగించి, మూడు అణువుల ఆక్సిజన్ రెండుఅణువుల ఓజోన్ ను ఇచ్చునని నిరూపించవచ్చును. ఆక్సిజన్ అణువు ద్విపరమాణుకము గనుక, మూడు ఆక్సిజన్ అణువులలో ఆరు పరమాణువులు ఉండ



ఓమ్, జార్జిసైమన్

వలయును. ఈ ఆరు పరమాణువులును రెండు ఓజోన్ అణువులు ఏర్పడుటకు చాలినవి. కనుక ఓజోన్ త్రిపరమాణుకమని రుజువైనది.  $3 O_2 \rightarrow 2 O_3$  కాని దీని రచనా సాంకేతికము  $O=O=O$  గాని, లేదా  గాని కావచ్చును. ఈ రెండింటిలో ఏ సాంకేతికము ఓజోన్ రచనను యదార్థముగా తెలియజేయునో ఇంకను నిర్ణయము కావలసియున్నది. (చూ. ప్రోడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్).

ఓజోన్ అణువు త్రిభుజాకారము  ఈ రచన దాని పరశోష్ణ వర్ణమాల పరీక్షవలనను, ఎలక్ట్రాన్ వక్రీభవన ప్రయోగముల వలనను సమర్థించబడినది. ఇందు మూడు ఆక్సిజన్ పరమాణువులును పరస్పరము సమదూరములో నున్నవి:



పి. వి. కృ. మూ.

ఓమ్. జార్జిసైమన్ (1787 - 1854) : ఈయన ఎడ్లాంగెన్ యూనివర్సిటీ యందు విద్యనభ్యసించి, మ్యూనిక్ యూనివర్సిటీయందు 1849 లో భౌతిక శాస్త్ర అధ్యాపకుడుగా కుదురుకొనెను. విద్యుద్వాహకపు నిరోధమునకును, విద్యుచ్ఛాలకబలమునకు, విద్యుత్ ప్రవాహమునకు గల సంబంధమును ప్రయోగసరణిలో స్థాపించిన ధీమంతుడు. విద్యుద్వాహకపు నిరోధమును తెలియజేయు యూనిట్ (ఓమ్) ఈయన పేరును మ్రోయుచున్నది. ఈయన శబ్దశాస్త్రమందు, స్ఫటికములలో జరుగు కాంతి మిథస్సంఘటన అనుశీలనయందుకూడ కృషిచేసి మహత్తరఫలములను కాంచినవాడు. మే. ప. న.

ఓమ్ నియమము : ఒక ద్రవ్యములో ఉండవలసిన దానికంటె ఎక్కువగాగాని తక్కువగాగాని ఎలక్ట్రాన్ లున్నచో, అది విద్యుదావేశమును పొందును. ఆవేశము ఎక్కువైనకొలది దాని 'శక్త' ఎక్కువ అగును. ధనావేశమెక్కువైనచో ధనశక్తయు, ఋణావేశ మధికమైనచో ఋణశక్తయు ఎక్కువగుచుండును. ఆవేశమును ఎక్కువచేసి శక్తను పెంచుటకు రెండుసులభమార్గములున్నవి. అవి 1. ఘర్షణ, 2. రాసాయనికక్రియ. గాజు కడ్డిని సిల్కురుమాలతో రాసి గాజుయొక్క శక్తను ఎక్కువచేయవచ్చును. కడ్డిని ధాతుదండముతో తాకినపుడు గాజు ఆవేశము డయమొందును. ప్రవహించుచున్న విద్యుదావేశమే విద్యుత్ ప్రవాహము.

విలీన సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గల గాజుపాత్రలో రాగి రేకును, జింకు రేకును ఎడముగా ముంచినచో వోల్టాఘటము

ఏర్పడును. అట్టిఘటములో రాగిరేకుపై ధనావేశమును జింకురేకుపై ఋణావేశమును వసించును. ఘటములో జరుగు రాసాయనికక్రియయే ఈ ఆవేశములకు ఆధారము. అందుచే రాగి, జింకు రేకులు రెండును వేర్వేరుశక్తలలో ఉన్నవి. వాటి విడికొనల రెండింటిమధ్యను శక్త వ్యత్యాసము ఉన్నదందురు. సామాన్య వోల్టాఘటములో సుమారొక యూనిట్ శక్తవ్యత్యాసము ఉండును. ఆ యూనిట్ ను 'వోల్ట్' అందురు. ఈ మానములో టార్పిలైటుఘటపు శక్త వ్యత్యాసము 1.5 వోల్ట్లు ; కాచిబ్యాటరీ 6 వోల్ట్లు.

విద్యుచ్ఛాస్త్రములో శక్తకును, జలస్థితిశాస్త్రములో ప్రేషమునకును సామ్యమున్నది. అధిక ప్రేషమునుండి స్వల్పప్రేషముఖముగా నీరు ప్రవహించునట్లు విద్యుదావేశము సైతము అధికవిద్యుత్ ప్రేషస్థానములనుండి అల్ప విద్యుత్ ప్రేషస్థానముల వైపునకు ప్రవహించును. ఆ విద్యుత్ ప్రేషమే 'శక్త' అని పిలువబడుచున్నది.

శక్తను కొలచుటకు అంకిత విద్యుద్దర్శనిని ఉపయోగింతురు. అనుకూలమైన మార్పులతో గాల్వనీమాపకమునుగూడ సామాన్యముగా వాడుచున్నారు.

గమనములోనున్న విద్యుదావేశమును విద్యుత్ ప్రవాహమందురు. వోల్టాఘటమందలి రాగి, జింకురేకుల కొనలను ఒకధాతుతంత్రితో కలిపినరాగిపై నున్న ధనావేశము తంత్రిద్వారా జింకువైపునకుగాని, లేదా జింకుపై నున్న ఋణావేశము రాగివైపునకుగాని గమించగా తంత్రిలో విద్యుత్తు ప్రవహించునందురు.

ఎలక్ట్రాన్ లు గమించుదిశ కెదురుగా విద్యుత్తు ప్రవహించుననుట సంప్రదాయము. ఇట్లు జింకునుండి రాగి వైపునకు తంత్రిద్వారా ఎలక్ట్రాన్ లు ప్రవహించుచుండగా, విద్యుద్ధార రాగినుండి జింకు వైపునకు తంత్రిలో ప్రవహించునందురు.

విద్యుత్ వలయము : విద్యుద్వహనమార్గము సంవృతమై ఉండినగాని స్థిరమైనవిద్యుద్ధార ప్రవహించదు. అట్టిసంవృత మార్గమును 'విద్యుద్వలయ'మందురు. సామాన్య వోల్టాఘటమందలి రాగి, జింకురేకులను తీగతో కలిపినపుడు, తీగద్వారా విద్యుద్ధార ప్రవహించును. తీగను తెంపినచో శక్తవ్యత్యాసము ఉండినప్పటికిని వహనమార్గము ఖండితమగుటచే విద్యుత్తు ప్రవహించదు. తీగకొనలను కలిపి వలయమును పూర్తిచేసినచో తిరిగి ధార ప్రవహించును.

ఒక వలయములోని విద్యుత్ ప్రవాహ బలమును సామాన్యముగా దాని అయస్కాంతఫలితములచే కొలుతురు. 15 సెం.మీ. వ్యాసము కలిగిన 6 చుట్టుగల రాగితీగ వేష్టనమును అయస్కాంత దక్షిణోత్తరదిశలలో నిలుపుగా



ఉంచి, దానికేంద్రమున చిన్న అయస్కాంత సూచిని వ్రేలాడగట్టినచో ఆ సూచి 45° విచలన మొందుటకు అవసరమైన ప్రవాహమే విద్యుత్ ప్రవాహపు యూనిట్ గా పరిగణించ నగును. 230 వోల్టుల ప్రేషములో వెలుగు 60 వాట్టుల దీపమునకు కావలసిన విద్యుత్ ప్రవాహబలము ఆంపియర్ లో నాటుగవవంతు. తెలిఫోను సంగ్రాహకము ఆంపియర్ లో పదవవంతుకన్న తక్కువలో పనిచేయును. కాని, ట్రాన్స్మిటింగ్ లాగుటకు మోటారుకు 40, 50 ఆంపియర్ల ప్రవాహము కావాలి.

**విద్యుత్ నిరోధము :** గొట్టములలోనుండి ప్రవహించు నీటిప్రవాహము గొట్టమందుఘర్షణచే మందగించిన వేగము కలదియగును. పొడవుగాను, సన్నముగాను లోభాగము గరుకుగానుగల గొట్టమందలి నీటి ప్రవాహమునకు ప్రతిరోధము ఎక్కువగా ఉండును. ఆవిధముగానే విద్యుత్ ధారా ప్రవాహమునకు విద్యుద్వాహక ములు మంచివైనను మందములైనను నిరోధము కలిగించును. అట్టి నిరోధమును కొలచుటకు ఉపయోగించు యూనిట్ ను 'ఓమ్' అందురు. విద్యుత్ ప్రవాహములకు సంబంధించిన నియమములను కనిపెట్టిన విజ్ఞాని 'ఓమ్' జ్ఞాపకార్థము ఆ యూనిట్ ను 'ఓమ్' అనిరి.

230 వోల్టుల విద్యుత్ ప్రేషములో వెలుగు 60 వాట్టుల విద్యుద్దీపములో ఉన్న ధాతుతంత్రీ 900 'ఓమ్'ల నిరోధమును కనబరచును. సామాన్యమైన విద్యుద్ధృంట్ యొక్క నిరోధము 2, 3, ఓమ్లు. నెం. 10 S.W.G. రాగితీగ యొక్క నిరోధము సుమారు 1 ఓమ్.

వాహకము రెండుకొనలకుమధ్యనున్న శక్త్యవ్యత్యాసమే వాహకములో విద్యుత్ ధారను ప్రవహింపజేయును. శక్త్యవ్యత్యాసము ఎక్కువైనకొలది విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువగును. అదిగాక, నిరోధము తగ్గినకొలదికూడా విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువగును. ఈ ప్రత్యక్షదృష్టాంత్యములను క్రింది సమీకరణరూపముగా సంగ్రహించినవాడు 'ఓమ్'.

$$\text{ప్రవాహము} = \frac{\text{శక్త్యవ్యత్యాసము}}{\text{వాహకనిరోధము}}$$

పై సమీకరణమును యూనిట్ల నామములో వ్రాసిన

$$\text{ఆంపియర్} = \frac{\text{వోల్టు}}{\text{ఓమ్}} \quad \text{తె. సూ. మూ.}$$

**ఓస్ట్ వాల్ట్ నియమము :** చూ. విద్యుద్రాసాయనిక శాస్త్రము I.

**ఓస్ట్ వాల్ట్, విల్లెల్మ్ (1853 - 1932):** జర్మను రాసాయనికుడు. లాట్వియాలోని రిగాయందు జన్మించెను.

1887 లో లైప్సిగ్ యూనివర్సిటీ రాసాయనికశాస్త్రాచార్యపీఠమును అధిష్టించి 1906లో విడచిపెట్టెను. ఈతడు ఫాస్ట్ హాఫ్ తో సహా భౌతికశాస్త్రపు రాసాయనికశాస్త్రపు సరిహద్దులమధ్య నివేశితమగు భౌతికరాసాయనికశాస్త్రమునకు వ్యక్తిత్వమును, స్వతంత్రవిషయమును ఒసంగినవాడు. ఈ శాస్త్రమునకు చెందిన తొలి పత్రిక నీ ఇద్దరు 1888 లో ప్రచురించప్రారంభించిరి. తొలిప్రచురణమందు ఫాస్ట్ హాఫ్ ద్రావణ సిద్ధాంతముపైన ఓస్ట్ వాల్డ్ ప్రేరక సంఘటనపైన వ్రాసిన ప్రసిద్ధవ్యాసములు కలవు. ఇతను శాస్త్రసమన్వయమందు బద్ధాదరుడు. ఈ సమన్వయోద్యోగమును ముందుంచుకొని, తరువాత చాల ప్రసిద్ధిని గన్న శాస్త్రప్రకరణములు అనేకముల రచించెను. అమోనియానుండి నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయు సాంకేతిక విధానమును ఈతడు జయప్రదముగ స్థాపించుటచే ప్రథమ ప్రపంచయుద్ధమునందు జర్మనీదేశమునకు చిలీనుండి సాల్ట్ పీటర్ అందకపోయినను ఆదేశపు విచారకద్రవ్యసాధన ప్రణాళిక ఆగిపోలేదు. ఈతనికి 1919 నోబెల్ బహుమానమందినది. మే. వ. స.

**కంచురకములు :** చూ. ధాతుమిశ్రములు.

**కంపనవేగదర్శని :** ఎలక్ట్రిక్ టేబిల్ ఫాన్ పనిచేయుచున్నప్పుడు దాని ఆకులు మనకు కనిపించవు. వాటి భ్రమణవేగమువలన మనకన్న వాటిని స్థిరముగా నొకస్థానమున గుర్తించలేదు. కాని, మెరుపు కాంతి తళేలని ఆకులపై పడినపుడు ఆకులు మనకు స్థిరముగా కదలకుండా ఉన్నట్లు కనిపించును. దీనికి కారణము: నిమిషమునకు ఆరు వందల ఆవృత్తులు ఆ ఆకులు తిరుగుచున్న వసుకొందము. సెకనుకు పది ఆవృత్తులు కలవు. అనగా, ఏదేని ఒక ఆకు 1/10 సెకనుకాలము ఒక స్థిర స్థానమును ఆక్రమించి యుండునని చెప్పవచ్చును. తిరుగుచున్న ఈ ఆకులపై పడిన మెరుపు కాంతి 1/10 సెకనుకాలమే ప్రసరించినచో, ఆకును స్థిరస్థానములో మన కంటికి కనబడునట్లు చేయును.

తిరుగుచున్న యంత్రభాగములను మెరుపువలె స్థిరముగానున్నట్లు కనిపింపజేయు చాతుషసాధనమునకు 'కంపనవేగదర్శని' (స్ట్రోబోస్కోప్) అనిపేరు.

ఈ సాధనమును సాధించుటకు మనకు వలయునప్పుడెల్ల మెరుపు లభ్యముకాదు. మనకు వలయునంతవేగముతో పడేపడే స్ఫురించు కాంతిని శోధనాగారములో నిర్మించవచ్చును. స్ఫురణకాలమును యంత్రావయవపు ఆవృత్తి కాలముతో సరిపడునట్లు చేసిన మనకంటికి యంత్రభాగములు నిశ్చలముగానున్నట్లు కనిపించును. కాంతిస్ఫురణ



## కటకములు

వేగము యంత్రభ్రాంతివేగముకన్న మందమైనచో యంత్ర భాగములు మెల్లగా నొకవైపుకు తిరుగుచున్నట్లు కనిపించును. అట్లుగాక కాంతిస్ఫురణవేగము యంత్రభ్రాంతి వేగముకన్న చురుకైనచో, యంత్రము వెనుకవైపుకు తిరుగుచున్నట్లు కనిపించును.

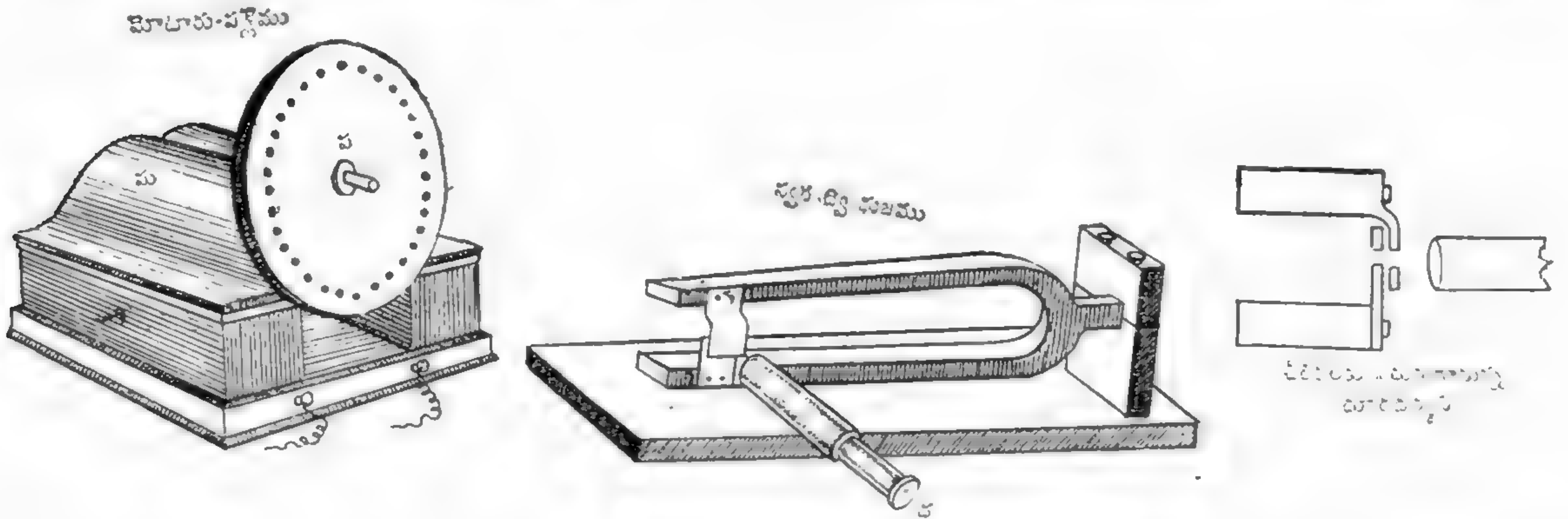
భ్రమణవేగప్రదర్శనితత్త్వమును ఆధారము చేసికొని ట్యూనింగుఫోర్కు (స్వనద్వీభుజము) యొక్క కంపనవేగమును నిశ్చయించవచ్చును.

దిగువ చిత్రములో 'మ' అను మోటారుచే త్రిప్పటకు వీలైన 'ప' అను పళ్ళెము 'ద' అను దూరదర్శనితో చూచుటకు వీలగునట్లు అమర్చబడియున్నది. పళ్ళెము అంచుకు కొంచెముదిగువున సమానాంతరముగా చుక్కలు గుర్తించియున్నవి. పళ్ళెమునకు, దూరదర్శనికి మధ్య కంపన వేగములను నిశ్చయించుటకై గ్రహించబడిన ట్యూనింగు ఫోర్కు ఉంచబడినది. రెండుభుజములకు తగిలించి చిన్న

మరల కనబడునట్లు, మోటారు వేగమును మార్చవచ్చును. ప్రతిచుక్కయు దానికి ముందున్నచుక్క స్వీకరించిన స్థానమును స్వీకరించునట్లు కనిపించునపుడు, పళ్ళెము తిరుగుచున్నను చుక్కలు నిశ్చలముగా నున్నట్లు కనిపించును. ఇట్టి పరిస్థితులలో పళ్ళెముయొక్క సంపూర్ణ భ్రమణకాలము ద్వీభుజముయొక్క సంపూర్ణ స్పందనకాలమునకు సరిపోవును. మోటారు భ్రమణవేగము తెలిసినచో, దాని సంపూర్ణ భ్రమణకాలమును నిశ్చయించవచ్చును. ఇదియే ద్వీభుజముయొక్క సంపూర్ణ స్పందనకాలము కాబట్టి దాని స్పందన వేగమును లెక్క కట్టవచ్చును. మే. వ. న.

**కటకములు :** కటకములు గాజువంటి పారదర్శక ద్రవ్యముతో చేసిన వస్తువులు. వాటి ప్రధాన ముఖములలో నొకటియైనను వర్తులతలముగా నుండును. చాల కటకములకు రెండు వర్తుల తలములుండును.

కటకములలో అనేకవిధములున్నను వాటిని సామాన్య



తెరలవలె ఆచరించెడు రెండురేకులు కలవు. ప్రతి రేకును చిన్న చీలిక ఉన్నది. ద్వీభుజము నిశ్చలముగా ఉన్నప్పుడు, దానిభుజములకు అంటించిన రేకులలోని చీలికలు, పళ్ళెము మీద చుక్కలు, దూరదర్శని, ఈ మూడును ఒకే ఋజురేఖలో ఉండునట్లు అమర్చబడి ఉన్నవి.

ఇప్పుడు ద్వీభుజమును ఏ ఉపాయముచేత నైన ధ్వనించునట్లు చేసిన, దీని రెండు భుజములును కంపించుటకు ప్రారంభించును. ఈ కంపించు భుజములలో ఆ రెండు చీలికలు విరుద్ధదిశలలో క్రిందికి, మీదికి ఊగును. ద్వీభుజము పూర్ణముగా ఒకమారు కంపించుకాలములో చీలికలగుండ రెండుసార్లు పళ్ళెముమీద చుక్కలను దూరదర్శని ద్వారా చూడవచ్చును. అనగా, రెండుసార్లు ఆ రెండు చీలికలును, దూరదర్శనియు, ఈ మూడును ఒకఋజురేఖపై నుండును. పళ్ళెముమీద చుక్కలను ప్రతిసారి దూరదర్శని ద్వారా చూచినప్పుడు అవి మునుపు చూచిన స్థానముననే మరల,

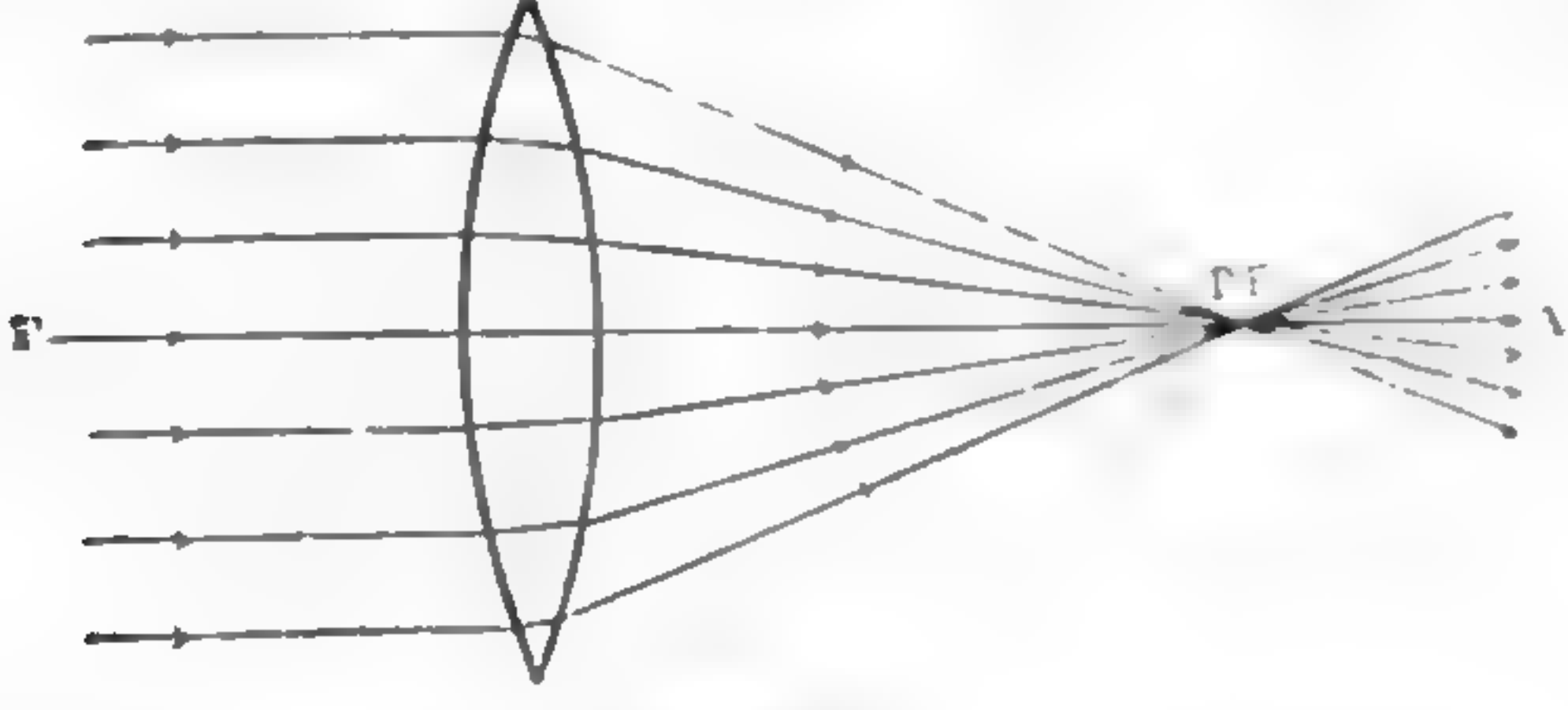
ముగా రెండుతరగతులుగా విభజించవచ్చును. ఈ విభజనకు ఆధారము ఆ కటకముగుండ పోవు సమానాంతర కాంతికిరణ శలాకయందు కలుగుమార్పు.

1 వ చిత్రములో అట్టి సమానాంతర కాంతికిరణపుంజము ఏ విధముగా మార్పును చెందినదో చూడనగును.

కిరణపుంజమందు ప్రతికిరణపు మార్గమును వక్రీభవన నియమమునుండి నిర్ధారణ చేయవచ్చును (చూ. వక్రీభవనము). ప్రతికిరణమును కటకమును ప్రవేశించగనే అభిలంబము 'నార్మల్' వైపునను, వదలినప్పుడు అభిలంబమునకు ఎదిరివైపునను వంగును. ఏ బిందువు వద్దనైనను అభిలంబ మనగా ఆ బిందువువద్ద కన్నట్లు వర్తులతలపు అర్థవ్యాసము. పై కటకపు రెండు వర్తుల తలముల కేంద్రములను కలుపు ఋజురేఖకు కటకప్రధానాక్షము (ప్రిన్సిపల్ ఏక్సిస్) అని పేరు. పతనకిరణపుంజము ప్రధానాక్షమునకు సమానాంతరముగా ఉన్నచో, ఆ పుంజమందు



ప్రతికిరణమును, కటకమునుండి బయటికివచ్చిన తరువాత ఒక నియత సంగమ బిందువు (ఫోకస్) వద్ద చేరును.

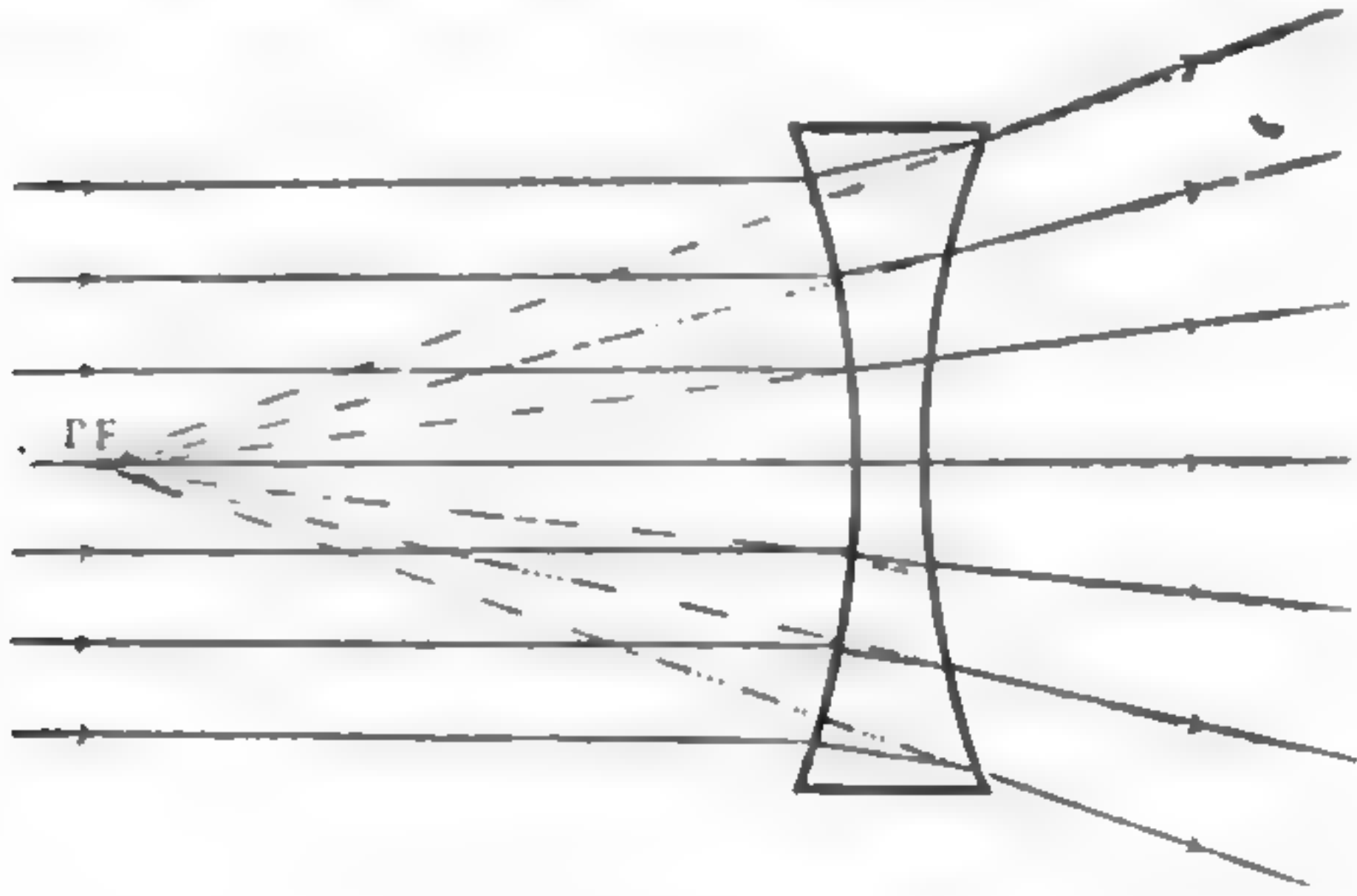


చిత్రము 1.

అభిసారి కటకముగుండా జరుగు కాంతివక్రీభవనము.

సమానాంతర కిరణములు కటకమును ప్రవేశించి బయటకు వచ్చినతరువాత ఒక ప్రధానసంగమ బిందువు (ప్రిన్సిపల్ ఫోకస్) వద్ద కేంద్రీకరించబడుటచే, ఈ కటకమునకు అభిసారి (కన్వర్జెంట్) కటకమని పేరు. ఈ ప్రధాన సంగమ బిందువు తెరపై నొక వాస్తవిక బింబమును ఈయగలదు. అందువలన అభిసారి కటకము తెరపై వస్తువుయొక్క వాస్తవిక బింబము పడునట్లు చేయగలదు.

కటకపు వక్రతలములు 2 వ చిత్రములో చూపినట్లున్నచో కటకమునుండి పైకివచ్చిన కాంతిశలాకయందు కిరణములు పరస్పరము అపసరించును. ఇందు ప్రతి కిరణ



చిత్రము 2.

అపసారికటకముగుండా జరుగు కాంతివక్రీభవనము.

మును ప్రధాన సంగమ బిందువువద్దనుండి బయలుదేరి వచ్చినట్లు అగపడును. అందుచేతనే ఈ కటకమునకు అపసారి (డైవర్జెంట్) కటకమని పేరు.

కటకపు ప్రధాన సంగమ బిందువు ప్రతీయమాన మైనదియే కాని వాస్తవికము కాదు. ఈ బింబమును తెరపై గ్రహించుటకు వీలులేదు. కటకముగుండ చూచినపుడే ఇది అద్దములో ప్రతిబింబమట్లు కనపడును.

ఏ కటకము విషయమైనను, దాని శరీరమధ్య బిందువు వద్దనుండి ప్రధానసంగమ బిందువువరకు నుండు దూరమునకు నాభ్యంతరము (ఫోకల్ లెంగ్త్) అనిపేరు. భౌతిక శాస్త్ర సంప్రదాయము ననుసరించి, అభిసారి కటకపు

నాభ్యంతరము ఋణచిహ్నితము; అపసారికటకపు నాభ్యంతరము ధనచిహ్నితము.

ఈ అభిసారి, అపసారి కటకములయందు వాటి విశిష్టాకారమునుపట్టి మరల కటకములను ఆరు తెగలుగా విభజించవచ్చును.

1. ద్వికుంభీయ (డబుల్ కాన్వెక్స్), 2. తలకుంభీయ (ప్లేనో-కాన్వెక్స్), 3. పుటకుంభీయ (కాంకేవో-కాన్వెక్స్),



చిత్రము 3.

కటకముల రకములు : ఇందు మొదటిమూడును అభిసారి కటకములు; రెండవమూడును అపసారికటకములు.

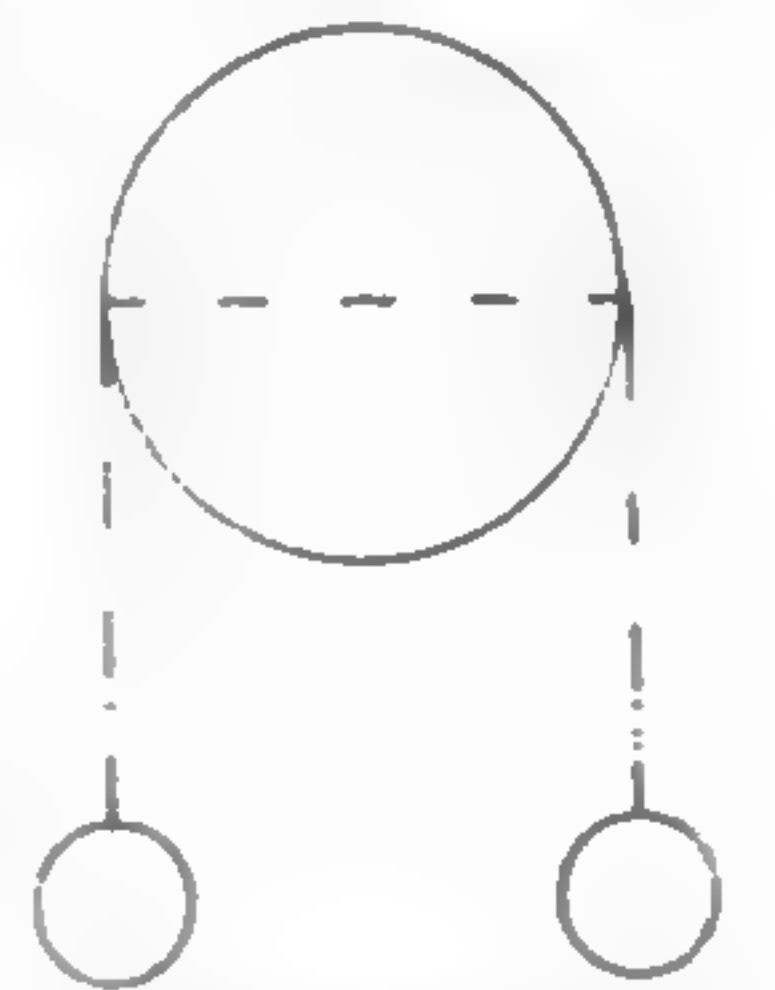
4. ద్విపుటియ (డబుల్-కాంకేవ్), 5. తలపుటియ (ప్లేనో-కాంకేవ్), 6. కుంభపుటియ (కాన్వెక్సో కాంకేవ్).

పై చిత్రములోని మొదటిమూడును అభిసారి కటకములు. ఈ మూడిటికిని నాభ్యంతరము సమానమే, రెండవ మూడును అపసారి కటకములు. వీటి నాభ్యంతరములు కూడ పరస్పరము సమానములే.

దూరదర్శని, సూక్ష్మదర్శని, కెమేరా మొదలగు చాడుష పరికరములందు ఈ కటకములు వాడుకలో నున్నవి. మే. వ. న.

కప్పీలు : సన్ననిస్థిరాక్షముపై తిరుగు గాడిగలచక్రమునకు 'కప్పీ' అనిపేరు. సాధారణముగ కప్పీని చక్రములో అమర్తురు. చక్రముయొక్కగాడిలో త్రాడు వేయుదురు.

స్థిరమగు కప్పీ : ఒకస్థలముననే స్థిరముగనుండి వనిచేయు కప్పీని స్థిరమగు కప్పీ అందురు. జెండాకొయ్య చివరి భాగమునకు జండాను ఎత్తుటకు, నూతినుండి నీరుతోడుటకు, పంకాలు లాగుటకు సాధారణముగా స్థిరమగు కప్పీలను ఉపయోగించురు. ఈ సందర్భములలో భార బలములు సమానముగా ఉండును గనుక, యాంత్రికలాభము (మెకానికల్ అడ్వాంటేజి) ఒకటి. అయినను స్థిరమగుకప్పీని ఉపయోగించుట వలన ఈ పనులు సులువుగా కనపడును. ఏలన, ఈ పనులలో బలమును క్రిందనుండి పైకి ప్రయోగించుటకు బదులు స్థిరమగుకప్పీని ఉపయో

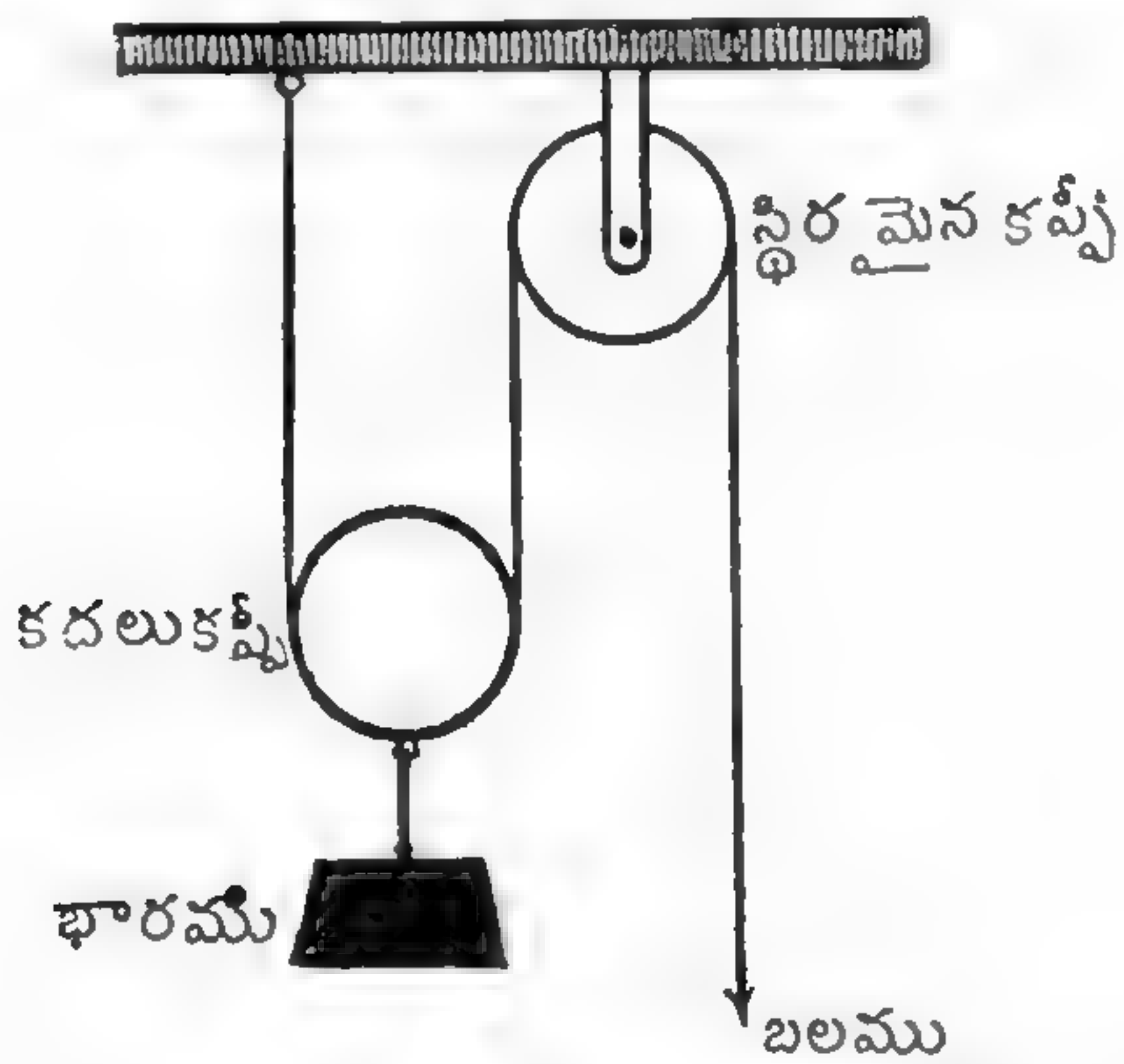


స్థిరమగు కప్పీ



గించి పైనుండి క్రిందికి అనగా. భూమ్యాకర్షణ శక్తి పనిచేయుదిశలో ఉపయోగింతుము.

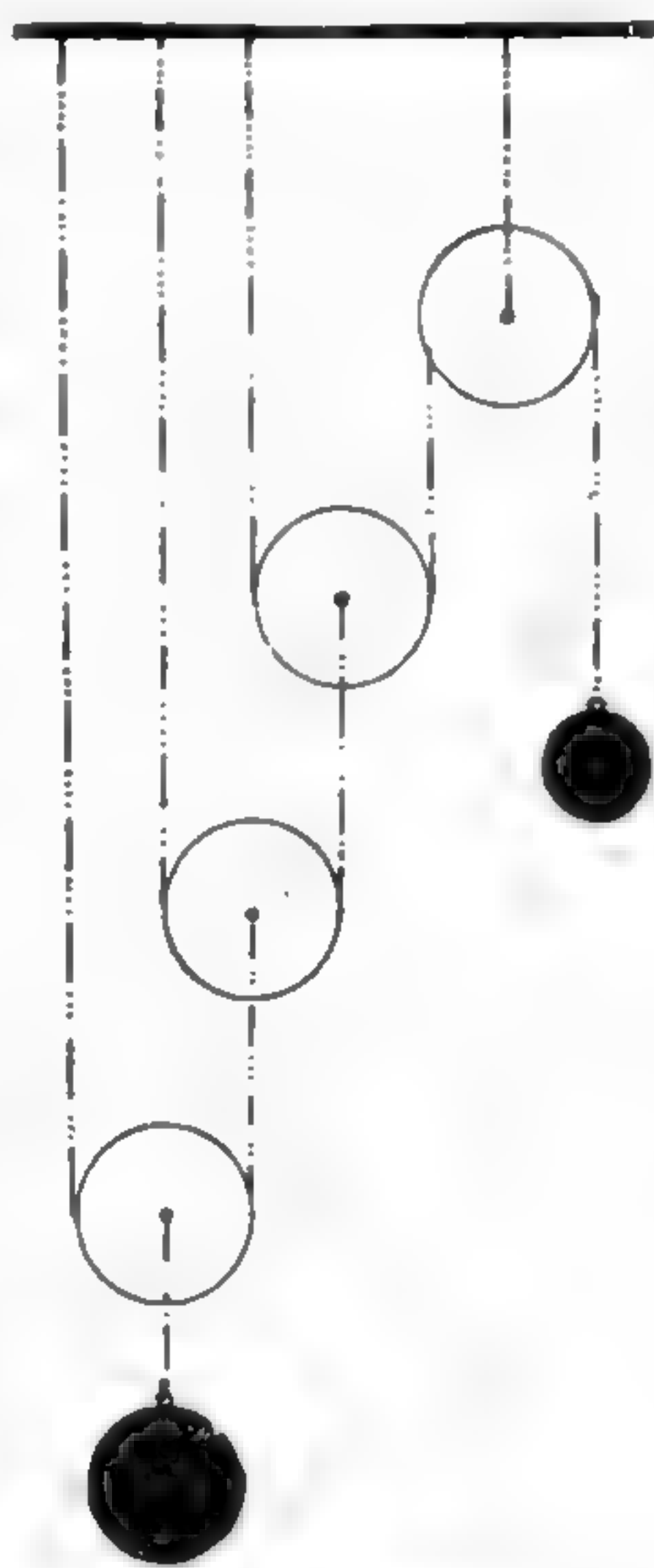
కదలు కప్పి: త్రాటిమీద నిలచియుండి త్రాడు క్రిందికి జారినపుడు క్రిందికిని, పైకి పోవునపుడు పైకిని కదలునట్టి



కప్పిని 'కదలుకప్పి' అందురు. ఒక పెద్ద భారమును ఎత్తుటకు ఒక స్థిరమగు కప్పిని, ఒక కదలు కప్పిని ఎట్లు ఉపయోగించవచ్చునో పై పటములో చూపబడినది. ఈ పర్వాటులో కదలుకప్పికి కట్టిన భారమును త్రాడు రెండువైపుల సమానముగ మోయును. ఒక వైపు సగము భారమును దూలము మోయును. రెండవ వైపు సగము భారమునకు మాత్రము సమానమగు బలమును ఉపయోగించి దానిని ఎత్తవచ్చును. కనుక ఈ పర్వాటులో కప్పియొక్క భారమును సరకుగొనినచో యాంత్రికలాభము '2' ఉండును.

మిక్కిలి తక్కువబలమును ఉపయోగించి పెద్దపెద్ద భారముల నెత్తుటకు ఈ కదలు కప్పిలనే పెక్కింటిని చేర్చి ఉపయోగింతురు. అందు 3 వద్దతులు కలవు.

మొదటిపద్ధతి: ఇందు దూలమునకు త్రాళ్ళు కట్టుదురు. అందొక్కొక్క త్రాటిని ఒక్కొక్క కదలు కప్పి క్రిందనుండి తెచ్చి దాని పై కప్పి క్రిందనున్న కొక్కెమునకు కట్టుదురు. మొదటి కప్పి అడుగున భారమును, చివర త్రాటియొక్క రెండవకొనను బలమును కట్టుదురు. ఈ పద్ధతిని 'n'



కదలుకప్పిలకూర్పు మొదటిపద్ధతి

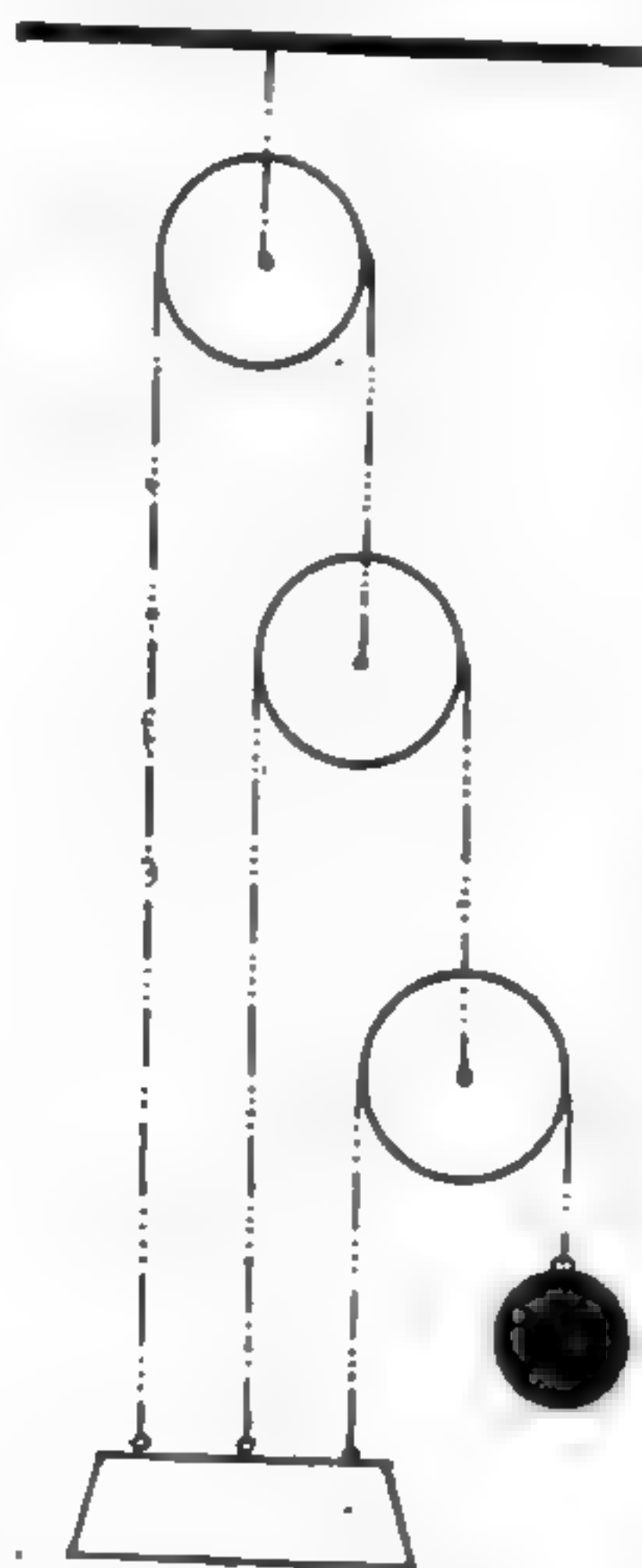
కదలు కప్పిలను ఉపయోగించిన యాంత్రికలాభము '2n' వచ్చును.

రెండవపద్ధతి: ఇందు కప్పిలుగల చట్రములు రెండు ఉండును. ఈ చట్రములకు కొక్కెములు ఉండును. ఈ కప్పిల చట్రములను రెండింటిని ఒకటే త్రాటితో కలుపుదురు. అందొక చట్రమును ఒక దూలమునకు దానిస్థానము నుండి కదలకుండ వ్రేలగట్టుదురు. ఈ చట్రముయొక్క అడుగుకొక్కెమునకు త్రాటియొక్క ఒక కొనను కట్టుదురు. దాని రెండవకొనను రెండవచట్రములోని మొదటి చిన్నకప్పియొక్క గాడిలోనుండి దూర్చి తరువాత తిరిగి దానిని పై చట్రములోని అడుగు చిన్నకప్పియొక్క గాడిలోనుండి దూర్చుచు ఇట్లు వరుసగ రెండు చట్రములలోని కప్పిలచుట్టును త్రాటిని పోనిచ్చి దానిచివర బలమును ఉంచుదురు. అడుగు చట్రముయొక్క కొక్కెమునకు భారమును కట్టుదురు. ఈ పద్ధతిలో చట్రము 1కి 'n' కప్పిలను ఉపయోగించిన యాంత్రికలాభము '2n' వచ్చును.



కదలుకప్పిలకూర్పు రెండవపద్ధతి

మూడవపద్ధతి: ఇందు మొదటికప్పి కదలు. అన్ని త్రాళ్ళకొనలను భారమునకు కట్టుదురు. భారమునుండి ఒక్కొక్క త్రాటిని ఒక్కొక్క కప్పిపైనుండి తెచ్చి రెండవ కప్పియొక్క పై కొక్కెమునకు కట్టుదురు. చివరత్రాటియొక్క రెండవకొనను బలము కట్టుదురు. ఈ పద్ధతిలో 'n' కప్పిలను ఉపయోగించిన యాంత్రికలాభము '(2n-1)' వచ్చును.



కదలుకప్పిలకూర్పు మూడవపద్ధతి

పి. వి. సూ. కాంతి: మనము కాంతి అని వ్యవహరించునది ఒక విధమైన విద్యుదయస్కాంత శక్తి, అది కన్నులను తాకినప్పుడు దృక్ సంవేదనము కలుగును. వాస్తవమునకు దృగ్గోచర విద్యుదయస్కాంత తరంగముల తరంగ దైర్ఘ్యము 3800 Å - 7600 Å మధ్య ఉండును. కాంతి కణస్వభావము కలదని 17వ శతాబ్దాదిని న్యూటన్ ప్రతిపాదించెను. కాని వివర్తనము, మిథోఘటనము, ధ్రువీకరణమువంటి కాంతిభావములను కణవాదము



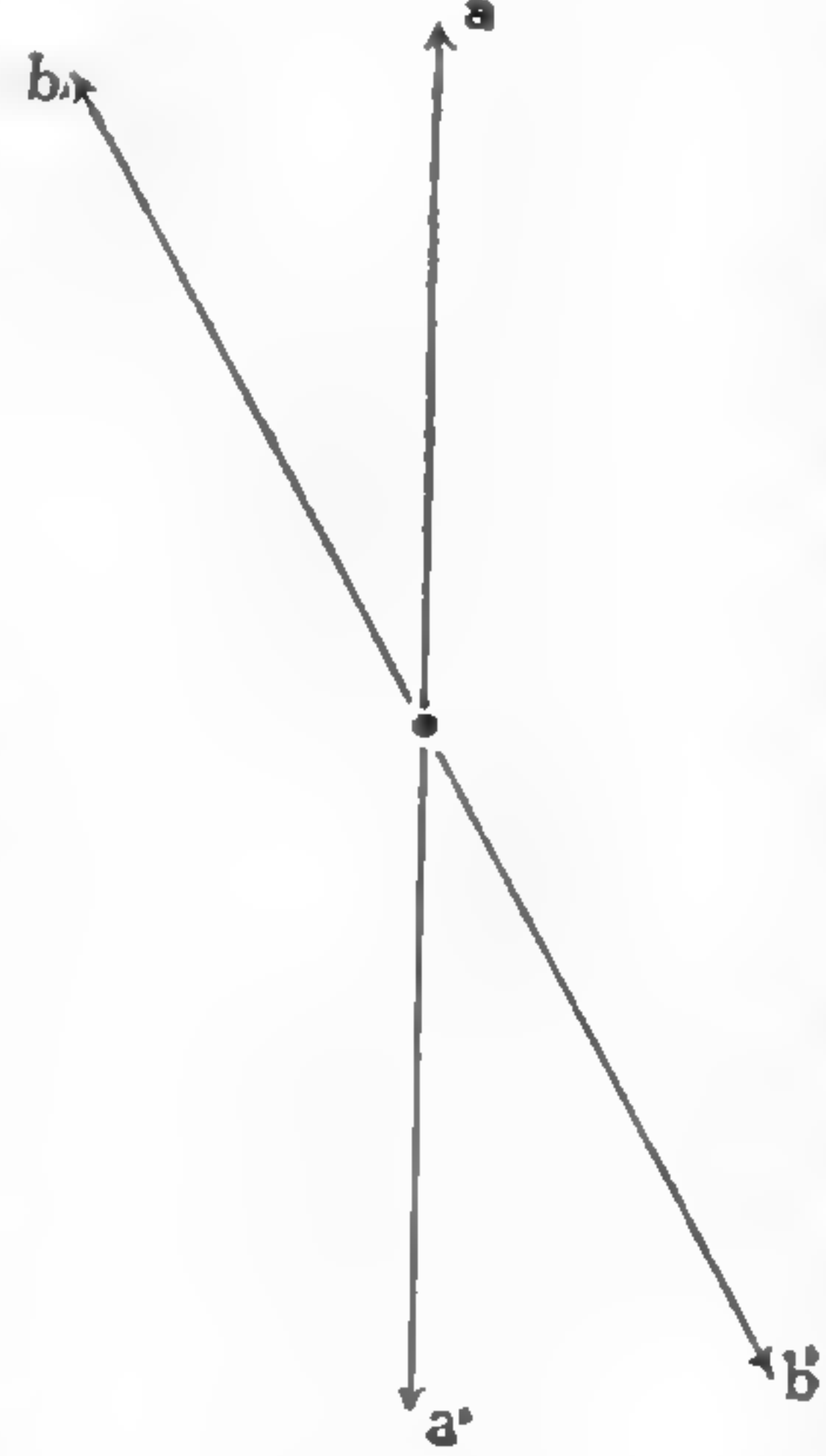
పరిష్కరింప లేకపోవుటచే యంగ్ విజ్ఞాని (1849-50) కాంతి తరంగ వాదమును ప్రతిపాదించి న్యూటన్ కణవాదమునకు స్వస్తి చెప్పెను. తరువాత మాక్స్ వెల్ గణితశాస్త్రరీత్యా కాంతి తరంగ స్వభావమును సాధించెను. నవీన సిద్ధాంతరీత్యా కాంతికణ - తరంగయతమైన ద్వంద్వ స్వభావము కలది. వివరములకు దిగువ వివరించిన శీర్షికలు చూడవగును.

భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష పుటలు : 25, 27, 29, 36-42, 48, 51-53; మిథోఘట్టనము (ఇంటర్ ఫియరెన్స్): వివర్తనము (డిఫ్రెక్షన్); విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము, తరంగయాంత్రిక సిద్ధాంతము, సాపేక్షతావాదము, పరావర్తనము, వక్రీభవనము, ద్రువీకరణము, వర్ణమాల, కాంప్టన్ ఫలితము, క్వాంటం సిద్ధాంతము; దీప్తిమావనము, కాంతిచైతన్యము, ఫోటాన్, కాంతి విద్యుత్తు; ఇవిగాక కాంతిస్వభావమును గూర్చి అనేక విషయములను బయటపెట్టిన విజ్ఞానజ్ఞులైన న్యూటన్, హైగెన్స్, మాక్స్ వెల్, హార్ట్స్, ప్లాంక్, ఐన్ స్టయిన్, డీబ్రాయ్, ప్రొజన్ బర్గ్, ప్రెడింగర్, డిరాక్ ప్రభృతుల జీవితాంశ శీర్షికలు కూడ చూడవగును. \* \* \*

కాంతికణము : చూ. ఫోటాన్.

కాంతి చైతన్యము: సామాన్యముగా వెలుతురు వివిధ తలములలో స్పందించుచున్న భిన్నతరంగ దైర్ఘ్యములుగల కిరణముల సమూహము. తగినపరికరములచే ఈ సమూహమునుండి ఒకే తరంగదైర్ఘ్యముగల కాంతికిరణములను వేరుచేయవచ్చును. సోడియమ్ దీపపుకాంతి అట్టి సమానమైన అలపొడవుగల కిరణముల సమూహము. వెలుతురు యొక్క రంగు, దానితరంగదైర్ఘ్యమునుబట్టి ఉండును. కనుక సమానమైన అలపొడవుగల తరంగములనుండి జనించిన కాంతికి ఏకవర్ణకాంతి అని పేరు. ఏకవర్ణకాంతి యందైనను వివిధ తలములలో స్పందించు తరంగములుండును. కాంతి ప్రసరణమార్గమునకు లంబముగా ఈ తరంగముల స్పందనము జరుగుచుండును. ఐస్లాండ్ స్పార్ (క్వాలెస్ట్) స్ఫటికముగుండా బయటకువచ్చిన ఏకవర్ణకాంతి తరంగములు అందు ప్రవేశించినవాటికన్న విలక్షణముగా ఉండును. ఏలన అట్టి కాంతియందు ఒకే తలమందు కంపించుచున్న తరంగములు ఉండును. ఈ తలము యొక్క అంతరాళసన్నివేశము క్వాలెస్ట్ స్ఫటికము యొక్క దిక్ సన్నివేశమును పట్టి అమరి ఉండును. ఇట్లు క్వాలెస్ట్ స్ఫటికముగుండా నిర్గతమై ఏకతలమందు స్పందించుచున్న తరంగములకాంతికి ద్రువితకాంతియని పేరు (చూ. ద్రువీకరణము). కొన్ని కార్బన్ యోగికములకు ద్రువిత కాంతియొక్క తలమును త్రిప్పగల శక్తి కలదు. ఈ శక్తికి కాంతిచైతన్యము అనిపేరు. ఉదాహరణమునకు

ద్రువిత తరంగములు కాంతి చైతన్యయుత మగు వస్తువును ప్రవేశించక ముందు  $aa'$  అను తలములో స్పందించును.



పైకి వచ్చు కాంతియొక్క తరంగములు  $bb'$  అను తలములో స్పందించునట్లగపడినచో ఆ కాంతి తరంగ తలము  $a, a'$  దిశ నుండి  $b, b'$  దిశకు  $a$  అను కోణము గుండా త్రిప్పబడినదని అందుము.  $a$  డిగ్రీల విలువ గల ఈ కోణమునకు ద్రువన కోణము అందురు. ఈ కోణమును పోలారిమీటరు అను పరికరముచే నిర్ణయించవచ్చును (చూ. పోలారిమీటరు).

ఒక వస్తువుయొక్క ద్రువనకోణవిస్తారము వస్తువుస్వభావమునుపట్టియు, వస్తువు ద్రావణస్థితిలో ఉన్నప్పుడు ద్రావణస్వభావమునుపట్టియు, అందు ప్రవేశించిన కాంతి యొక్క తరంగదైర్ఘ్యమునుపట్టియు ఉండును. ద్రువిత కాంతి చొచ్చుకొనిపోవు పొరయొక్క దళసరి ఎక్కువగుకొలది కోణము విస్తరించుచుండును. అట్లే వస్తువు ద్రావణస్థితిలోనున్నపుడు ద్రావణ సాంద్రతతోకూడ కోణము పెరుగుచుండును. తాపక్రమమునుబట్టికూడ దాని విస్తరణ కొంత మారవచ్చును.

$\alpha$  = కోణవిస్తారము ;  $p$  = నూరు గ్రాముల ద్రావణములో కరగియున్న కాంతిచైతన్యవస్తువుయొక్క భారము (గ్రాములలో);  $d$  = ద్రావణముయొక్క విశిష్టగురుత్వము,  $l$  = కాంతి చొచ్చుకొనిపోవలసిన పొరయొక్క పొడవు (ఈ పొడవు డెసిమీటరులలో కొలచుట రివాజు) అప్పుడు ఆ వస్తువుయొక్క విశిష్టభ్రమణము ( $\alpha$ ) ను అనగా ఒక డెసిమీటరు పొడవుగల గొట్టమును పై విశిష్టగురుత్వము గల ద్రావణముతో నింపి దానిగుండా ద్రువితకాంతిని పరీక్షించినపుడు అగపడు కాంతితలభ్రమణమును క్రింది సమీకరణముచే నిర్వచించవచ్చును :

$$[\alpha] = \frac{\text{ఆవేషితకోణవిస్తారము}}{\text{పొరపొడవు} \times \text{సాంద్రత (ఒక ఘ. సెం. మీ. లోనున్న గ్రాములు)}}$$

ఈ భ్రమణము కుడివైపున సంభవించినపుడు ధన చిహ్నముచేతను, ఎడమవైపున సంభవించినపుడు ఋణ చిహ్నముచేతను సంకేతించబడును. అదిగాక పరిసరముల తాపక్రమములో ప్రయోగము జరిపినప్పుడు కాంతి స్వభా



కాంతి చైతన్యము

వమును గూడ తెలియజేయవలెను. సోడియమ్ కాంతి ప్రదర్శించు 'D' రేఖ కాంతిని వాడుక చేసినప్పుడు ( $\alpha$ ) ను తాపక్రమసహితముగ  $[\alpha]_D^{25}$  అని వ్రాయుదురు.

విశిష్టభ్రమణము ( $\alpha$ ) ను అణుభారముచే గుణించి నపుడు లభించు రాశికి M ( $\alpha$ ) అణుభ్రమణము అని పేరు. కాని ఈ గుణనఫలము సాధారణముగా పెద్దఅంకె అగుటచే దీనిలో నూరవభాగమును గ్రహించుట సంప్రదాయము:

$$[\alpha] = \frac{M[\alpha]}{100}$$

కాంతిచైతన్యముగల యోగికములను రెండువర్గములుగా విభజించవచ్చును. మొదటివర్గములో క్వార్ట్జ్, పొటాసియమ్ క్లోరేట్ మొదలగు అకర్బనయోగికములు ఉన్నవి. వీటి యన్నిటియందును కాంతి చైతన్యగుణము వాటి స్ఫటిక స్థితిని ఆశ్రయించి ఉండును. ఆ ద్రవ్యములను వేడిచేసి ద్రవీభవించినపుడుగాని ద్రావణముగా చేసినపుడుగాని వాటి కాంతిచైతన్యము అంతరించును. ఈ ద్రవ్యముల విషయములో కాంతిచైతన్యము ద్రవ్యాణువుల ఆంతరరచన, అనగా అందలి పరమాణు సంవిధానము వలన కలిగినది కాదు. స్ఫటిక రచనలో అణువుల పరస్పర విశిష్ట విన్యాసమువలన కలిగినది. ఈ విషయము యొక్క పరిక్ష స్ఫటిక శాస్త్రమునకు చెందినది. కార్బన్ యోగికములలో కూడ బెన్జిల్ ( $C_6H_5.CO.CO.C_6H_5$ ) వంటి యోగికములు స్ఫటికావస్థయందు మాత్రము కాంతి చైతన్యమును చూపునవి కలవు.

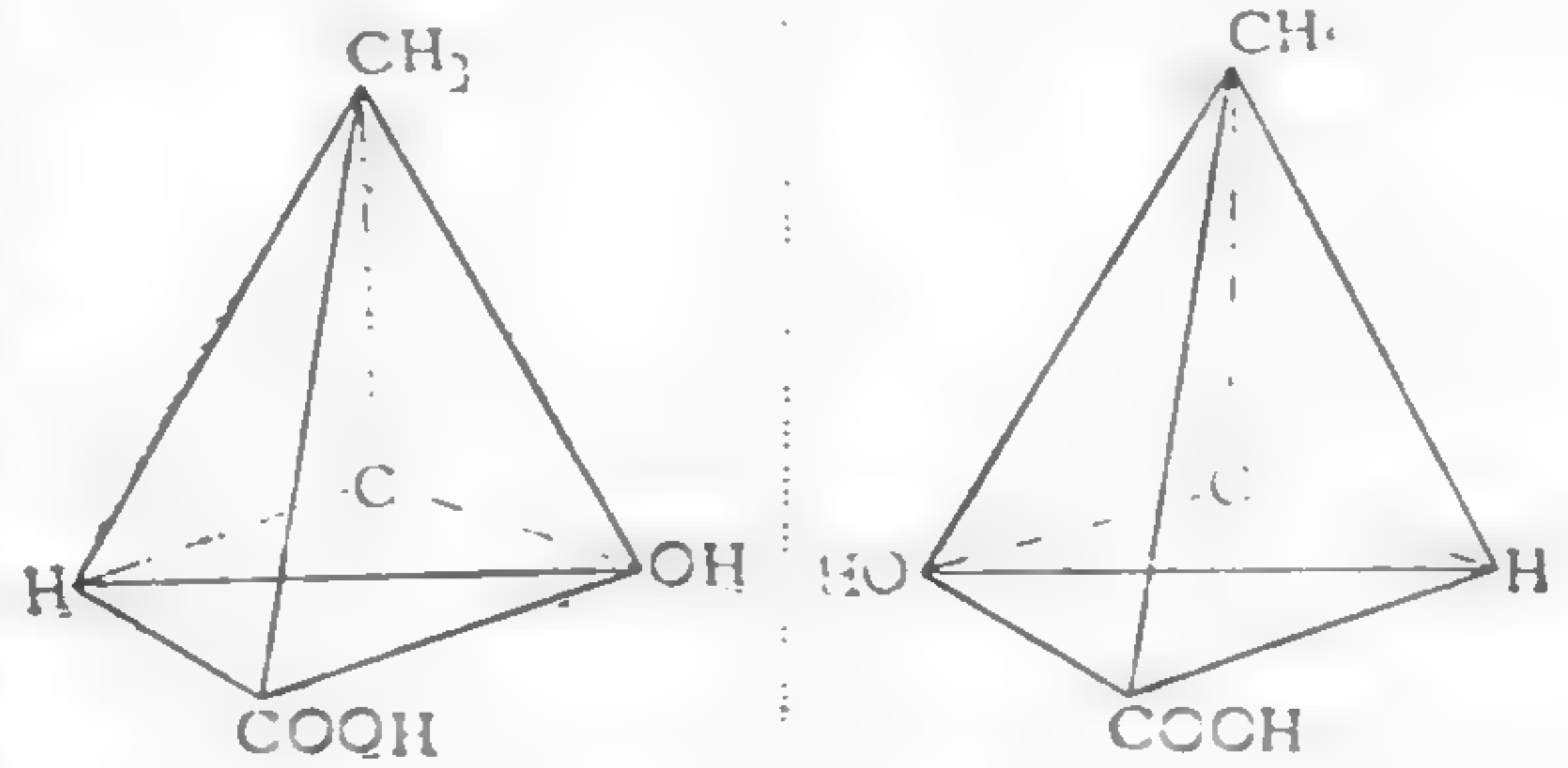
రెండవవర్గమునకు చెందినవి ముఖ్యముగా కార్బన్ యోగికములు; కొన్ని అకర్బనయోగికములు (వెర్నర్ యోగికములు) కూడ కలవు. ద్రావణావస్థలోకూడ వీటి కాంతిచైతన్యము పోదు. ద్రావణావస్థలో ద్రావ్యము అణువిభక్తస్థితిలో ఉండునని జ్ఞాపకముంచుకొనినచో కాంతి చైతన్యము కేవల అణువులగుణమే అని విశదమగును వాయుస్థితి కూడ సాధారణముగా అణువిభక్త స్థితియే అగుటచేత బాష్పస్థితిలోకూడ ఈ ద్రవ్యములు వాటి కాంతి చైతన్యమును పోగొట్టుకొనవు. ఈ యోగికముల అణువులలోనున్న విశిష్టరచన, వాటి కాంతిచైతన్యమునకు కారణము అగుచున్నది. అణురచన ముఖ్యముగా రాసాయనిక శాస్త్రవిషయము కాబట్టి ఇట్టిద్రవ్యముల కాంతిచైతన్య గుణవివరణ రాసాయనిక శాస్త్రాంశ మగును.

కాంతిచైతన్యముగల ప్రతి యోగికమును రెండు రకములుగా ఉండును. అందొకటి ధ్రువితకాంతిలమును కొంతకోణముగుండ ఒక దిశలో త్రిప్పిన, రెండవది అంతే కోణముగుండ విరుద్ధదిశలో త్రిప్పును. ఈ రెండు సమాంగ

రూపములకు చాతుషసమాంగరూపములని పేరు. వీటిని ప్రతి ధ్రువములు (ఆంటీపొడీజ్) లేదా ప్రతి రూపములు (ఎనాంటియోమార్ఫ్స్) అనికూడ అందురు. ఎడమవైపు కాంతిలభ్రమణమును కలుగజేయు యోగికప్రకారము నకు సవ్య\* (l-) రూపమనియు, విరుద్ధగుణముగలదానికి అపసవ్య (d-) రూపమనియు వ్యవహారము.

లాక్టిక్ ఆసిడ్ ను ఉదాహరణముగా తీసికొని ఈ పై పరిభాషను ఎట్లు ఉపయోగింతురో తెలిసికొందము. లాక్టిక్ ఆసిడ్ ( $CH_3CHOHCOOH$ ) నందు ఒక అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు ఉన్నది.

దీని సవ్యాపసవ్యరూపములు క్రింది దైశిక సాంకేతికములచే తెలియపరచవచ్చును. మధ్యనున్న ఛిద్రరేఖను దర్పణతల మనుకొనినచో, ఈ రెండు రూపముల బింబ ప్రతిబింబ సన్నివేశము విశదమగును. ఈ రెండు రూపము



లలో ఒకదానిని సవ్యమనినచో సంకేతించిన రెండవదానిని అపసవ్యమని గుర్తించవచ్చును. అంతేకాని ఏ రూపము అంగముల సవ్యవిన్యాసముకలదియో, ఏది విరుద్ధ విన్యాసముకలదియో నేటికిని ప్రయోగమువలన నిశ్చితము కాలేదు.

యోగిక అణురచనయందు ఒకే అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు ఉన్నపుడు సవ్యాపసవ్యరూపములు రెండుండునని మనకు తెలిసినది. ఒకటికన్న ఎక్కువ అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువులు ఉన్న యోగికములు సైతము కలవు. టార్టారిక్ ఆసిడ్ రెండున్నదానికి దృష్టాంతము.

గ్లూకోస్ రచనలో నాలుగు అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు లున్నవి. ఫాస్ హాఫ్ సిద్ధాంతప్రకారము అట్టి యోగికములకు  $2^n$  భిన్నచాతుష సమాంగరూపములుండును. ఇచ్చట n అనునది అణురచనయందున్న అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణుసంఖ్యను తెలియజేయును. ఈ నియమప్రకారము టార్టారిక్ ఆసిడ్ నకు  $2^2 = 4$ , గ్లూకోస్

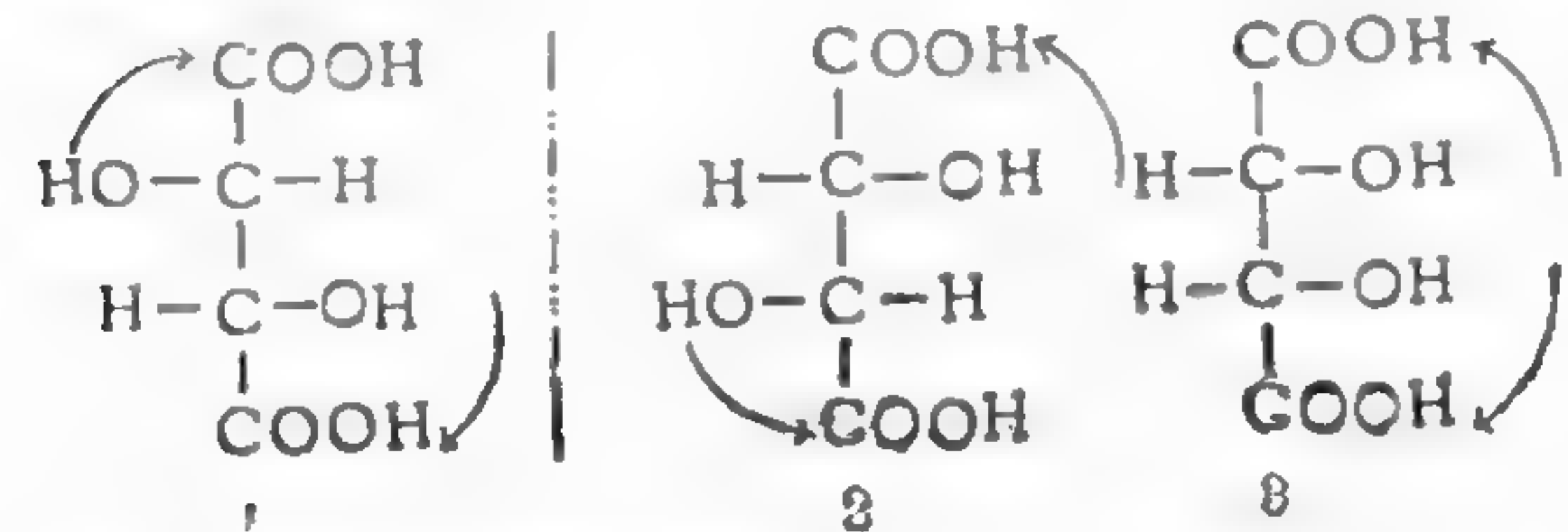
\* సవ్య (సంస్కృతము) = levo (లాటిన్) = Left (ఇంగ్లీషు) = ఎడమ.



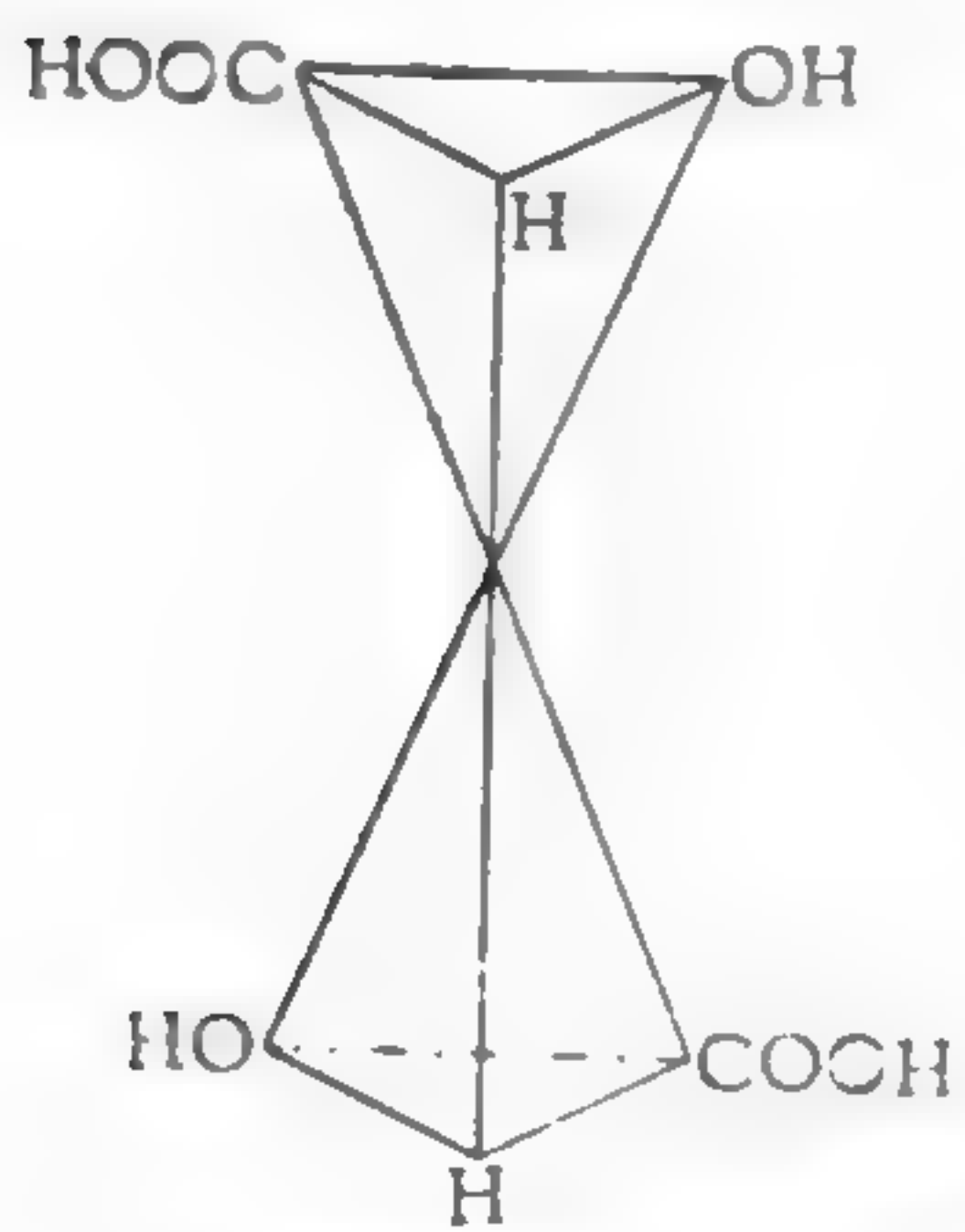
$2^4 = 16$  రూపము లుండవలెను. టార్టారిక్ ఆసిడ్ యొక్క రేఖాసాంకేతికమును పరీక్షించినచో అందు రెండు అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు లున్నట్లు విశదమగును.

మొదటికార్బన్ పరమాణువుచుట్టు -H, -COOH, -OH, -CHOH.COOH అను పరస్పరభిన్న స్వభావ ములుగల నాలుగు అనుబంధములున్నవి. అందువలన  $C^1$

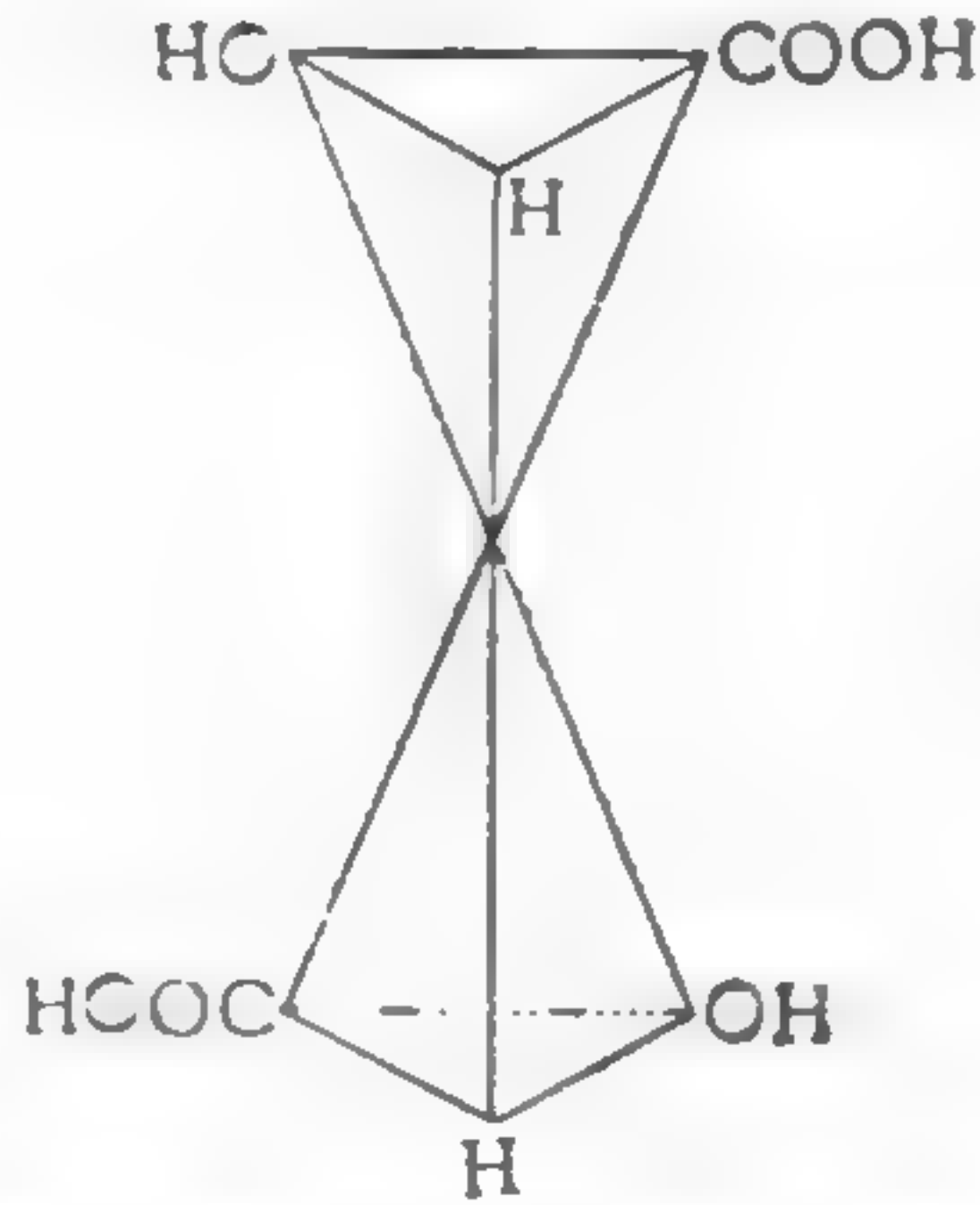
అసౌష్ఠవకార్బన్ పరమాణువైనది. ఇట్లే  $C^2$  కూడ అసౌష్ఠవకార్బన్ పరమాణువని చూపవచ్చును. టార్టారిక్ ఆసిడ్ విషయములో సిద్ధాంతప్రకారము ఉండవలసిన నాలుగు రూపములను కూడ ప్రయోగము సాధించగలిగినది. వాటిని క్రింది విధమున చిత్రించవచ్చును :



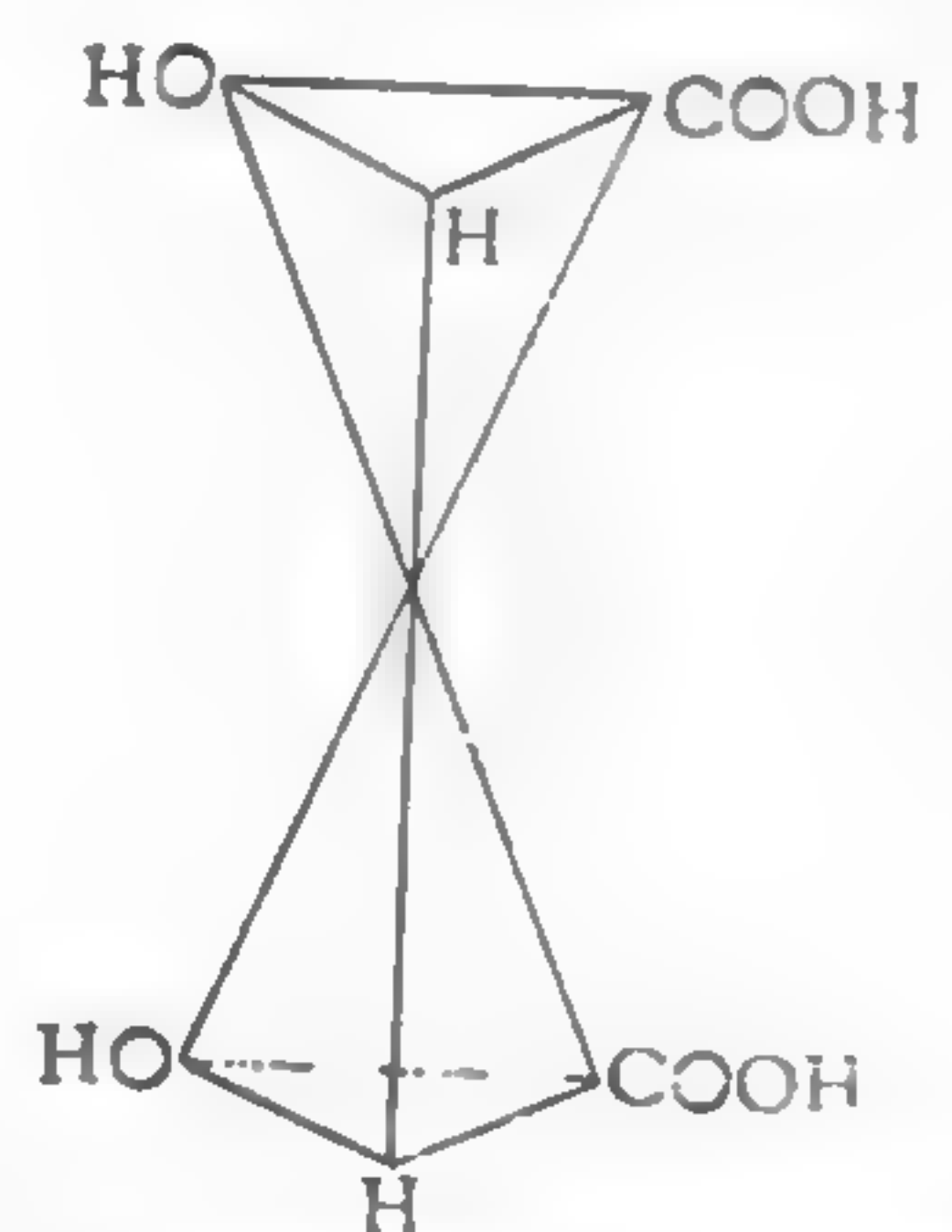
పీటి దైశిక సాంకేతికములు:



[1]



[2]



[3]

పై చిత్రములో 1, 2, 3 అను మూడు చాతుషసమాంగ రూపములు చూపబడినవి. నాల్గవది ప్రత్యేకరూపము కాదు. 1, 2 రూపములు సమరాశిలో కలిసియుండుటవలన ఏర్పడినది. దీనికి రేఖమిక్ రూపమని పేరు. సిద్ధాంతము నిర్దేశించిన నాల్గవరూప మిదియే.

ప్రతి కార్బన్ పరమాణువుచుట్టునున్న అనుబంధములను -OH, -COOH, -H, -CHOH, (COOH) అను క్రమములో గణించినట్లైన చిత్రమందు 1వ రూపములో ఆ అనుబంధములు ఒకే క్రమమున అనగా సవ్య క్రమమున (గడియారపుముల్లు తిరుగుదిశలో) రెండు కార్బన్ పరమాణువులచుట్టును ఉన్నట్లు స్పష్టము. ఇట్టి పరిస్థితిలో మొదటి కార్బన్ పరమాణువుచే నైన భ్రమణమును రెండవ కార్బన్ పరమాణువు ఇనుమడింపజేయును.

దీనిని సవ్యరూపమని అందుము. రెండవరూపము మొదటి దానికి దర్పణప్రతిబింబము. ఇందులో రెండు కార్బన్ పరమాణువుల చుట్టును అనుబంధములవరుస అపసవ్యక్రమమున అనగా గడియారపుముల్లు తిరుగుదిశకు విరుద్ధదిశలో అమర్చబడియున్నవి. ఈ రూపమందుకూడ రెండు కార్బన్ పరమాణువులును పరస్పరము వాటిభ్రమణ సామర్థ్యమును పోషించుకొనును; ఇది అపసవ్యరూప మగును. మూడవ రూపమున మీది కార్బన్ పరమాణువుచుట్టు అనుబంధముల అపసవ్యక్రమము, క్రింది దానిచుట్టు సవ్యక్రమమును కాననగును. అందువలన ఈ రెండు కార్బన్ పరమాణువులును వాటిభ్రమణ సామర్థ్యమును పరస్పరము రద్దుచేసికొని, యౌగికమును మొత్తముమీద కాంతిచైతన్యరహితముగా నొనర్చును. ఒకే యౌగికమందు ఇట్లు పరస్పరము భ్రమణ సామర్థ్యమును రద్దుచేసికొను అనుబంధముల సవ్యాపసవ్యక్రమవిన్యాసమున్నచో దానిని 'ఆంతరపూరణము' అని అందురు. ఇట్టి కాంతిచైతన్యరహితమగు రూపమునకు 'మీసో' రూపమని పేరు. పై నిచెప్పిన రేఖమిక్ మిశ్రమందు సమ అణురాశిలో చాతుష ప్రతిరూపములు కలిసియుండుటచే దానికాంతిచైతన్యము మరుగు

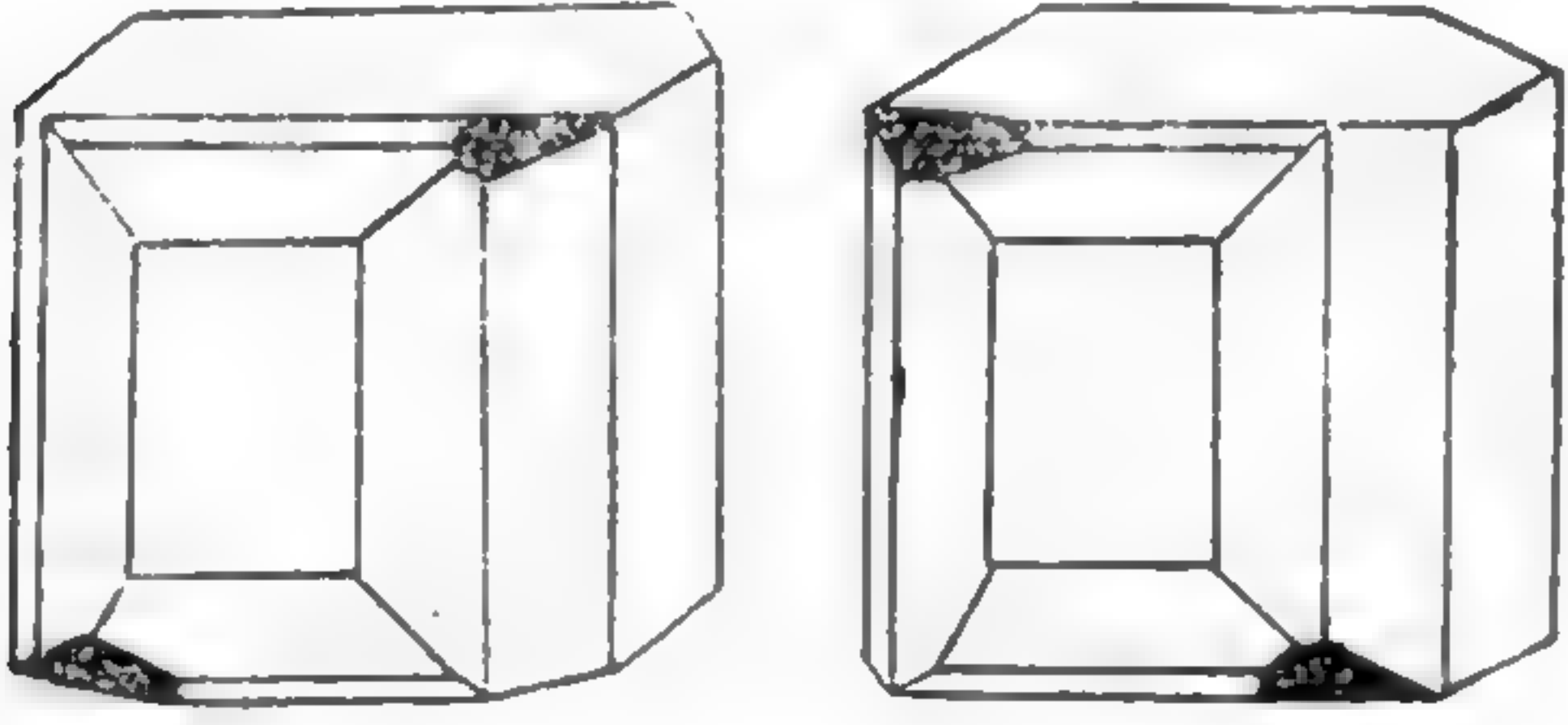
వడినది. ఇట్టి మిశ్రమందు కాంతితలభ్రమణసామర్థ్యమును పరస్పరము రద్దుచేసికొను అణువులు వేరువేరుగానుండుటచే రద్దుచేసికొనుటకు 'జాహ్యపూరణము' అని పేరు.

శోధనాగారమందు అసౌష్ఠవకార్బన్ పరమాణువులుగల యౌగికములను తయారుచేయు ప్రయత్నములో సవ్య రూపముగాని, అపసవ్యరూపముగాని విడిగా లభించదు. పీటి సమరాశిగలమిశ్రమే సిద్ధించును. అనగా రేఖమిక్ మిశ్రమే లభ్యమగును. ఈ మిశ్రములు ప్రత్యేకరూపములుగా విడదీయుటకు ముఖ్యముగా మూడువిధానములు పస్తూర్ చే కల్పించబడినవి. అందు మొదటిది భౌతిక పద్ధతి: రేఖమిక్ మిశ్రమును ద్రావణమునుండి స్ఫటికీకరించినపుడు ఒకప్పుడాస్ఫటికమిశ్రములో రెండు ప్రతిరూపముల స్ఫటికములును వేరువేరుగా ఉండును. ఈ



## కాంతి చైతన్యము

ప్రతిరూప స్ఫటికములలో ఆ స్ఫటికరచనయొక్క సౌష్ఠవమునకు అనుగుణమగు తలములతోబాటు, సగమువరకే వృద్ధిపొందిన అర్ధతలములుకూడ ఉండును. ఈ స్ఫటికమిశ్రములో ఒక తరగతిస్ఫటికముయొక్క అర్ధతలములు రెండవ దానిలోని సదృశార్ధతలములయొక్క దర్పణప్రతిబింబములవలె ఉండును. టార్టారిక్ ఆసిడ్ యొక్క సోడియమ్ అమోనియమ్ లవణస్ఫటికములలో ఈ అర్ధతలసంఘటన ఎట్లు కన్పట్టునో సోడియమ్ అమోనియమ్ టార్టరేట్ లవణము యొక్క ప్రతిబింబరూపములైన క్రింది చిత్రములు చూపును:



అర్ధతల ప్రతిబింబరూపములు.

ఈ అర్ధతల విశిష్టతను గుర్తుపట్టి రెండు ప్రతిరూపములను చేతితో పరి విడదీయవచ్చును; కాని ఈ పద్ధతి సులభ సాధ్యముకాదు. పలన దీనికి బాగుగాపెరిగిన స్ఫటికములు ఉండవలెను. అదిగాక సాధారణముగా రేశమిక్ మిశ్రము ప్రాయికముగా విడదీయుటకు వీలులేని ప్రతిరూపముల రాసాయనిక సంయోగముగా లభ్యమగును గాని మిశ్రముగా సంభవించదు.

జీవరాసాయనిక పద్ధతి : కొన్ని సూక్ష్మజీవులు ప్రతిరూపములు రెంటిలో నొకదానిని తినివేయును; మిగిలినది వేరుగా లభ్యమగును. టార్టారిక్ ఆసిడ్ ప్రతిరూపములను విడదీయుటకు పస్తూర్ పెన్సిలియమ్ గ్లాకమ్ అను నొక విధమైన బూజును ఉపయోగించెను. ఈ బూజు టార్టారిక్ ఆసిడ్ లవణముయొక్క అపసవ్యరూపమును గ్రసించి, సవ్యరూపమును విడిచిపెట్టును. ఈ పద్ధతిలో ఒకరూపము బొత్తిగా నశించును. అందువలన ఇదికూడ విస్తారముగా వాడుకలోలేదు.

గాసాయనిక పద్ధతి : ఎక్కువగా వాడుకలో నున్న పద్ధతి ఇదియే; దీనిని క్రిందివిధముగా నిర్వహించుదురు :

రేశమిక్ మిశ్రము ఆమ్లమైనపుడు కాంతిచైతన్యము గలిగిన లవణాధారముతోను, జారమైనపుడు అట్లే కాంతి చైతన్యముగల ఆమ్లముతోను, లవణమిశ్రముగా మార్చినచో లభ్యమగు రెండురకముల లవణములును ప్రతిరూపములు కాకపోవుటచే వాటి భిన్నద్రావ్యతలనుబట్టి వాటిని సులభముగా విడదీయవచ్చును. ఉదాహరణమునకు

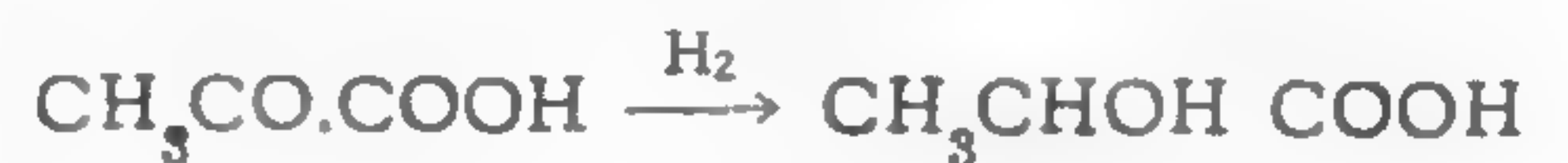
టార్టారిక్ ఆసిడ్ యొక్క రేశమిక్ మిశ్రమునుండి ప్రత్యేక రూపములను విడదీయవలెననుకొందము. ఈ మిశ్రమునకు d (అపసవ్యరూప) సింకోనీన్ (చూ. ఆల్కలాయిడ్లు - పు. 189) అను లవణాధార గుణముగల ఆల్కలాయిడ్ యోగికమును కలిపిన d - టార్టారిక్ ఆసిడ్, d - సింకోనీన్ చే తటస్థీకరింపబడి d - సింకోనీన్ d - టార్టరేట్, l - టార్టారిక్ ఆసిడ్ d - సింకోనీన్ చే తటస్థీకరింపబడి d - సింకోనీన్ - l - టార్టరేట్ అను రెండు లవణములు ఏర్పడును. ఈ రెండులవణములు ప్రతిరూపములు కావు. పలన d - సింకోనీన్ d - టార్టరేట్ యొక్క ప్రతిరూపము l - సింకోనీన్ l - టార్టరేట్ గాని d - సింకోనీన్ l - టార్టరేట్ కాదు. అందువలన ఇట్లు లభ్యమైన లవణముల ద్రావ్యత మొదలగుధర్మములు భిన్నములై ఉండును. ద్రావ్యతలోని భేదమును ఆధారముచేసికొని ఈ రెండు లవణములను ఆంశిక స్ఫటికీకరణములచే వేరు పరచవచ్చును. వేరుచేసినతరువాత ఈ లవణములనుండి అకర్పనామ్లముతో ద్విపరివర్తన కార్యము జరిగించినచో శుద్ధామ్లములు వేరువేరుగా లభించును. ఈ వేరుచేయు విధానములో ఉపయోగపడు ఆమ్లములు, లవణాధారములలో ముఖ్యమైనవి క్రింద చూపబడినవి :

ఆమ్లములు : టార్టారిక్ ఆసిడ్, బ్రోమోకాంఫర్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్, కాంఫర్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్.

లవణాధారములు : సింకోనీన్, సింకోనిడిన్, క్వినీన్, క్వినిడిన్, స్ట్రికినీన్, బ్రూసీన్, మార్ఫీన్ అనునవి ఆల్కలాయిడ్లు; కాంతిచైతన్యము గలిగి లవణాధార ధర్మముగల కోబాల్ట్ యోగికములు.

అసౌష్ఠవరచనగల యోగికములను శోధనాగారమందు నిర్మించు ప్రయత్నములందెల్లప్పుడును చాడుషప్రతిరూపముల సమరాశిమిశ్రమే గాని, ప్రత్యేకముగా ఒక్కరూపము సంభవించదనియు, కొన్నిపరిస్థితులలో అసౌష్ఠవ సంయోజనవిధానమును ఉపయోగించి సవ్యాపసవ్యరూపములలో నేదానినైన ప్రత్యేకముగా నిర్మించవచ్చును చాడుషప్రతిరూపములు ఎప్పుడును జంటగానే తటస్థించు నెడల, ప్రకృతియందు మొట్టమొదట ప్రత్యేకరూపములు ఎట్లు సంభవించినవి అను ప్రశ్నకు నేటికిని సరియైన సమాధానము దొరకలేదు.

శోధనాగారమందు ప్రత్యేకరూపముల సృష్టి కొంత వరకు వీలైనది. దృష్టాంతము : పైరూవిక్ ఆసిడ్ ను ఆక్సిహరించుటచే రేశమిక్ లాక్టిక్ ఆసిడ్ లభించును.





కాని మొదట ప్రైరూవిక్ ఆసిడ్ను కాంతిచైతన్య గుణముగల 1-బోర్ని యోల్ అను ఆల్కహాల్ చే ఎస్టర్ గా మార్చి ఆ ఎస్టర్ను ఆక్సిహరించినచో d-లాక్టిక్ ఆసిడ్, 1-బోర్ని యోల్ ఎస్టర్; 1-లాక్టిక్ ఆసిడ్ 1-బోర్ని యోల్ ఎస్టర్ అను ఈ రెండు ఎస్టర్ల మిశ్రము లభించును. ఈ మిశ్రములో ఏ కారణముననో ఈ రెండు ఎస్టర్లును సమరాశిలో ఉండవు. మొదటిది చాలఎక్కువగా ఉండును. ఈ మిశ్రమునుండి జలవిశ్లేషణముచే బోర్ని యోల్ ఆల్కహాల్ను ఒత్తిగిలించినచో, d-రూపము ఎక్కువగానున్న లాక్టిక్ ఆసిడ్ లభించును. ఇదియైనను మిశ్రములో ఒకరూపముయొక్క పాలు నెక్కువ శేయుటకు ఉపాయమేగాని, వాటిలో నొకదానిని ప్రత్యేకముగా నిర్మించుటకు సాధనముకాదు. మే. వ. న.

**కాంతి పరిక్షేపణము :** తేలియాడుచున్న కణములు గల యానకముగుండా కాంతి కిరణపుంజము ప్రసరించినపుడు కాంతి అన్ని దిశలకును చిందుట సంభవించును. అందువలన కాంతిశీఘ్రతలో కొంతభాగము పతనకిరణ పుంజమునకు ఏటవాలు దిశలలో పరిక్షేపణము నొందును. కొల్లాయిడ్ ద్రావణముగుండాగాని పొగగుండాగాని, కాంతికిరణపుంజమును ప్రసరింపజేసే పతనకిరణమార్గమునకు లంబదిశలో చూచినపుడు అగపడు కాంతిమార్గము కాంతి పరిక్షేపణ ఫలితమే. కాంతిని పరిక్షేపణమొనర్చు కణములు మిక్కిలి చిన్నవికానపుడు పతనకిరణ మార్గమునకు చేరువగనే పరిక్షేపణమును పొందిన కాంతిలో ఎక్కువ భాగము కేంద్రీకృతమగును. కాని, పరిక్షేపణమునొనర్చు కణముల పరిమాణము తగ్గినకొద్దీ తదనుగుణముగా పరిక్షేపణము చెందిన కాంతి వ్యాపించు ప్రదేశము విస్తృతమగును. టిండాల్ పరిక్షేపణము అని వ్యవహరింపబడుచున్న ఈ సంఘటనలో సంక్రామిత కాంతిశీఘ్రతయందు తదనుగుణమైన ఓణత యుండును. అల్పతర తరంగ దైర్ఘ్యముగల కాంతికిరణముల పరిక్షిప్తకాంతి శీఘ్రత మిక్కిలి ఎక్కువ. చుట్టపొగగుండా చూచినపుడు పరిక్షిప్త కాంతి నీలిగా గోచరించుటయును, సంక్రామిత కాంతి ఎర్ర బారుటయును అందుచేతనే. అస్తమించుచున్న సూర్యుని కాంతిలోని నీలికిరణములు వాటిమార్గమందున్న ధూళికణములచే గమనదిశకు దూరముగా ఎక్కువ పరిక్షిప్తమగుట చేత ఆ సమయమందు సూర్యబింబము ఎర్రగా గోచరించును.

కాంతిపరిక్షేపణమును పొందుటకు చతుర్గోచరకణములే కేవలము అవసరములేదు. గాలిఅణువులు, ద్రవాణువులు కూడ పరిక్షేపణ కేంద్రములుగా వ్యవహరింపగలవు.

జాగ్రత్తగా శుద్ధముచేసిన ద్రవములలో సహితము నీలి 'చాలు'ను చూడగలుగుటకు కారణమదియే. వాతావరణములోని అణువులు సూర్యకిరణములను పరిక్షేపించుట చేతనే ఆకాశము నీలివర్ణముతో గోచరించుచున్నది. ఈ రకపు పరిక్షేపణకు 'రాలే పరిక్షేపణము' అని పేరు. సముద్రజలములోని నీటి అణువులు సూర్యకాంతిని పరిక్షేపించుటచేత సముద్రము ముదరనీలిరంగులో కనిపించును.

సూక్ష్మకణముల పరిమాణమును, ఆకారమును నిర్ణయించుటకు కాంతిపరిక్షేపణశీలము భౌతికవిజ్ఞానికి ఎక్కువగా తోడ్పడుచున్నది. ఇటీవల అణుద్రవ్యములను, శారీర శాస్త్ర విషయక ప్రాముఖ్యమైన ప్రోటీన్ల వంటి పదార్థములను పరిశీలించుటకై కాంతిపరిక్షేపణమును పాచ్యుగా వాడుచున్నారు. రామన్.

**కాంతి భౌతిక శాస్త్రము :** వికిరణము ద్రవ్యముపై పడినపుడు మూడు విధములగు సంఘటనలు జరుగుటకు అవకాశము ఉన్నది. ద్రవ్యశరీరమందు వికిరణము వేడిగా మారిపోవచ్చును; వికిరణము ఆ ద్రవ్యమందు రాసాయనికపు మార్పును కలుగజేయవచ్చును; ఆ వికిరణము ద్రవ్య శరీరమందు మార్పుచెందకుండగనో కొంచెము మార్పు చెందియో బయటికి రావచ్చును. పైని నిరూపించిన రెండవరకపు సంఘటనలు కాంతి రాసాయనిక శాస్త్ర విషయము (చూ. కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము పు. 248) మూడవ రకపు సంఘటనలు కాంతి భౌతిక శాస్త్ర ప్రమేయములు.

విచూషించినవికిరణశక్తిని ద్రవ్యము మరల వికిరణరూపముననే క్రక్కివేయవచ్చును. ఈ సంఘటనకు ప్రస్ఫురణము (స్థోరిసెన్స్) అనిపేరు. సాధారణముగా విచూషిత కాంతి శక్తితో వికీర్ణకాంతిశక్తి సమానముగా నైన ఉండవచ్చును. లేదా, దానికన్న తక్కువగానైన ఉండవచ్చును. ఈ రెండవసంఘటన విచూషితశక్తిని ద్రవ్యము రెండుమూడు మజిలీలలో వెడలక్రక్కినపుడు సంభవించును. ప్రస్ఫురిత కాంతితరంగ దైర్ఘ్యము ప్రాథమిక కాంతితరంగ దైర్ఘ్యముతోసమానముగా ఉండవచ్చును. లేదా, తక్కువగానైనను ఉండవచ్చును. మొదటిపక్షములో ద్రవ్యముచే ఉద్గీర్ణమగు కాంతిని 'అనునదనవికిరణము' అందుము. రెండవపక్షమున వెలువడిన కాంతిని స్టోక్స్ వికిరణము, లేదా ప్రస్ఫురిత కాంతి అందుము. ప్రస్ఫురితకాంతి ఎల్లప్పుడును ప్రాథమిక కాంతికన్న ఎక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యమును, అందువలన తక్కువ శక్తిని కలిగియుండునని 1851 లో స్టోక్స్ కనిపెట్టియుండుటచే, ఈ నియమమునకు 'స్టోక్స్ నియమము' అని పేరు వచ్చినది. సాధారణముగా ప్రస్ఫురితకాంతి ప్రసరించు



కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము

కాలము చాలఅల్పము. 10<sup>-8</sup> సెకను ఆ కాంతి అర్థజీవిత వ్యవధి. అదికాక, ప్రాథమిక అనగా, ప్రేరకకాంతి తొలగించిన ఉత్తరక్షణమున ప్రస్ఫురణముకూడ ఆగి పోవును. విలీనాష్టుములలో క్విన్సీ సల్ఫేట్ ద్రావణము, వెలుతురుకు ఎదురుపెట్టినంతసేపు ప్రస్ఫురితకాంతిని వెద చల్లును. కిరసనాయిలు కూడ ప్రస్ఫురితకాంతిని వెద లించును. కొన్నిద్రవ్యములు విచూషితకాంతిని తమలో నిలవచేసికొని, ప్రాథమికకాంతిని తొలగించిన తరువాత కూడ కొంతకాలము ప్రస్ఫురణమును కనపర్చును. ఇట్టి సంఘటనమునకు భాసనము (ఫాస్ఫోరెసెన్స్) అని పేరు. భాసనమును విలంబితప్రస్ఫురణముగా మనము భావించ వచ్చును. బేరియమ్ సల్ఫైడ్, జింకు సల్ఫైడ్, కాల్షియమ్ సల్ఫైడ్ ల వంటి కొన్ని సల్ఫైడ్ యాగికములు; మాంగ నీస్, రాగి లవణములవంటి కొన్ని మలినలేశముల సన్నిధిలో భాసనమును కనపరచును. ఇట్టిద్రవ్యములను కొంతసేపు వెలుగులో పెట్టి చీకటిలోనికి తీసికొనివచ్చినపుడు రెండు మూడు నిమిషముల వరకును భాసనము సంభవించును. ఒకప్పుడు ఈ భాసితకాంతి వార్తాపత్రికను చదువుకొను టకు పీలున్నంత తీక్షణముగా నుండును.

గడియారము, వాచీ మొదలైన వాటి ఫలకముల మీది అంకెలను చీకటిలో కనపడునట్లు చేయునది ఈ భాసన సంఘటనయే. బేరియమ్ సల్ఫైడ్ తో రేడియమ్ లవణపు ద్రావణలేశమును కలిపి మర్దించగా వచ్చిన ముద్దను అంకెలపై పూసిన, గడియారపు అంకెలు చీకటిలో కూడ కనిపించును. రేడియమ్ నుండి బహిర్గతమగు వికిరణము బేరియమ్ సల్ఫైడ్ ను తాకినపుడు సల్ఫైడ్ భాసించును. ఈ వెలుతురువలననే మనము గడియారపు అంకెలను చీకటిలోకూడ చూడగలుగుచున్నాము.

తరుచుగా వికిరణమువలన ఉత్తేజితమైన అణువు ఇంకొక అణువుతో డీకొనినపుడు రెండవదానికి దానిశక్తిలో కొంత భాగమును పంచిపెట్టును. ఈ రెండవఅణువు దానికి మొదటి దానివలన సంక్రమించినశక్తిని ప్రస్ఫురితకాంతిగా పైకి పంపవచ్చును. లేదా, మరియొక అణువునకు అదికూడ తన శక్తిని దానము చేయవచ్చును. మొదటి పక్షములో జరుగు సంఘటనకు ప్రేరితప్రస్ఫురణము అనిపేరు. ఉదా హరణకు, పాదరసబాష్పము అతినీలలోహితకాంతిచే ఉత్తేజితమై, దానితో కలిసియున్న బాష్పరూపమున ఉన్న సోడియమ్ పరమాణువులకు, తన శక్తిలో కొంత దానము చేసి, సోడియమ్ పరమాణువులను పసుపు రంగుగల సోడియమ్ కాంతిని వెలిబుచ్చునట్లు ఉత్తేజితములుగా చేయ గలదు. సోడియమ్ పరమాణువులు, సాక్షాత్తుగా అతినీల

లోహితకాంతివలన పసుపుకాంతిని వెదజల్లునట్లు ఉత్తేజిత ములు కావు.

విచూషితకాంతిని తిరిగి వికిరించుటకన్న అణువులు ఒక దానితోనొకటి డీకొని శక్తిని అన్యోన్యముగా సంక్రమింప చేసికొను కార్యము బహుళముగ జరుగును. ఉత్తేజిత అణువును, ఒక దృష్టిలో మిక్కిలి తాపశక్తిగల అణువుగా మనము భావించవచ్చును. ఏలన, ఒక అణువునకు 50 కిలోకేలోరీల తాపశక్తిని సంక్రమింప చేయవలెననిన దానిని 7000°C వరకు వేడిచేయవలసి వచ్చును. ఈ తాప శక్తిద్రవ్యాణువునకు ఒక పసుపు కాంతి కణమును విచూ షించుటవలన అలవడును. కాని, అణుసమూహములో జరుగు ప్రబలసంఘర్షణలవలన కాంతి కణమును స్వీకరించిన అణువు విస్తారమైనశక్తిని సంపాదించి వేడి ఎక్కుటకు బదులుగా, ఆశక్తి తక్కిన కోట్లకొలది ఉన్న అణువులలో పంపకమై ద్రవ్యరాశి అంతయు కొంచెము వేడెక్కును. ఇట్లే సూర్యునినుండి భూమిపైపడు కాంతిలో చాల భాగము తగ్గిపోవును.

ప్రస్ఫురణసంఘటనలో విచూషితకాంతికన్న వినిర్గత కాంతి తక్కువశక్తిని, హెచ్చుతరంగదైర్ఘ్యమును కలిగి యుండునని చెప్పియుంటిమి. ద్రవ్యముపై పడు కాంతిలో కొంతభాగము ద్రవ్యములోని అణువులను, అణువులలోని పరమాణువులను ఉత్తేజితములుగా అనగా, హెచ్చు శక్తి మంతములుగా చేయుటయందు వ్యయింపబడుటచే వినిర్గత కాంతి, శక్తిలో కొరవడియుండుట సబబే. కాని, కొన్ని సంఘటనలయందు, వినిర్గతకాంతిలో ఎక్కువశక్తి, తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యము గల కిరణములు ఉండవచ్చునన్న సంగతి పరమాణు రచనాసిద్ధాంతమునుండి స్మెకాల్ ఆదేశించ గలిగెను (1923). ఈ సంఘటనను రామన్ ప్రాయోగి కముగ రుజువుచేసెను (1928). ఈ సంఘటనకు 'రామన్ ఫలితము' అని పేరు (చూ. రామన్ ఫలితము). చివరకు మరియొక సంఘటనను క్లుప్తముగా పేర్కొనవలసి ఉన్నది. ధాతువుల తలముపై కాంతి, ముఖ్యముగా అతినీలలోహిత కాంతి పడునపుడు ధాతుపరమాణువులు, ఎలక్ట్రాన్ లను కోలుపోయి అయన్ లుగా మారును. దీనికి కాంతి విద్యుత్ సంఘటన అని పేరు (చూ. కాంతి విద్యుత్తు). మే. వ. న.

కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము : భూమిపై అందు బాటులోనున్న నేలబొగ్గు, రాతినూనె, శక్తినిచ్చు ద్రవ్య ములు అన్నిటికిని సూర్యరశ్మియే మూలాధారము. కాంతి, వేడిమి కిరణరూపమున అంతరాళములో ప్రసరించుచున్న వనియును అవి శక్తియొక్క విశిష్ట రూపము లనియును భౌతికశాస్త్రము చెప్పుచున్నది. సూర్యరశ్మి కిరణరూప



మున, అంతరాళమును చొచ్చి కొంత భాగము భూమిపై బడి భూమిచే గ్రహించబడుచున్నది. మరికొంత భాగమును సముద్రజలము కబళించి ఆవిరియై మీదకెగసి మరల వర్ష రూపమున భూమిపై పడుచున్నది. సూర్యరశ్మిలోని మరి కొంతభాగము వృక్షములచే గ్రహింపబడిన వాటి పెరుగుదలకు కారణమగు చున్నది. భూతలముపై బడు సూర్యుని వేడిమి, కాంతి కిరణములే కాక - కంటికగపడునవి, అగపడనివి, అగు కిరణరూపములన్నియు ఇతరశక్తి రూపములోనికి మార్పుటకు వీలైన శక్తిప్రభవస్థానములే. కాంతి కిరణరూపమున నున్న శక్తికిని, ద్రవ్యములలో నున్న రాసాయనిక శక్తికిని గల సంబంధమును వ్యక్తపరచు శాస్త్రభాగము కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము.

కాంతి రాసాయనికశక్తిగా మారుటకు వీలయిన పరిస్థితుల అన్వేషణయు, రాసాయనికశక్తి కాంతిశక్తిగా మారుటకుగల అవకాశములను పరిశీలనయు ఈ శాస్త్రము యొక్క ముఖ్యవిషయములు. ఈ రెండవవిషయము చాల ప్రాచీనకాలము నుండి మానవునికి పరిచితమైయున్నది. ఏలన, అనాదికాలము నుండి మనుజుడు కర్ర, నూనె, క్రొవ్వు ఆధారముచేసికొని కాంతి పుట్టించుటకు అలవాటు పడి యున్నాడు. ఈ వస్తువుల జ్వలనప్రక్రియ యందు సంభవించు రాసాయనికపు మార్పులే వెలుతురు ఉద్భవించుటకు కారణములగు చున్నవి. కాని సూక్ష్మముగా ఆలోచించినచో కాంతిని ఉత్పాదించు ఈ విధానము లన్నియు మొదట వేడిని కలిగించి ఆ వేడివలన వస్తువులు ప్రజ్వలించుటవలన కాంతిని ఇచ్చును. అంతేకాని ఈ విధానములు ఎవ్వియు రాసాయనికశక్తిని సాక్షాత్తుగా కాంతిగా మార్చ సమర్థములైనవి కావు. వేడిజోక్యము లేకుండా రాసాయనికశక్తి సరిగా వెలుతురుగా మారు సందర్భములు అనేకములు ఇటీవల వ్యక్తమైనవి.

మనకంటికి కానవచ్చునది, కానరానిది అని కాంతి రెండు తెగలు. ఈ రెండు తరగతుల కాంతిని సామాన్యముగా 'వికిరణ'మని వ్యవహరించుట సంప్రదాయము. వికిరణము ద్రవ్యముపై పడునపుడు అది మూడుతెరగుల మార్పును చెందును. కొంత భాగము ఉపరితలముచే పరావర్తితమగును; మరి కొంత భాగము ద్రవ్యముచే విచూషితమగును; మిగిలిన భాగము ద్రవ్యము గుండా బయటికి వెలువడును. ఈ చివర ప్రక్రియను, పారప్రేషణము అని అందురు. పరావర్తితము (విప్ర), విచూషితము (విప్ర), పారప్రేషితము (విప్ర) అను మూడు భాగముల మొత్తము వస్తువును ప్రవేశించిన వికిరణరాశికి సమానముగా నుండును. వస్తువును ప్రవేశించిన వికిరణ

రాశి ఒకటియని అనుకొనినచో శక్తినిత్యతా నియమము నుండి క్రింది సమీకరణము సిద్ధించును :

$$I = V_r + V_a + V_t$$

వస్తువును తాకిన కాంతిలో ఎంతభాగము పరావర్తితమగునో ఎంత విచూషితమగునో, ఎంత పారప్రేషితమగునో వస్తువు యొక్కయు, వికిరణము యొక్కయు స్వభావమునుపట్టి యుండును. ధాతువులపై బడు కాంతిలో 90% పరావర్తితమగును. అందువలననే వాటికి అంత కాంతి. గాఢవంటి పారదర్శకమగు వస్తువులు వికిరణములో చాలభాగమును తమగుండా బయటికి పోనిచ్చును. మసి, గొడుగుగుడ్డ మొదలగు నల్లనివస్తువులు వికిరణమును చాలవరకు విచూషించును.

ద్రవ్యమును తాకి మూడు విధములుగా విభక్తమైన ఈ వికిరణ భాగములలో పరావర్తితమైనదియు, పారప్రేషితమైనదియు ద్రవ్యమందు ఏ విధమైన రాసాయనికపు మార్పులను కలుగజేయవు. ఏలన ద్రవ్యముతో వాటి సంపర్కము అతిస్వల్పము. మిగిలిన భాగము అనగా విచూషితభాగము ద్రవ్యమందు రాసాయనికపు మార్పును జనింపజేయగలదు.

'విచూషిత వికిరణమే ద్రవ్యమునందు రాసాయనికపు మార్పును జనింపజేయగలదు' అనునది కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రమందలి మొదటి నియమము. దీనిని గ్రోతన్, డ్రేపర్ అను ఇద్దరు ఘౌతకవిజ్ఞానులు బయటపెట్టుటచే దీనికి 'గ్రోతన్ - డ్రేపర్ నియమము' అని పేరు. విచూషితమైన వికిరణమునకే రాసాయనికపు మార్పును కలుగజేయు అవకాశమున్నప్పటికిని, విచూషిత కాంతి ఎల్లప్పుడును మార్పును జనింపజేయవలయునన్న నియమము లేదు. మార్పును కలుగజేయకుండ విచూషితకాంతి చాల సందర్భములలో ద్రవ్యమును వేడిచేయుటయందే వినియోగ పడుటకూడ కలదు.

తరువాతి నియమము ద్రవ్యము జీర్ణించుకొనగల కాంతి రాశికిని, ద్రవ్యరాశికిని గల సంబంధమును తెలుపునది. ద్రవ్యము అను, పరమాణు ఘటితము కనుక, అది కబళించు కాంతి దాని నియత ఆయతనములోగల కణ సంఖ్యనుపట్టి ఉండును. స్థానిక వ్యత్యాసములు లేకుండ ఏకరూపసాంద్రతగల వస్తువు విచూషించు కాంతి దాని దళసరితో అనులోమముగా మారుచుండును. అనగా దళసరి ఎక్కువగుకొలది కబళితమగు కాంతిరాశి, ఎక్కువగుచుండును. వికిరణతీక్షణత, వికిరణప్రసారకాలావధి ఈ రెండింటి గుణజఘలము వికిరణరాశి. కాలావధిని స్థిరముగా తీసికొనినచో వికిరణతీక్షణతయే వికిరణరాశికి మానము.



ద్రవ్యముపై వికిరణము పడునపుడు మనకు ప్రత్యక్షముగా అగుపడునది ద్రవ్యమునుండి వెలువడు కిరణముయొక్క తగ్గుచుండు తీక్షణత. ఈ తగ్గుపు వికిరణము ప్రవేశించిన పొర దళసరినిబట్టి ఉండునని చెప్పియుంటిమి. ఏ పొరయైన విచూషించగల వికిరణతీక్షణత, దానిని ప్రవేశించు వికిరణము యొక్క తీక్షణతనుపట్టి యుండును. పై విషయమును గణిత పరిభాష (అంతరీకరణ సమీకరణము) లో క్రింది విధముగా వ్రాయవచ్చును :

$$\frac{dI}{dT} = KI_0$$

ఈ సమీకరణమందు  $dI$  అనంతాల్ప పరిమాణముగల తీక్షణతలోని తగ్గుపును,  $dT$  అట్లే అనంతాల్పపరిమాణముగల పొరదళసరిని సూచించును. ఈ రెండిటి నిష్పత్తి  $\frac{dI}{dT}$  తీక్షణతయొక్క తగ్గుపురేటును తెలియజేయును.  $K$  స్థిరాంకము;  $I_0$  పొరను ప్రవేశించకముందు వికిరణతీక్షణతను తెలుపును. తీక్షణతాభుక్తి పొరనుప్రవేశించునన్న వికిరణము యొక్క తీక్షణతనుపట్టి ఉండునని సమీకరణము తెలియజేయుచున్నది.  $dI$ ,  $dT$  లు అనంతాల్పరాశులగుటచే ప్రయోగరీత్యా వీటిని నిర్ధరించుట కవకాశములేదు. కాని గణితశాస్త్రభాగమగు చయనకలనము (ఇంటిగ్రల్ కాల్ క్యులస్)చే ప్రయోగమునకు పనికివచ్చునట్లు ఈ పై అంతరీకరణ సమీకరణమును క్రింద విధముగా మార్చవచ్చును :

$$KT = \log \frac{I}{I_0}$$

ఇందు  $K$  స్థిరాంకము; దీనికి 'విచూషణగుణకము' అని పేరు.  $I_0$  పతనతీక్షణత;  $I$  పారప్రేషితతీక్షణత;  $T$  పొరదళసరి. ఈ మార్చిన సమీకరణమందు కన్నట్లు  $I$ ,  $I_0$ ,  $T$ , లు పరిమిత పరిమాణముగల రాశులు గనుక ప్రయోగములచే సులభసాధ్యములు. ఈ శాస్త్రరంగమున ఐన్ స్టయిన్ కాలుపెట్టక మునుపు ఈ రెండు నియమములే స్థాపితములైనవి.

ద్రవ్యమునకువలె వికిరణమునకు కూడ కణరచనను ఆరోపించినగాని ద్రవ్యముపై వికిరణము పడునపుడు కాననగు కొన్ని సంఘటనలను బోధపరచుకొనుటకు వీలులేదని మొట్టమొదటిసారిగా నిరూపించినవాడు ప్లాంక్ ఈ సిద్ధాంతమును ఉపయోగించి ఐన్ స్టయిన్ తన కాంతి విద్యుత్ ఫలితమును వివరించెను. ఐన్ స్టయిన్ ప్లాంక్ కన్న మరియొకమెట్టు పైకెక్కి వికిరణము ద్రవ్యముచే విచూషింపబడునపుడే కాక, అది అంతరాళమున ప్రసరించుచున్నపుడు కూడ కణరూపమునే దాల్చునని ప్రతిపా

దించెను. ఈ ప్రతిపాదనను ఒప్పుకొనినగాని వికిరణమునకు, ద్రవ్యమునకు మధ్య సంభవించు వినిమయ సంఘటనలు అర్థముకావని ఐన్ స్టయిన్ నిరూపించెను.

1910 లో ఐన్ స్టయిన్ క్వాంటంవాద తత్త్వములను వికిరణము, ద్రవ్యముల మధ్య జరుగు సంఘటనల కన్వయింపజేసి ఈ శాస్త్రమందు మౌలికమగు నియమమును స్థాపించెను. దీనికే 'కాంతి రాసాయనికతుల్యతా నియమము' అని పేరు.

అనగా వికిరణము ద్రవ్యమందు మార్పును కలుగజేయగల సందర్భములో ప్రతి ద్రవ్యాణువు ఒక కాంతికణమును మ్రింగి ఉత్తేజితమై రాసాయనికపు మార్పునకు ఉన్ముఖమగును. అట్టి సంఘటనమందు రాసాయనికపు మార్పును చెందిన అణువులసంఖ్య కాంతివలన ఉత్తేజితమైన అణువుల సంఖ్యకు - అనగా కబళితమైన (విచూషితమైన) కాంతికణములసంఖ్యకు - సమానముగ ఉండవలయును. మార్పుచెందిన అణుసంఖ్యను 'ద' అని గుర్తించి, విచూషితమైన కాంతిరాశిని 'తే' చే తెలియజేసినచో, ఐన్ స్టయిన్ కాంతి రాసాయనిక తుల్యతానియమమును అనుసరించి  $\frac{d}{dt}$  అను భాగహారఫలము దృష్టాంతసంఘటనలో యూనిట్ నకు సమముగా ఉండవలయును. ఈ భాగహారఫలమునకు క్వాంటం దక్షత అని పేరు.

ఈ నియమమును మొట్టమొదట 1908 లో ప్లాంక్ అను భౌతికశాస్త్రవేత్త స్థాపించెను. తరువాత 1912 లో ఐన్ స్టయిన్ తిరిగి దానిని ప్రాయోగికముగా రుజువుచేసెను. ఈ నియమమునకును, ఫారడే విద్యుత్ విశ్లేషణ ప్రథమ నియమమునకును ఎంతేని సాదృశ్యము కలదు. విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములోనికి విద్యుత్ ప్రవాహమును ప్రవేశపెట్టినపుడు ద్రావణమునందు రాసాయనికపు మార్పునకు లోనైన ద్రవ్యరాశి అందు ప్రవేశించిన విద్యుద్రాశినిపట్టి ఉండునని ఫారడే ప్రథమ నియమము తెలియజేయుచున్నది. ద్రవ్యము పరమాణుఘటితము కనుక రాసాయనికపు మార్పునుచెందునవి పరమాణువులే కావలయును. ప్రతి పరమాణువును అతిస్వల్పనియత విద్యుద్రాశిని (దీనిని విద్యుత్ పరమాణువు అనవచ్చును) గ్రహించి మార్పునకు లోనగునని అనుకొనినచో నియతద్రవ్యరాశి రాసాయనికపు మార్పు చెందుటకు నియత విద్యుత్ రాశి ఆవశ్యకమను విషయము సులభవేద్యము.

అటులనే కాంతిశక్తివలన ద్రవ్యము రాసాయనికపు మార్పునకు లోనగునప్పుడు ద్రవ్యరాశియందలి ప్రతిపరమాణువును ఒక కాంతిశక్తి పరమాణువును కబళించి మార్పును చెందును. కనుక, నియతద్రవ్యరాశి రాసా



యనికముగా మారుటకు కాంతిశక్తియొక్క నియతరాశి ఆవశ్యకమగును. ఈ కాంతి రాసాయనికతుల్యతానియమము, విద్యుత్విశ్లేషణ సంఘటనలవలెనే, ద్రవ్యముచెందు మొదటి మార్పునకే అన్వయించునను విషయము స్పార్క్ చే ప్రకాశితమై ఐన్ స్టయిన్ చే స్థిరీకృతమైనది.

మొదటి మార్పునటవలన రెండవమార్పు, మూడవ మార్పుకూడా కలుగవచ్చునని అర్థమగుచున్నది. అట్టి మార్పులు కలుగుటకు అవకాశము ఎట్లు ఏర్పడునో అను విషయమును ఒక ఉదాహరణముచే విశదీకరింతుము. తొలుత విద్యుత్విశ్లేషణ సంఘటన నొక దానిని తీసి కొందము. సాంద్ర సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణములోనికి విద్యుత్ప్రవాహమును పంపినచో మొట్టమొదట జరుగు రాసాయనిక సంఘటన, ద్రావణములోనుండు సోడియమ్ అయన్ తన విద్యుదావేశమును ఋణాగ్రమునకు అర్పించి ఆవేశము లేని పరమాణువుగా విద్యుదగ్రముపై విడి వడుట. ఈ విడివడిన సోడియమ్ పరమాణువు చాల చురుకైన ధాతుకణము కనుక, పరిసరముల నున్న జలముతో రాసాయనికముగా సంయోగించి, తత్ఫలముగా జలము నుండి హైడ్రోజన్ విద్యుదగ్రముపై గాలిబుడగల రూపమున ప్రోగై విడివడును. ఇది విద్యుదగ్రముపై సోడియమ్ పరమాణువిమోచనవెంటనంటు మార్పు; అందుచే ఇది రెండవది. ఫారడే నియమము మొదటిమార్పునకే అన్వయించును; రెండవ మార్పునకు దీని ప్రసక్తిలేదు. పైన ఉదాహరించిన సంఘటనయందు ఒకేనియతరాశి విద్యుచ్ఛక్తి వ్యయమై రెండు రాసాయనికకార్యములు సంభవించినట్లు అగపడుచున్నది. నిజముగా రెండవకార్యము అనగా హైడ్రోజన్ విమోచనము విద్యుత్ప్రవాహ ప్రత్యక్ష ఫలము కాదు. ప్రత్యక్షఫలమగు సోడియమ్ పరమాణు విమోచనకారణముగా ప్రాప్తమైన అవాంతరఫలము.

అటులనే వికిరణశక్తిప్రభావమున హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ రాసాయనిక విశ్లేషణము చెందునపుడు, కబళితమైన ఒక కాంతి కణమునకు రెండు హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ అణువులు విశ్లేషణమును చెందునట్లు ప్రయోగము కనపర్చుచున్నది. ఈ సంఘటన ఐన్ స్టయిన్ నియమమునకు విరుద్ధముగా ఉన్నట్లు తోచుచున్నది. ఈ విరోధము నిజముకాదు; ఆభాసరూపమే. పలన హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ విశ్లేషణ కార్యమందు జరుగు సంఘటనశ్రేణిలో మొట్టమొదటిది, ఉత్తేజితాణువు పరమాణువులుగా విచ్ఛేద మొందుట.



కాంతికణము      ఉత్తేజితాణువు.

ఈ కార్యములో లబ్ధమైన హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఉత్తేజితావస్థలో ఉండుటచే మరియొక అనుత్తేజిత హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ అణువుతో డీకొని దానిని మూలపరమాణువుల క్రింద విడగొట్టును :



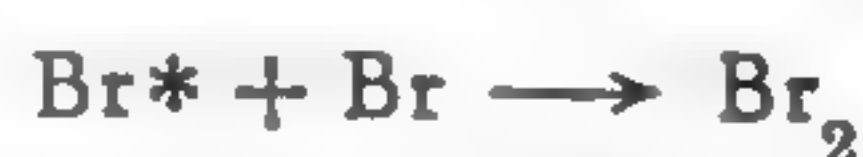
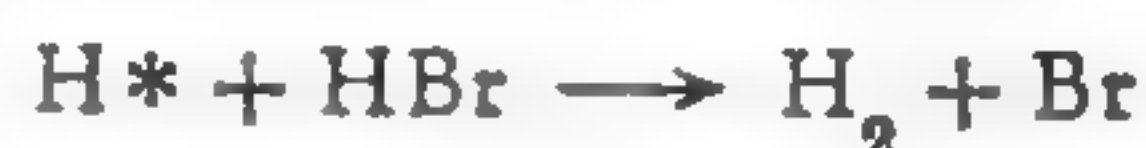
ఇది రెండవమార్పు. ఈ రెండుమార్పుల మొత్తపు ఫలము కబళితమైన ఒకేఒక కాంతికణమునకు, రెండు యోగికాణువులు విచ్ఛేదనమొందుట :



ఈ మార్పులశ్రేణిలో బ్రోమీన్ పరమాణువులు రెండు కలిసి ఒక అణువుగా ఏర్పడుట మూడవది.



ఈ మార్పులన్నిటిని క్రింది విధమున క్రోడీకరించిన :



వచ్చు మొత్తపు మార్పు ఐన్ స్టయిన్ నియమమును బోధించుచున్నది. కాని నిజముగా ఇందలి మొదటిమార్పు ఐన్ స్టయిన్ నియమముచే సూచితము. తక్కినమార్పులు మొదటిమార్పునుండి సిద్ధించిన అవాంతర ఫలములు. కాంతి రాసాయనిక తుల్యతానియమము మొదటి మార్పులకే అన్వయించుటచేతను, మార్పులు సాధారణముగా ప్రత్యేకముగాకాక సంకీర్ణముగా జరుగుచుండుటచేతను ఐన్ స్టయిన్ నియమమునకు అనేక అపవాదములు ఉన్నవి. మార్పునొందిన ద్రవ్యరాశి, విచూషితమైన వికిరణమునకు ఏ నిష్పత్తిలో ఉండునో నిర్ధరించుట అనగా కాంతి రాసాయనికప్రక్రియ యొక్క క్వాంటం దక్షతను నిశ్చయించుట నేటి కాంతి రాసాయనికుని ముఖ్యప్రయోజనము. ఆ నిష్పత్తి యూనిట్ నకు సమముగానున్నపుడు, అనగా క్వాంటం దక్షత ఒకటి అయినపుడు ఐన్ స్టయిన్ నియమము సార్థకమని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. క్వాంటం దక్షత ఒకటికి సమానమగు ప్రక్రియలు చాల అరుదు. దీనికి కారణము అవాంతరప్రక్రియలు తరుచుగా పొడసూపుట. క్వాంటందక్షత ఒకటికన్న ఎక్కువగాని, తక్కువగాని ఉండవచ్చును. ఒకటికన్న ఎక్కువసంఖ్య క్వాంటందక్షత గల ప్రక్రియ ఇదివరకు ఉదాహరించిన హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ కాంతి విశ్లేషణము. ఒకటికన్న తక్కువ దక్షతను చూపు ప్రక్రియ అమోనియా కాంతి విశ్లేషణము.



## కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము

ఇచ్చట కాంతి కణముచే ఉత్తేజితమైన అమోనియా అణువు క్రింది రీతిని విశ్లేషించును :



విశ్లేషణఫలితములగు  $\text{NH}_2$ ,  $\text{H}$ , లు  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}$  లతో సంయోగించనేరవు. అందుచే వాటిలోనవి పరస్పరము  $\text{NH}_2 + \text{H} \rightarrow \text{NH}_3$  అను విధానమున సంయోగించి మరల తొలియౌగికమును జనింపజేయును. విశ్లేషణఫలితములగు అమోనియా భాగములు సంయోగించి తిరిగి అమోనియా అణువును జనింపజేయుటచే కబళితమైన కాంతిశక్తికి సరియగు విశ్లేషణఫలము లభింపకాలేదు.

రాసాయనిక సంయోగమునకు వీలగు నిష్పత్తిలోనున్న హైడ్రోజన్, క్లోరిన్ మిశ్రము కాంతిప్రభావమున హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ గా సంయోగించును. ఈ రాసాయనిక కార్యమందు క్వాంటం దక్షత చాలఎక్కువ. అనగా అది పదిలక్షల శ్రేణిలోనుండును. ఇట్టి అద్భుతముగా, అధికముగానున్న క్వాంటం దక్షతకుకారణము, ఇందుజరుగు మొదటి మార్పునుండి ఫలించిన ద్రవ్యములు ఆవృత్తక్రమములో మరల మరల సంయోగించి అసంఖ్యాకములగు యౌగికాణువులను జనింపజేయుట. ఇట్టి ఆవృత్తిరూప ప్రక్రియాశ్రేణికి శృంఖలా ప్రతిక్రియ అని పేరు. ఉదాహరణముగా తీసికొన్న రాసాయనిక కార్యమందు ప్రక్రియాశృంఖలము క్రింది వద్దలిని సాగును :



ఇందు మొదటిప్రక్రియ శృంఖలను ప్రారంభించును. తక్కిన రెండుప్రక్రియలును ఈ శృంఖలను కొనసాగించును. మిశ్రమందుండు మాలిన్యములచేగాని, ఆధారపాత్రకుడ్యములపై సంయోగము జరుగుటచేగాని క్లోరిన్, హైడ్రోజన్ పరమాణువులు తొలగింపబడుదాక ఈ శృంఖలాప్రక్రియలు సాగుచునేయుండును.

సాధారణకాంతి తరంగరూపమున ప్రసరించుననియు, ఏకజాతీయమైనది కాదనియు, మిశ్రమనియు తేజస్వ్యభావపరిశీలనవలన తెలిసినది. ఏకజాతికాంతికి నిరూపకలక్షణము దాని తరంగదైర్ఘ్యము. అతికురుచవియైన గామాకిరణ తరంగములనుండి మిక్కిలి పొడవైన రేడియోకిరణ తరంగములవరకు తరంగదైర్ఘ్యము మారుచుండును. ఈ వికిరణ విభేదములలో నన్నియు ద్రవ్యముపై తమ ప్రభావమును చూపి దానిరచనలో మార్పులను తేగలవు. అయినను ద్రవ్యమునందు కాంతికారణముగా సిద్ధించిన రాసాయనికపుమార్పులే ఈ శాస్త్రభాగమందు చర్చా

విషయములు; కాబట్టి అట్టి మార్పులను కలుగజేయు వికిరణవిభేదములనే అనగా కంటికగపడు కాంతితరంగముల, నీలలోహిత కాంతితరంగముల, పరశ్శోణకాంతి తరంగముల ప్రభావమునే ఈ శాస్త్రము చర్చించును. ఈ కాంతి విభేదములలో తరంగములపొడవు తగ్గుచున్నకొద్దీ, పౌనఃపున్యము ఎక్కువగుచుండును. పౌనఃపున్యము, ప్లాంక్ స్థిరాంకము-ఈ రెండిటియొక్క గుణనఫలము కాంతికణము యొక్క శక్తి :

$$E = h\nu$$

ఇచ్చట  $E$  కాంతి కణశక్తి;  $h$  ప్లాంక్ స్థిరాంకము;  $\nu$  కాంతితరంగము యొక్క పౌనఃపున్యము. తరంగపౌనఃపున్యము హెచ్చుకొలది అనగా తరంగదైర్ఘ్యము తగ్గుకొలది కాంతికణముయొక్క కార్యశక్తి ఎక్కువ అగుచుండును. అందువలననే నీలలోహితము వైపుననున్న కాంతివిభేదములు ఇరుప్రక్కల నున్నవాటికన్న ఎక్కువ దక్షతతో ద్రవ్యమందు రాసాయనికపుమార్పులను జనింపజేయును.

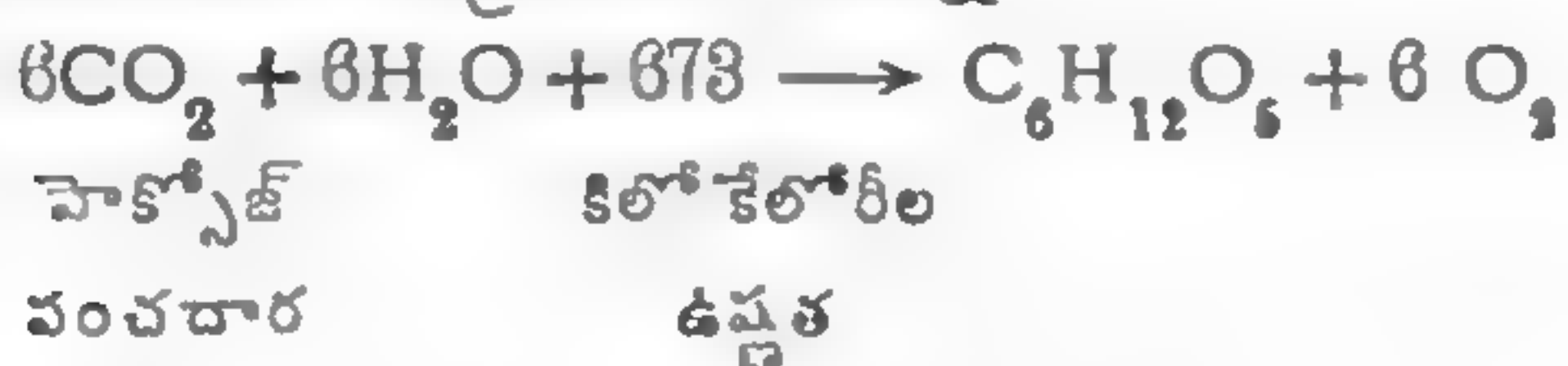
ప్రయోగపరికరము: కాంతి రాసాయనిక ప్రక్రియకు సంబంధించిన క్వాంటం దక్షతను సమర్థించవలెననిన, ఆ దక్షతను తెలియజేయు నిష్పత్తి  $\frac{d}{\lambda}$  లో కన్నట్టు,  $d$ , తే అను రెండుపదములను ప్రత్యేకముగా కొలువవలయును. మార్పుచెందిన ద్రవ్యరాశిని పరిమాణాత్మకవిశ్లేషణవిధానములలో నేదానిచేనైన నిశ్చయించవచ్చును. కాంతిశీర్ణత కొలుచుటకు తెర్మోపైల్, బోలోమీటరు - వీటిలో దేని నైన ఉపయోగించవచ్చును. ముందు ఇట్టిప్రయోగములలో తరంగవిభేదముల గుర్తించకుండ మిశ్రకాంతి ఉపయోగించెడివారు.

ఇట్టి ప్రయోగఫలితములు నిరర్థకములు, నిష్ప్రయోజనములు అని క్వాంటంసిద్ధాంతము చూపినతరువాత వీలైనంతమట్టుకు ఏకవర్ణకాంతినే ప్రయోగములయందు ఉపయోగించుచున్నారు. రాసాయనికసంఘటనలలో ఎన్ని రకములున్నవో అవిఅన్నియు కాంతిప్రభావమున సిద్ధించును. సరళసంయోగము, విశ్లేషణము, ఆక్సిహరణము, ఆక్సికరణము, జలవిశ్లేషణము, అణుపుంజీకరణము (పోలి మెరై జేషన్) మొదలగు శీర్షికలక్రింద మార్పులన్నిటిని విభజించుట ఈ శాస్త్రమందలి సంప్రదాయమై యున్నది. కాంతి ప్రభావమున భూమిపై నున్న ద్రవ్యములలో జరుగుచున్న మార్పులన్నిటిలో గాలిలోనున్న కార్బన్ డైఆక్సైడ్ నుండి వృక్షములు తమకు కావలసిన కార్బన్ ద్రవ్యమును ఏర్పి, సంగ్రహించి, ఆక్సిజన్ ని విడుదలచేసి,



వాటిశరీరపోషణకు కావలసిన కార్బన్ ద్రవ్యములను నిర్ధారించుట మహత్తరమైనది. ఈ సంఘటనలో విడివడిన ఆక్సిజన్ జంతువులకు ప్రాణాధారము. జంతువులు, వాటి శ్వాసకార్యమందు గాలినుండి ఆక్సిజన్ ని గ్రహించి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ను విడిచిపెట్టును. భూమిపై వృక్షములే లేకపోయినచో జంతువులు శ్వాసముతోవిడిచిపెట్టిన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ప్రపంచమంతట క్రిక్కిరిసి యుండుటయు ప్రాణాధార మగు ఆక్సిజన్ కొరవడుటయు సంభవించును. ఇట్టి పరిస్థితులలో జీవనవ్యాపారమే సాగదు. అట్టి ప్రమాదము కలుగకుండ వృక్షవ్యాపారరూపమున ప్రకృతి పన్నిన పన్నుగడ జంతువులమనికి కారణమగుచున్నది. అందువలననే వృక్షసృష్టి మొదటిది, జంతుసృష్టి తరువాతిది అని విజ్ఞులు చెప్పుదురు.

జంతువుల జీవనమునకు మహోపకారకమగు ఈ వృక్ష వ్యాపారమునకు 'వృక్షములచేనగు కార్బన్ పచన' అని పేరిడవచ్చును. దీనికి కిరణజన్యసంయోగక్రియ (ఫోటో సింథసిస్) అని కూడ ఇంకొక పేరు కలదు. ఈ ప్రక్రియలో గాలిలోనున్న కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ను, నీటిని ఉపయోగించి ఆకులలోనుండు క్లోరోఫిల్ అను హరితవర్ణముగల ద్రవ్యము సూర్యరశ్మి సహాయమున కార్బోహైడ్రేట్ లను తయారుచేయుచున్నది. ఉపభుక్తమైన ప్రతి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అణువునకును ఒక ఆక్సిజన్ అణువు విడుదల చేయబడుచున్నది. ఈ రాసాయనిక ప్రక్రియను క్రింది సమీకరణము సంగ్రహించు చున్నది :



పై సమీకరణమునుండి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ మారుటకు అణువునకు సుమారు 112 కిలోకేలోరీల శక్తి అవశ్యకమగునట్లు తెలియుచున్నది. కాంతి రాసాయనిక సంయోజనము ముఖ్యముగా ఆకులలోనే జరుగును. ఈ పనికి వలయునీరు భూమినుండి చెట్టు వేళ్ళతో పీల్చుకొను నదియే. ఆకులను చేరిన ఈ నీటిలో చాలతక్కువ భాగము సంయోగకార్యమునకు ఉపయోగపడుచున్నది. అధిక భాగము ఉత్ స్వేదన (ట్రాన్స్ పిరేషన్) ప్రక్రియ వలన గాలిలో లీనమగుచున్నది. డ్రేపర్ నియమప్రకారము విచూషితమైన కాంతియే మార్పుకలుగజేయును. హరిత వర్ణముగల క్లోరోఫిల్ కబళించు కాంతి ఆకుపచ్చకు సంపూర్ణము అగు పసుపు, ఎరుపు కాంతి.

క్లోరోఫిల్ ప్రేరకద్రవ్యచోదనమున జరుగుచున్న కాంతి రాసాయనిక కార్యమందు అద్భుత సంఘటన ఒకటి

ఇమిడియున్నది. సూర్యరశ్మియందున్న పసుపు, ఎరుపు రంగు కాంతి విభేదములనే ఉపయోగించి క్లోరోఫిల్ ఈ సంయోగకార్యమును నిర్వహించుచున్నది. పసుపు, ఎరుపు రంగుకాంతి స్వతంత్రముగా ద్రవ్యమందు రాసాయనికపు మార్పును కలుగజేయునంతటి శక్తిమంతమైనది కాదు. ఈ కాంతి యొక్క ఒక తుల్యరాశి 40 కిలోకేలోరీల ఉష్ణతాశక్తికి సమానము. అట్టివి మూడు తుల్యరాశులు పై ప్రక్రియలో అవశ్యకమగునట్లు కనబడుచున్నది. అందుచే ఈ కాంతి రాసాయనిక సంయోగకార్యపు క్వాంటండుత 0.33 అని తేలినది. మూడుక్వాంటంల కాంతిని ఎట్లు సేకరించి క్లోరోఫిల్ కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అణువునకు అర్పించుచున్నదో అను విషయము నేటికిని తెలియలేదు. కాంతిశీఘ్రత ఎంత అల్పమైనను కాంతి సంయోజన కార్యము జరుగుచునే యుండుటనుపట్టి చూడ అనేక క్లోరోఫిల్ అణువులు మేళవించి కాంతిని సంగ్రహించి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అణువున కందజేయు ప్రకృతి యొక్క అద్భుతచాతుర్యము ఇక్కడగోచరించుచున్నది.

చెట్లపైబడు సూర్యరశ్మిలో నూటికి ఒక పాలుకన్న తక్కువ రాసాయనిక కార్యమందు భుక్తమగుచున్నది.

జీవప్రక్రియ లన్నిటిలో కాంతిసంయోజనము మహత్తమ మయినది. ప్రాణిప్రపంచ మంతయు, అనగా వృక్షములు, జంతువులు ఈప్రక్రియపై ఆధారపడియున్నవి.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  వంటి కొద్దిసంఖ్య సరళ అకర్పనయోగికముల నుండియు, పంచదార నుండియు, వృక్షముల, జంతువుల మనికికి వలయు క్లిష్టద్రవ్యజాతమంతయు ఉత్పన్నమగుచున్నది.

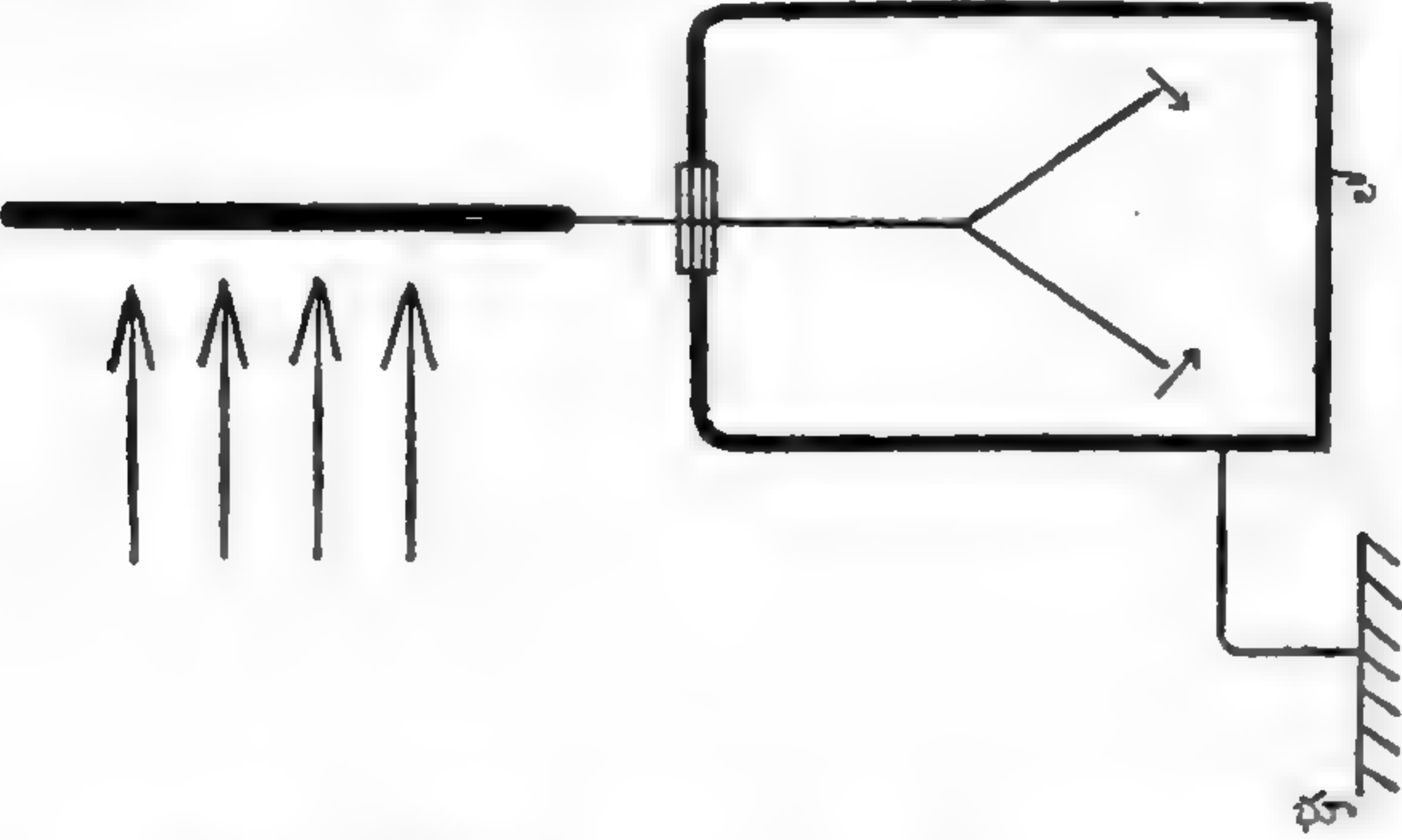
ప్రాచీనకాలమందు పాతువడిన వృక్షములే రాక్షసబొగ్గు క్రింద మారినవి; కనుక నేడు మనకు శక్తిప్రభవస్థానమగు బొగ్గు ఘనీభూత సూర్యరశ్మియని అనుకొనవచ్చును. మరి యొక శక్తుత్పాదక సాధనమగు పెట్రోలుకూడ సంఘటిత సూర్యరశ్మి అనియే చెప్పవచ్చును. మే. వ. స.

**కాంతి విద్యుత్ :** బాగుగా మెరుగుపెట్టబడిన ధాతువులపై కాంతికిరణములు పడినపుడు ఎలక్ట్రాన్ లు వెలువడును. ఈ విషయము మూడు విధములుగ ఉండవచ్చును. కేవల బాహ్యవికిరణము వలన కావచ్చును ; లేదా కొన్ని వస్తువులలో ఆంతర వికిరణమైనపుడు లోపలనే విద్యుత్కణములు విడివడును. కాంతి వికిరణము మరొకవిధముగా గూడ మార్పు కలుగజేయవచ్చును. కొన్ని వస్తువుల (ముఖ్యముగా సిలీనియమ్, తామ్రభస్మము)పైన కాంతి కిరణములు పడినపుడు వాటి విద్యుద్వహన సామర్థ్యము హెచ్చును. పైని చెప్పిన మూడు విషయములు ఈ దిగువ వరుసగా చర్చించబడును.



## కాంతివిద్యుత్

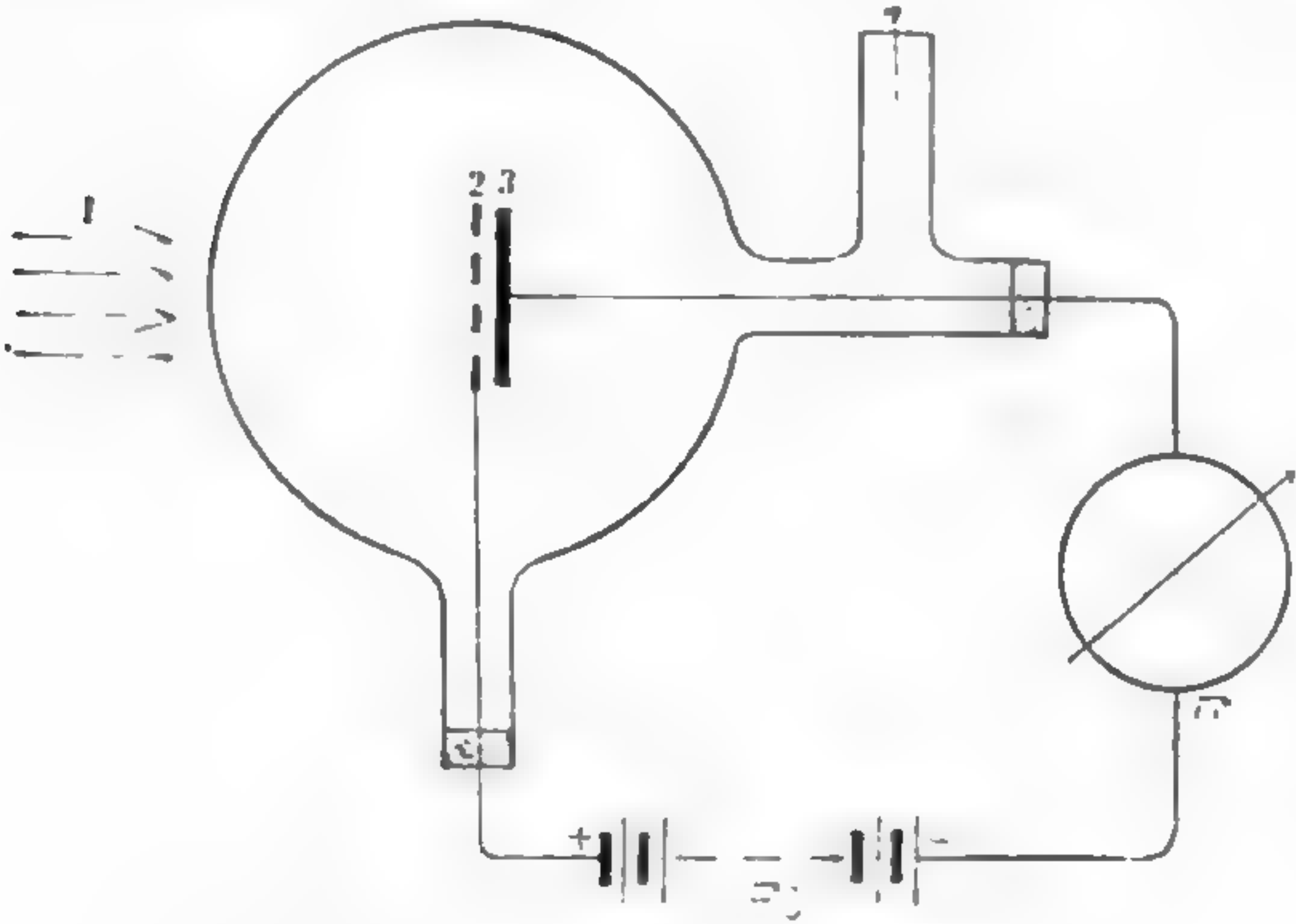
బాహ్యవికిరణము: శాగుగ మెరుగుపెట్టబడిన జింకు ఫలకముమీద కాంతి కిరణములు పడినపుడు కలుగు సంఘటనలగురించి ఈ పటములో చూపిన యంత్రసహాయ



1 వ పటము. బాహ్యవికిరణముల కెదురుగానున్నది జింకు ఫలకము.

పెట్టెలోవలనున్నది స్వర్ణవస్త్రవిద్యుత్సూచి

ముతో 'హాల్ ఫాక్స్' ప్రయోగములు చేసెను. శాగుగా మెరుగుపెట్టిన జింకు ఫలకమును ఋణవిద్యుదావిష్టముగా చేసి దానిమీద కార్బన్ చాపమునుండి వెలువడిన కాంతి కిరణములు పడినిచ్చి ఆ ఋణవిద్యుత్తు ఆ ఫలకమునుండి వెలువడునట్లు విద్యుత్సూచివలన తెలిసినది. ఫలకము



2 వ పటము. అర్కలిధాతు కాంతిఘటము.

(1) కాంతి; (2) చిల్లులుగల తీగ జాలకమును తెలుపును;

(3) దాని వ్రక్కనున్నది సోడియమ్ పూత;

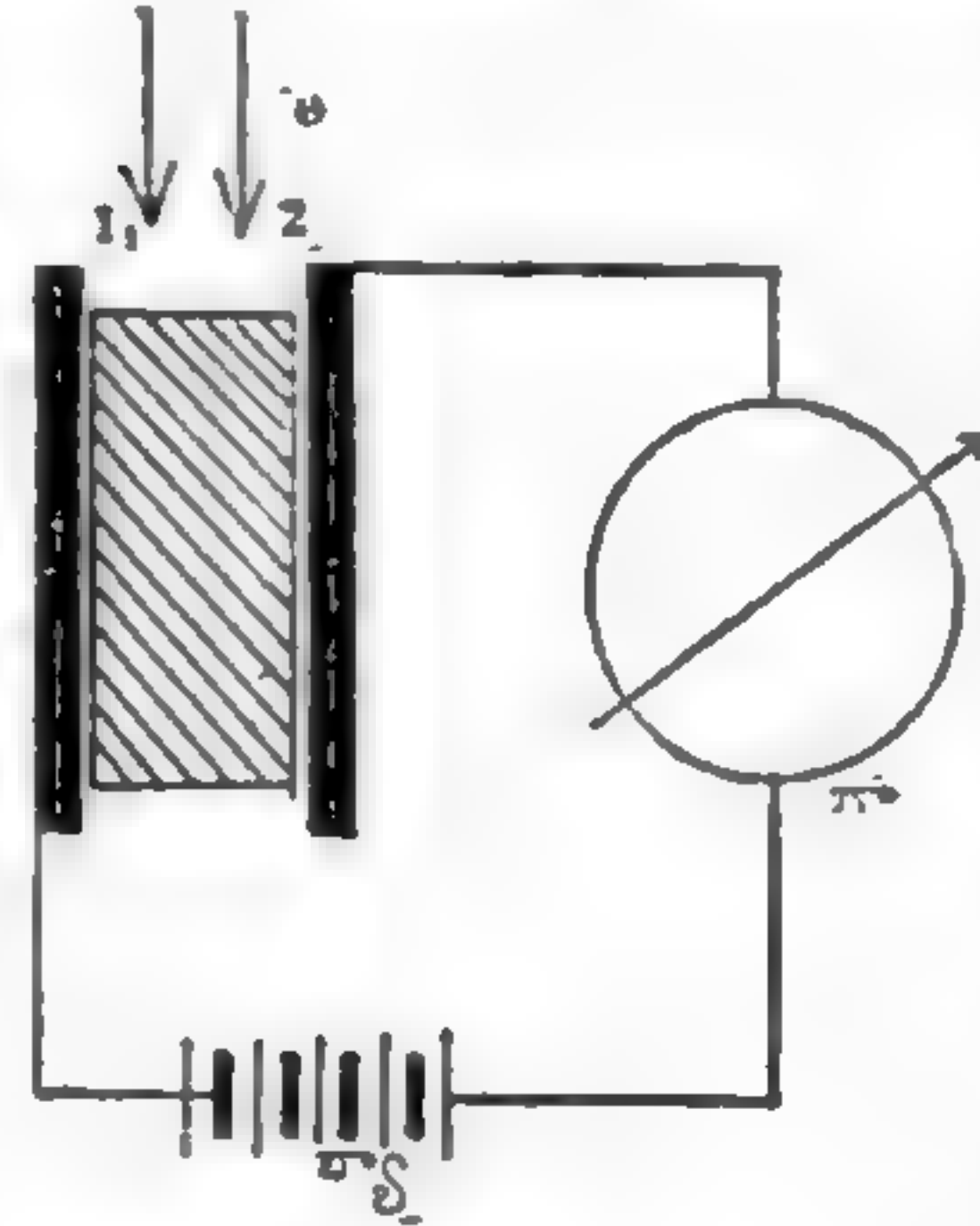
గా. గాల్వనీమీటరు; బ్యా: బ్యాటరీ

ధనావిష్టమైనచో విద్యుత్సూచి ఏ మార్పును సూచించదు. విద్యుత్సూచి సూచించు విధానము ఈ క్రింద చెప్పబడినది. విద్యుత్సూచి మొదట ధనావిష్టమగుచో, దాని స్వర్ణ వస్త్రములు రెండును కొంచెము ఎడముగా ఉండును. జింకు ఫలకమునుండి, ఋణవిద్యుత్ కణములను సూచి గ్రహించునపుడు వాటిమీదనున్న ఆవేశము రద్దయి స్వర్ణ వస్త్రములు రెండును దగ్గరపడును. జింకు ఫలకము ఋణ

విష్ణమయినచో సూచి యొక్క స్వర్ణవస్త్రములు రెండును మరింత ఎడముగా నగును.

ఎల్స్టర్, గైలెట్ అను శాస్త్రజ్ఞులు ఈ విషయమై చాల కృషిచేసి, అనేక క్రొత్తవిషయములు కనుగొని, దానిని ఉపయోగమునకు తెచ్చినారు. సోడియమ్, పొటాసియమ్ ధాతువులమీద దృగ్గోచరకాంతి పడినపుడు కూడ విద్యుత్ కణములు (ఎలక్ట్రాన్లు) వెలువడునని వీరు ముఖ్యముగా కనిపెట్టిరి. మిగిలిన ధాతువులపై బడినకాంతి అతినిలలోహిత కాంతి అయినపుడే విద్యుత్ కణములు బయల్పెడలును. వారు ఉపయోగించిన ప్రయోగసాధనము 2 వ పటమున చూడనగును.

గాలి పూర్తిగా తీసివేసిన గాజుగోళమునందు రెండు విద్యుదగ్రములు అమర్చబడియున్నవి. ఒకదానిపై సోడియమ్ ధాతువు పూయబడియున్నది. రెండవది జల్లెడ



3 వ పటము.

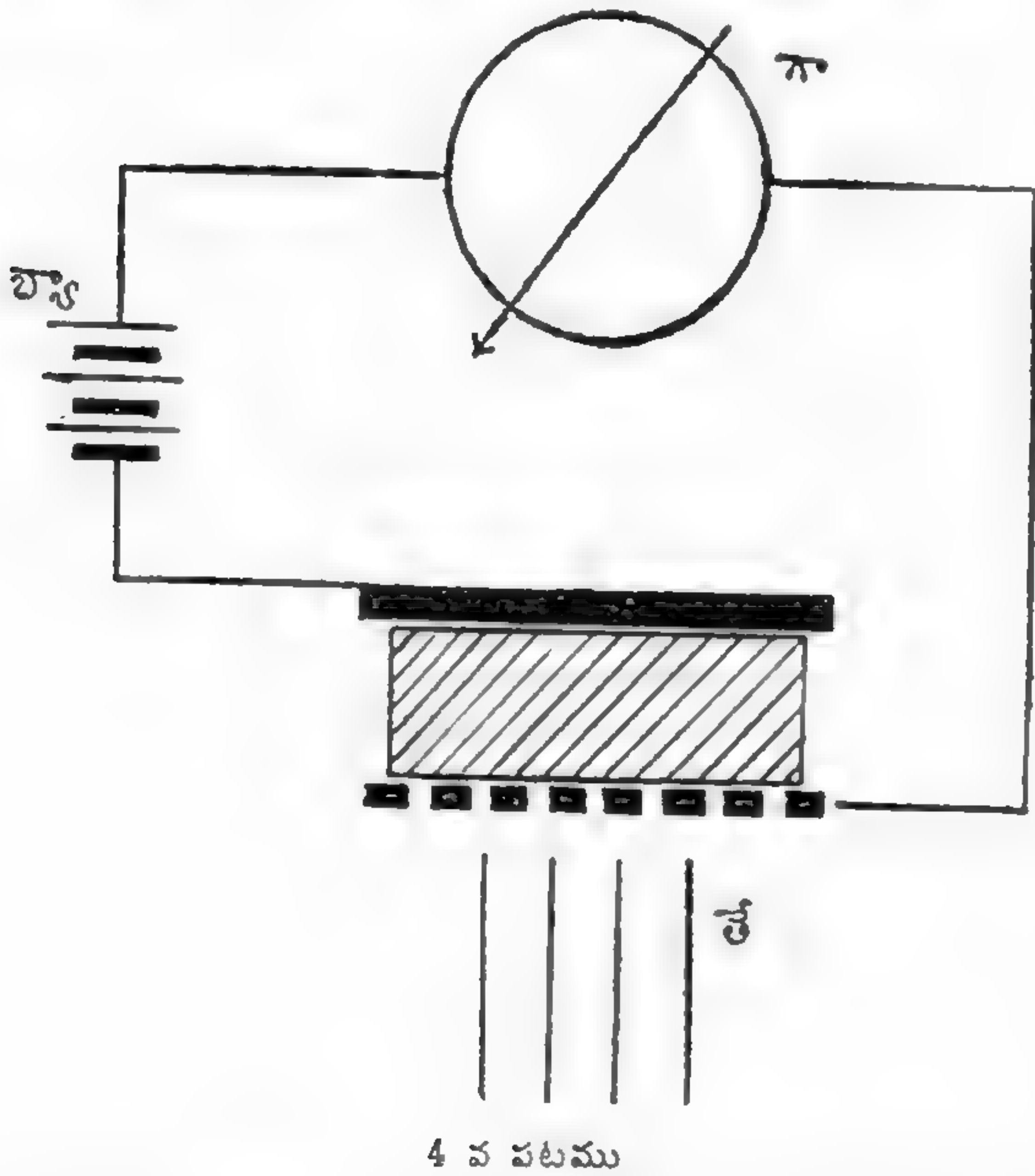
వలె ధాతుతంతువులతో అల్ల బడిన ఒక జాలకము. ఈ రెండును ఒక విద్యుత్ ఘట మాల (బ్యాటరీ)కు గాల్వనీ మీటరు ద్వారా కలిపి కాంతికిరణములు సోడియమ్ మీద పడునట్లు చేసిన వెంటనే విద్యుత్ ప్రవాహము స్థాపితమైనట్లు గాల్వనీ విద్యుత్సూచివలన నందుచూడనగును. ఇందులో

ఇంకొక విషయము కలదు. ఒక నియత ధాతువునుండి విద్యుత్ కణముల (ఎలక్ట్రాన్ల) ఉత్పత్తిచేయవలెనని ఒక నియతవర్ణముగల కాంతియే ఉండవలెను. ఆకాంతి పౌనఃపున్యము ఒక నియత కనిష్ఠమూల్యము దాటినగాని, ధాతువునుండి ఎలక్ట్రాన్లను ఉత్పాదించు శక్తి దాని కుండదు. ఈ విషయము దిగువ వివరించిన ఆంతర్వికిరణ విషయములో మరింత విపులముగా చర్చించబడినది.

ఆంతర్వికిరణము: బాహ్యకాంతి వికిరణము వలన ఉత్పత్తి అగు ఎలక్ట్రాన్లు ఫలకమును విడిచిపోవును. కాని, కొన్ని స్ఫటికాదుల ఆంతరదీప్తివలన ఎలక్ట్రాన్లు ఉత్పత్తియై అచటనే ఉండును. క్యూప్రైట్ స్ఫటిక మును రెండు విద్యుత్సూచి మధ్యనుంచి వాటిని బ్యాటరీకి గాల్వనీ మీటరు ద్వారా కలిపిన చీకటిలో ఏమియు విద్యుత్ ప్రవాహముండదు. కాని, కాంతికిరణము దానిమీద పడిన వెంటనే ప్రవాహమున్నట్లు గాల్వనీ మీటరు చూపును. ఈ విషయమును ఈ క్రింది ప్రయోగము ద్వారా



చూపించవచ్చును. 3 వ పటమునందు (చూ. ముందుపుట) కాంతి కిరణములు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు అడ్డుగానున్నవి. నాల్గవ పటములో క్రిందనున్న విద్యుదగ్రములోనున్న రంధ్రముల ద్వారా వికిరణమగును. ఈ విషయము 1901 లో జగదీశ చంద్రబోస్ లెడ్ సర్క్యూట్ నందు చూప గలిగెను. తరువాత మరికొన్ని సృటికములందుకూడ ఇట్టి విషయము ఉన్నట్లు కనుగొనిరి. బాగుగ నిర్మితమైన సృటికములు ఉండవలసిన ఆవశ్యకతలేదు; ఒక ఫలకము మీద ఈ సృటిక చూర్ణపు పొరయున్నను చాలును. ఇటు వంటి వాటిని అర్థవాహక ఘటములని అందురు. ఇందు తామ్రభస్మము ముఖ్యముగా వాడుదురు. 254వ పుటలోని



4 వ పటము

రాగిఘట చిత్రములో అర్థవాహక ఘటనిర్మాణమును చూడనగును. ఒకప్పుడు సిలీనియమ్ ధాతువును కూడ వాడుక చేయుదురు. ఈ రకపు విద్యుత్తును జనింపజేయుటకు బ్యాటరీ అక్కరలేదు. అందుచేత నీ ఘటములు ఎక్కువగా ఉపయోగములోనికి వచ్చినవి.

ఈ ఆంతర్వికిరణవిషయములో మరొకతరగతి ఉన్నది. ఈ సంగతి బెక్రెల్ అను ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు కనిపెట్టెను. ఈయన సాధారణ వోల్టాఘటములో ఒక విద్యుదగ్రము మీద కాంతి వికిరించినపుడు ఇదివరకు విద్యుదగ్రముల మధ్యనున్న శక్తి మారునని నిరూపించెను.

పైనిచెప్పిన రెండు విషయములలోను ముఖ్యముగా గమనింపవలసినది ధాతువును కిరణములు తాకినవెంటనే విద్యుత్తు ఉత్పన్నమగుట. ఈ విద్యుత్ కణములు ఒక్కొక్క

ప్పుడు ధాతువును విడిచి అతివేగముతో పోవును. కిరణము యొక్క తరంగపొడవునన్యమునకు, విద్యుత్ కణ శక్తి సంబంధముగలదు. కాంతికిరణమందున్న శక్తి కొంత విద్యుత్ కణములను ధాతుపరమాణువులనుండి విడుదలచేయుట కును, మిగిలినది ఆ కణపు గమనశక్తిగాను వ్యయమగును. ఈ సంబంధమును క్రింది సమీకరణముచే మొదట ఐన్ స్టయిన్ ప్రతిపాదించెను.  $E = \frac{1}{2}mv^2 = h\nu - P$ .

కాంతి కిరణమందున్న శక్తి ఏకాంకమును నూతన పరిభాషలో 'hv' అని తెలుపుదురు. ఇక్కడ h అనునది ప్లాంక్ స్థిరాంకము, v అనునది కాంతి పొడవునన్యము.  $\frac{1}{2}mv^2$  లేదా E అనగా విద్యుత్ కణమునకు వేగమునిచ్చిన శక్తి. P విద్యుత్ కణమును ఫలకపు ఉపరిభాగమునకు తెచ్చినందుకు వ్యయమయిన శక్తి. మిల్లికన్ పెక్కు ప్రయోగములు చేసి పైసత్యమును నిర్ధారణచేసెను. జె. సి. కా.

**కాంతి విద్యుద్ధటములు :** కాంతి ప్రసారమునుండి విద్యుత్తును ఉత్పత్తిచేయు పరికరమునకు కాంతి విద్యుద్ధట మనిపేరు. వీటిలో నిర్వాత ఘటములు, అడ్డుపొరఘటములు, సిలీనియమ్ ఘటములు అని మూడు విధములు.

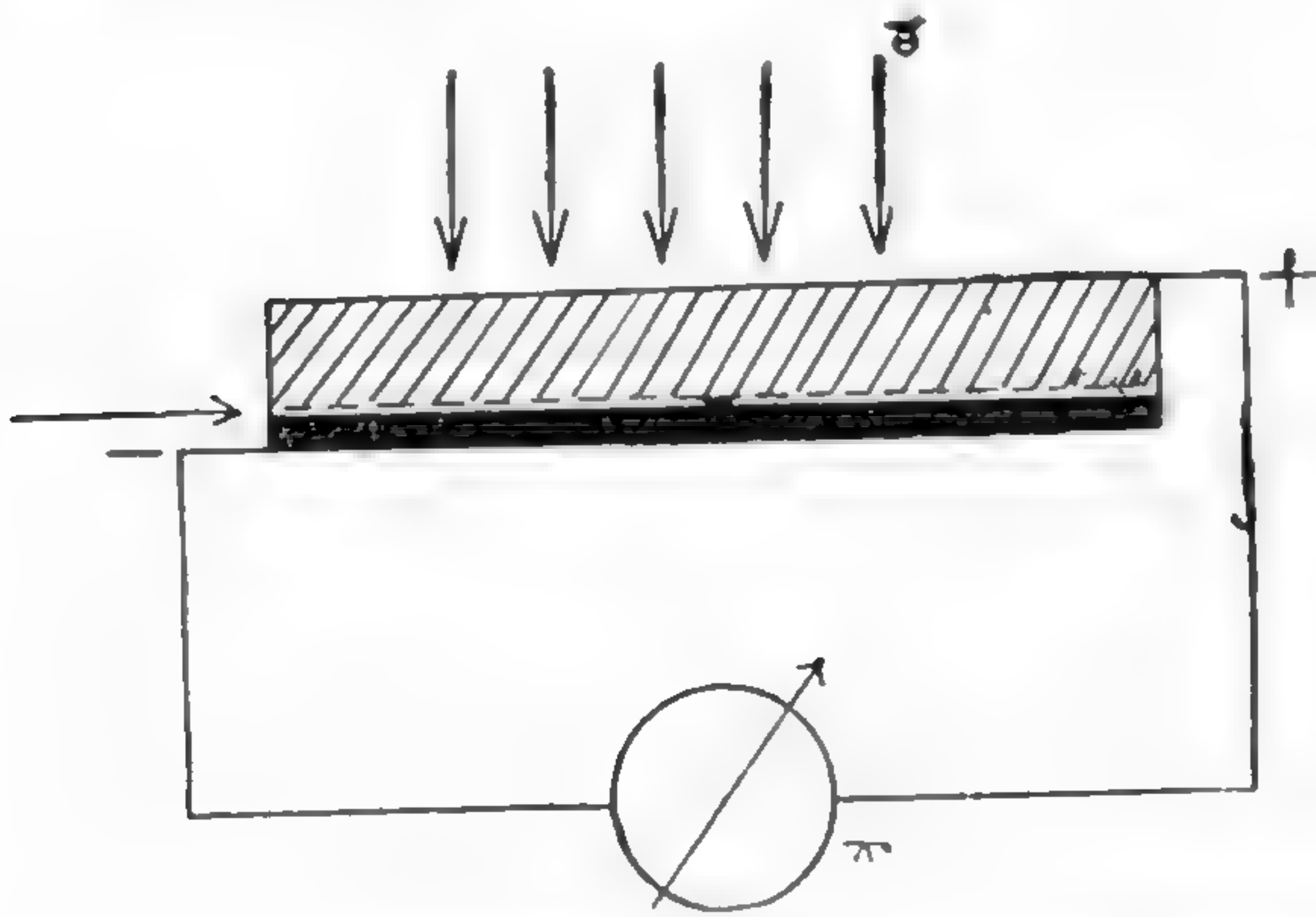
**నిర్వాతఘటములు :** వీటిలో సోడియమ్ లేదా పొటాసియమ్ ఊరధాతుపూత పరికరపు లోపలిగోడపై ఉండుట చేత వీటికి ఊరధాతుఘటము (ఆల్కలైన్) అని కూడ పేరున్నది. ఇది వర్తులము, దీర్ఘవర్తులము, స్తూపము, మొదలగు ఆకారములలో దేనిలోనైనను ఉండవచ్చును. పటములో చూపినది ఒక వర్తులాకారఘటము. ఇది పటములో చూపినట్లు పొడవైన గాజునాళము అతికిన గాజు గోళము. గోళము గుండా ఒకతీగ పోయి గోళములో వలయాకారముగ చుట్టబడియుండును. గోళమునకు ఒక ప్రక్కన లోపలి గోడపై ఊరధాతువు కొంతమేర పూయబడి ఉండును. ఒకబ్యాటరీ సహాయమున వలయమును ధనాగ్రముగాను, ఊరధాతువుపూతను ఋణాగ్రముగాను కావించి పూతకు ఎదురువైపునుండి పూతపై పడునట్లు కాంతిని ప్రసరింప జేసిన పూతలోనున్న ధాతు పరమాణువుల నుండి ఎలక్ట్రాన్లు విడివడి కొంతవేగముతో ధనా విష్టమగు - వలయమును తాకును. ఇదియే ఈ పరికరము ధాతువునకు, వలయమునకు మధ్య స్థాపింపబడిన విద్యుత్ ప్రవాహము. ఈ పరికరము బాగుగ పనిచేయవలెననిన లోపలనుండు గాలిని పూర్తిగా తీసివేయవలెను. ఈ పరికరము సహాయముచే ఊరధాతువుపైబడు కాంతిని విద్యుత్తుగా మార్చవచ్చును.

**అడ్డుపొరఘటములు :** ఒక రాగిఫలకము వాయువులో గాని, ఆక్సిజన్ లో గాని 1000°C/1200°C వరకు వేడిచేసిన



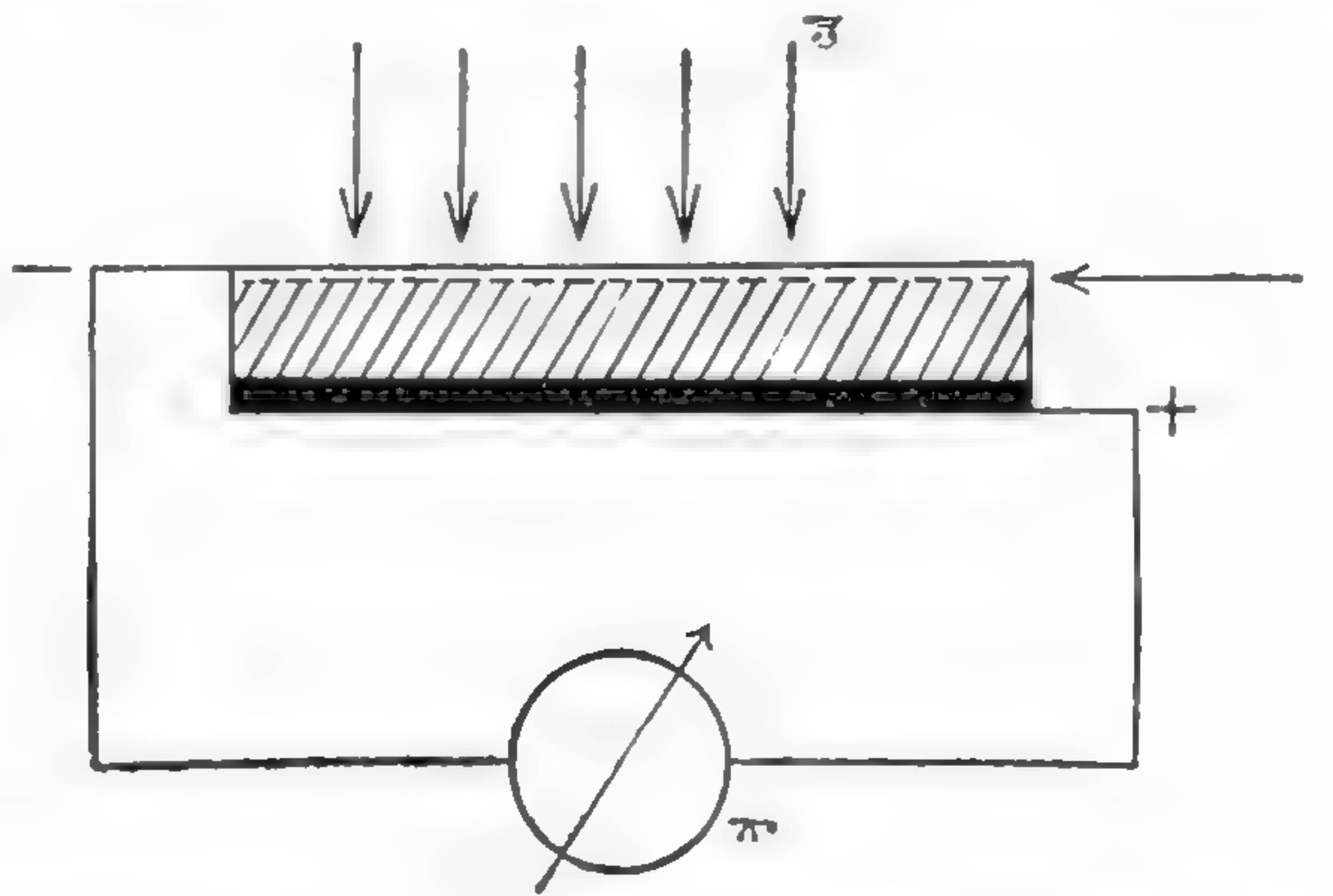
కాంప్టన్, ఆర్థర్ హాల్

ఎర్రటి కూప్రస్ఆక్సైడ్ పొర క్రిందను, దానిపై నల్లటి కూప్రిక్ ఆక్సైడ్ పొర ఏర్పడును. ఈ పొరమీద ఒక జింకు ఫలకమును ఉంచి రాగి ఫలకమును, జింకుఫలకమును ఒక బ్యాటరీతో కలిపినచో రాగినుండి జింకుకు విద్యుత్తు ప్రవహించును. ఈ విషయమును మొదట 1928 లో గ్రోడాల్ కనుగొనెను. దీనిని ఉపయోగము లోనికి తెచ్చినవాడు లాంగేర్. ఆ రాగిఆక్సైడ్ పొరమీద బంగారమునుగాని, వెండినిగాని పొరదూపమున ఉంచిన విద్యుత్ ప్రవాహము అధికమగును.



రాగిఘటము.

అర్థవిద్యుద్వాహకఘటములు.



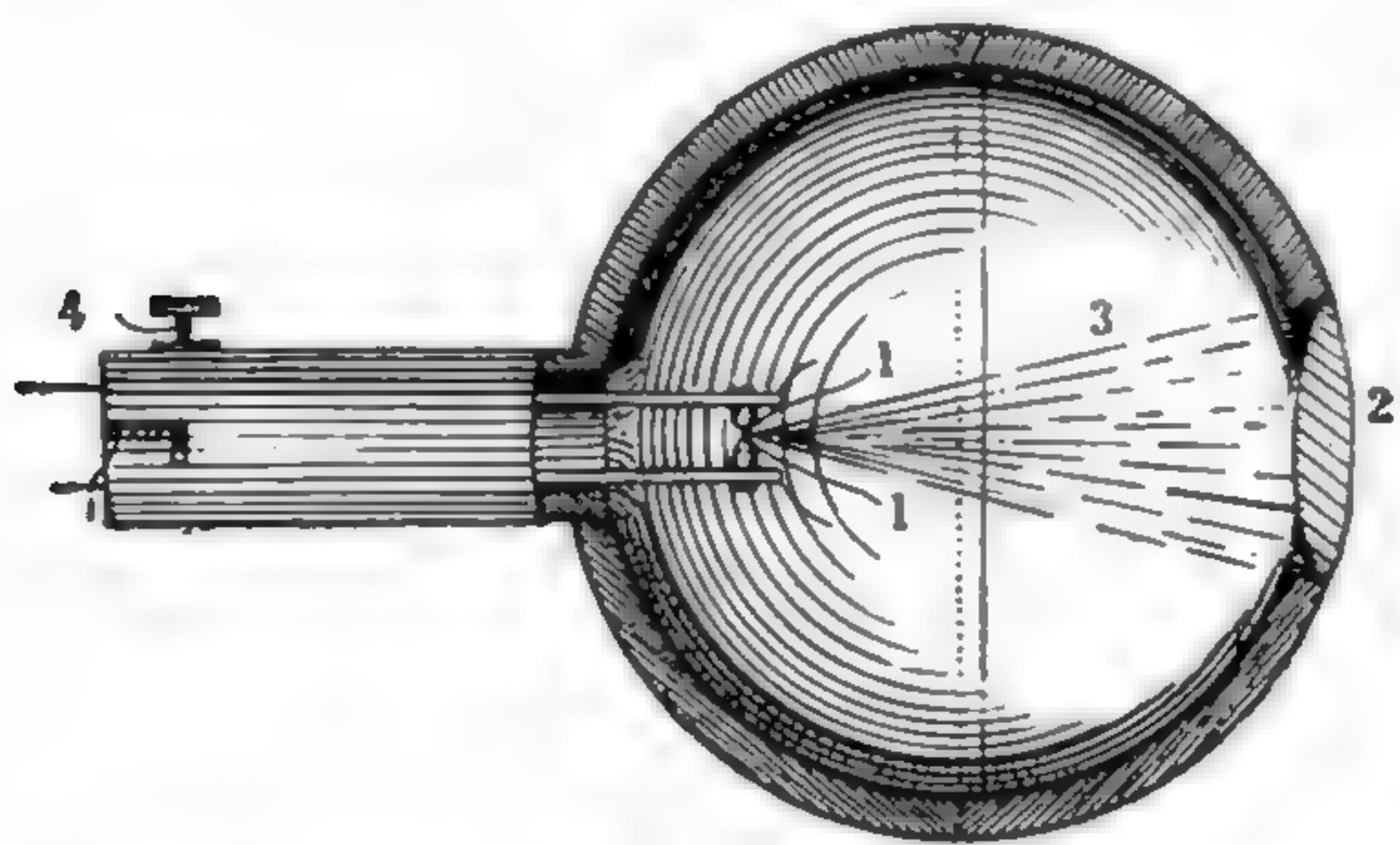
సిలీనియమ్ ఘటము.

సిలీనియమ్ ఘటములు: సామాన్యస్థితిలో విద్యుద్వాహకములు కాని కొన్నిద్రవ్యములు కాంతికిరణముపై పడినపుడు విద్యుద్వాహకములుగా వనిచేయును. అట్టి ద్రవ్యములలో సిలీనియమ్ చాలప్రసిద్ధమైనది. విద్యుదగ్రములతో సంధించబడిన సిలీనియమ్ పొరలు కాంతివిద్యుద్వాహకఘటములుగా

అందుండివెడలిన ఎలక్ట్రాన్లు ధనావిష్టమగు విద్యుదగ్రమువైపు ప్రవహించును. ఈ ప్రవాహమువలన జనించిన శక్తిను సాధారణ విధానమున కొలువవచ్చును.

ఘటముల ఉపయోగములు: మొదటిరకపు ఘటము చలనచిత్ర రంగమున టాకీలలో ఫిల్ముపైనున్న ధ్వని ఛాయాచిత్రమును కాంతి ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తిక్రింద మార్చి ఈ శక్తిని తాడుస్పీకరుద్వారా ధ్వనిగా మార్చుటకుగాను వాడుకలోనున్నది. ఇదిగాక, రాసాయనికశాస్త్రము, భౌతికశాస్త్రము, ఖగోళశాస్త్రము, వైద్యశాస్త్రము, వీటిలో దేనియందైనను, వెలుతురు కార్యకరణ సామర్థ్యమును లెక్కించవలసి వచ్చినపుడు వెలుతురు యొక్క తీవ్రతను గడించుటకు ఈ కాంతివిద్యుద్ధటములు మిక్కిలి ఉపకరించుచున్నవి.

జె. సి. కా.



- మీది 1. లెడ్ సల్ఫైడ్ పుటికము; క్రింది 1. విద్యుదగ్రము;  
2. కటకము; 3. కేంద్రీకృతమైన సూర్యకిరణములు;  
4. విద్యుదగ్రపుస్థానమును మార్చుటకు స్కూ.

వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఇవి ముఖ్యముగా చోరప్రబోధకములుగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి. విద్యుదగ్రములతో కూడుకొనిన సిలీనియమ్ పొరకు విద్యుత్ ప్రేరణ అని పేరు.

కాంప్టన్, ఆర్థర్ హాల్ (జననము 1892): అమెరికా భౌతికవిజ్ఞాని; పరమాణు శాస్త్రములో పరమప్రామాణికుడు; ప్రిన్స్టన్ యూనివర్సిటీలో విద్యను ముగించి అచ్చటనే 1914 లో ఉపాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. 1945 లో వాషింగ్టన్ యూనివర్సిటీ అధ్యక్షపదవిని స్వీకరించెను. కేంద్రకశక్తి వినియోగమందు, విశ్వకిరణముల పరిశీలనయందు కాంప్టన్ ప్రధానపాత్రను పోషించెను. అనేక



అంతర్జాతీయ శాస్త్రీయసభలయందు అమెరికా ప్రతినిధిగా ఆచరించెను. భౌతికశాస్త్రముందు ఈయన కావించిన విలక్షణ పరిశోధనకై సి. టి. ఆర్. విల్సన్ తో కూడా 1927 లో ఈయనకు నోబెల్ బహుమానము ఈయన బడినది.



ఆర్థర్ హెబీ కాంప్టన్

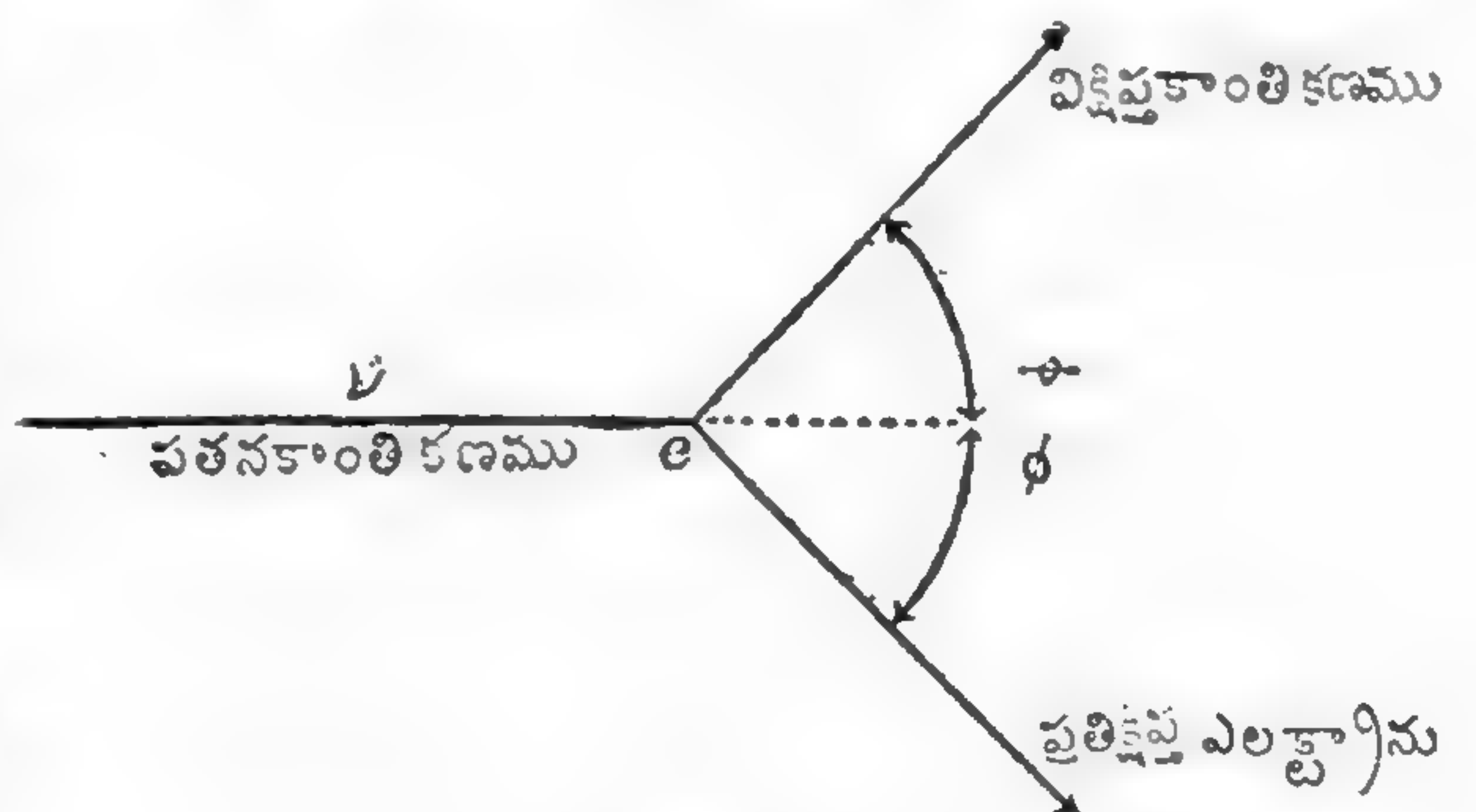
భౌతికశాస్త్రములో కాంప్టన్ ఉపజ్ఞములగు పరిశోధనలు పెక్కులు గలవు. అందు X-కిరణముల పరిక్షేపణము (చూ. కాంప్టన్ ఫలితము) వాటి ధ్రువీకరణము, రేఖాజాలకమునుండి ఉత్పన్నమగు X-కిరణ వర్ణమాలలు, ఉన్నతి అజాంశ రేఖలుపట్టి విశ్వకిరణ ప్రసారమందలి మార్పులు, ఆటంబాంబు నిర్మాణమునకు వలయు ప్లటోనియమ్ ధాతు సంపాదన ముఖ్యములైనవి. మే. వ. న.

**కాంప్టన్ ఫలితము:** కాంతి కణస్వభావము కలదని నేటి భౌతికశాస్త్రజ్ఞుల నమ్మకము. కాంతికణమునకు ఫోటాన్ అని శాస్త్రమిచ్చిన పేరు. పరమాణు రచనలో బంధితమై యున్న ఎలక్ట్రాన్ ను కాంతికణము డీకొనినప్పుడు ఆ కణముయొక్క శక్తిని కొంతవరకు ఎలక్ట్రాన్ కబళించి కేంద్రకమునకు దూరముగానున్న కక్ష్యలలోనికి దుముకును. మరల తనతొంటి స్థానమును స్వీకరించుటలో ఎలక్ట్రాన్ పూర్వకబళిత కాంతిని వెడలగ్రక్కును. ఈ బయటకు వచ్చిన ప్రకాశమునే వర్ణమాల దర్శకము మనకు కాంతి రేఖలవలె కనపరచును.

పరమాణు ప్రాంగణమునందేకాక ఎలక్ట్రాన్ ఒకప్పుడు పరమాణుకేంద్ర కాకర్షణపరిధి కావల స్యేచ్ఛగా సంచరించుటయు తటస్థించును. ఇట్టి స్వేచ్ఛాచారులగు ఎలక్ట్రాన్లను ఫోటాన్ చెనకునపుడు ఎలక్ట్రాన్, ఫోటాన్ల పరస్పరాఘాత ఫలమేమగును? ఈ ఆలోచనాసరణిని మొట్టమొదట (1923) త్రొక్కినవాడు అమెరికాదేశపు భౌతికవిజ్ఞాని కాంప్టన్. ఫోటాన్ స్వేచ్ఛగా సంచరించుచున్న ఎలక్ట్రాన్ ను తాకినపుడు ఏమగునో బోధపరచుకొనుటకు 'బిల్యర్ డ్స్' బల్లపై పరస్పరము డీకొను బంతుల దృష్టాంతమును తీసికొందము. బల్లపై కదలుచున్న బంతి స్థిరముగా నున్నబంతిని తాకినపుడు మొదటి బంతి తనశక్తిలో కొంతభాగము ఇదివరకు స్థిరముగా

నున్న బంతికి పంచి, రెండుబంతులును వేరువేరు మార్గముల బల్లపై పరుగిడును. ఇట్లే ఫోటాన్ ఎలక్ట్రాన్ ను డీకొనినప్పుడు ఈ రెండు కణములును ఆఘాతఫలముగా భిన్న మార్గముల పట్టును.

ఆఘాతము స్థితిస్థాపకధర్మము కలదైనపుడు సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్రము అట్టి ఆఘాత కార్యము శక్తి నిత్యతానియమమును, గతిభార నిత్యతానియమమును పాటించునని నిరూపించుచున్నది. సంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్ర నియమములను అనుసరించి కాంప్టన్ ఫోటాన్, ఎలక్ట్రాన్ ఆఘాతఫలమును క్రింది విధమున విశదీకరించెను. ఫోటాన్ కాంతికణము; కాంతి శక్తిరూపము. ఎన్ స్టైన్ సాపేక్షతావాదము ననుసరించి శక్తికణమునకు ఒక నియత ద్రవ్యరాశిని ఆరోపించవచ్చును. అందువలన కాంతికణమునకు ద్రవ్యరాశిని ఆరోపించి ఫోటాన్-ఎలక్ట్రాన్ సంఘర్షణను, స్థితిస్థాపకధర్మముగల ఆఘాతమని అంగీకరించి, గతిభారనిత్యతా, శక్తినిత్యతా నియమముల సహాయమున ఆఘాతకార్యము తరువాత ఈ రెండుకణములు స్వీకరించు ప్రత్యేకమార్గములను కాంప్టన్ నిర్దేశించగలిగెను. ఈ నియమమును అనుసరించి తనశక్తిలో కొంతభాగమును ఎలక్ట్రాన్ గమనవేగమును అతిశయింప చేయుటకు ఖర్చుపెట్టి కాంతికణము తక్కువ శక్తితో అనగా, ఎక్కువ తరంగదైర్ఘ్యముతో బయటకు వెడలును.



కాంప్టన్ విచలనము

అందువలన ఆఘాతఫలముగా కాంతికణము కొంత శక్తిని కోల్పోవును. అనగా, దాని తరంగదైర్ఘ్యము ఎక్కువయగును. ఈ వివరణ యథార్థమని కాంప్టన్ ప్రయోగముచే రుజువు చేసెను. ఈ ప్రయోగమందు సాధారణదృశ్యకాంతికణము యొక్క శక్తి చాలఅల్పమగుటచే మిక్కిలి శక్తిగల X-కిరణకాంతిని కాంప్టన్ ఉపయోగించెను. అందువలన ప్రయోగఫలము స్పష్టముగా కనబడినది. ఏకవర్ణ X-కిరణకాంతి ఒక బొగ్గుముక్కపై ప్రసరించినపుడు ఆ బొగ్గులో శిథిలముగానున్న ఎలక్ట్రాన్లు



కాడ్మియమ్

ఆ కాంతిని చెదరకొట్టును. చెదరిపోయిన కాంతిని వర్ణ మాలమాపకముతో పరిశీలించినపుడు మొదటికాంతి తరంగముల ప్రక్కను మొదటికాంతికన్న తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యముగల కాంతిరేఖలు గోచరించెను. మొదటికాంతి కణపుశక్తి  $h\nu$  అయినపుడు అది ఎలక్ట్రాన్  $c$  తో డీకొని చిత్రములో చూపించినట్లు మార్గవిచలనమును చెందును. కాంతికణముయొక్క ఈ మార్గవిచలనమునకు 'కాంప్టన్ ఫలిత'మనిపేరు.

కణరూపమున ప్రభవస్థానమునుండి కాంతి ప్రసరించునను వాదమును ప్రతిపాదించుటలో న్యూటన్ కాంతికణభావ మును శాస్త్రములో ప్రవేశపెట్టెను. కణవాదము మిథో ఘట్టనమును వివరించలేక పోవుటచే తరంగవాదము బయలు దేరినది. 20వ శతాబ్దపు మొదటిదశలో ఐన్ స్టయిన్ కనుగొనిన కాంతి విద్యుత్ (చూ. పు 251) సంఘటనను విశదీ కరించు సందర్భములో ఐన్ స్టయిన్ కణవాదమును పున రుద్ధరించెను.

ఐన్ స్టయిన్ వివరణమందు నమ్మకములేనివారలను కూడ కాంతికణవాద పక్షమునకు మరల్చుటకు సమర్థమై నది ఈ కాంప్టన్ సంఘటన. కాంతి విద్యుత్ సంఘటన ఒక వేళ బయల్పడకయున్నను, కాంప్టన్ సంఘటన ఒక్కటే కాంతికణవాదమును నిస్సంశయముగా స్థాపించగలదు.

కాంతికణమునకు ద్రవ్యరాశిని ఆరోపించుటలో సిద్ధాంతపు చిక్కొకటి గోచరించుచున్నది. సాపేక్షతావాద ప్రకారము ద్రవ్యరాశిగల కణము ఏదైనను, కాంతివేగ మునకు దగ్గరగానున్న వేగమును స్వీకరించినపుడు దాని ద్రవ్యరాశి అమితముగా పెరుగును. అందుచే, కాంతికణ మునకే ద్రవ్యరాశి ఉన్నప్పుడు దాని ద్రవ్యరాశి అనంత మౌనని చెప్పవలెను. ఇట్టి పరిస్థితులలో కాంతికణపుశక్తి కూడ అనంతమే అయియుండవలెను. అట్టి కాంతికణము ఇంకొకద్రవ్యకణమును డీకొనినపుడు దాని శక్తిలో తగ్గింపు కనబడుననుట యుక్తియుక్తముకాదు. కనుక, పై నిరూపించిన కాంప్టన్ వివరణ పొసగదు. కాని, ఈభావ వైరుధ్యమును క్రింది విధమున తొలగించవచ్చును.

ఒకద్రవ్యకణపు వేగమునకు, దానిద్రవ్యరాశినకుగల సంబంధమును క్రిందిసాపేక్షతావాద సమీకరణము సూచించుచున్నది :

$$m = m_0 / 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

ఇచ్చట  $m$  = కదలుచున్న కణద్రవ్యరాశి;  $m_0$  = విశ్రాంతిలోనున్న కణద్రవ్యరాశి;  $v$  = కణవేగము;  $c$  = కాంతివేగము.

$m_0$  విశ్రాంతిస్థితిలోనున్న ఫోటాన్ యొక్క ద్రవ్య రాశియై  $v^2/c^2$  నిష్పత్తి ఒకటిని అత్యంతముగా దగ్గరించు చుండినను,  $m_0 / 1 - \frac{v^2}{c^2}$  అను నిష్పత్తి ఒక నియత మూల్యము  $m$  ను స్వీకరించునని గణితశాస్త్రరీతిని రుజువు చేయవచ్చును. ఈ నియతమూల్యమునే ఫోటాన్ ద్రవ్యరాశి అనవచ్చును. మే. ప. న.

కాడ్మియమ్ : పరమాణ్వంకము 48; సంకేతము Cd; ధాతు మూలద్రవ్యము. పరమాణుభారము 112.41. 1817లో స్ట్రోమేయర్ (జర్మను) కాడ్మియమ్ ఉనికిని కనుగొన్నాడు.

కాడ్మియమ్ ఎప్పుడును జింకుఖనిజములలో కలిసిదొర కును. గ్రీనాకైట్ లేదా కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్ (CdS) దీని ప్రత్యేకఖనిజము; కాని ఇది చాలలరుదుగా దొరకును. వాస్తవికముగా కాడ్మియమ్ను అపురూప ధాతువుగనే పరిగణించవలెను.

ధాతుసాధన : జింకు ధాతుసాధనలో స్వేదనప్రక్రియ యందు సంగ్రాహకములలో ఘనీభవించబడిన మొదటి జింకు చూర్ణభాగములో కాడ్మియమ్ కలిసియుండును ఇందులో కాడ్మియమ్ ధాతువు దాని ఆక్సైడ్ రూపమున జింకుఆక్సైడ్ తోకూడ కలిసియుండును. ఈ చూర్ణమును నేల బొగ్గుపొడితో కలిపి మరల బాష్ప స్వేదనము కావించురు. 800°C-900°C మధ్య కాడ్మియమ్ సంగ్రహించ బడును. ఈ తాపక్రమమితిలో జింకు ఆక్సీహరించబడుట గాని, బాష్పీభవించుటగాని జరుగదు. అందువలననే కాడ్మియమ్ శుద్ధముగా లభ్యమగును.

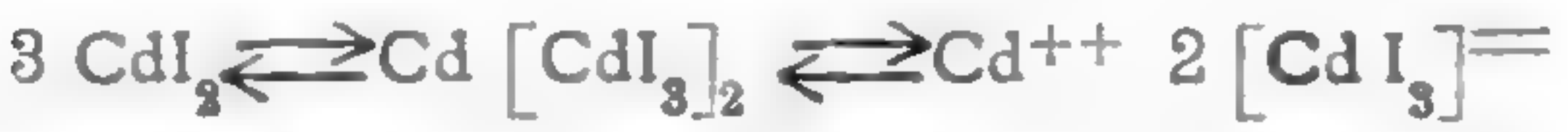
ధర్మములు : కాడ్మియమ్ ధాతువు చూచుటకు జింకు వలె తెల్లగా ఉండును. ఇది మెత్తటిధాతువు. గాలిలో మెల్లగా ఆక్సీభవించి ధాతువుపై ఆక్సైడ్ పొర ఒకటి ఏర్పడును. విశిష్టగురుత్వము 8.64; ద్రవాంకము 321°C; క్వథనాంకము 767°C; కాడ్మియమ్ కు సహజంగాదొరకు ఎనిమిది సమస్థానీయము (ఐసోటోప్)లు కలవు : 106, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 116. తగరము, సీసము, బిస్మత్తు ధాతువులతో చాలతక్కువ తాపక్రమములో ద్రవీ భవించు ధాతుమిశ్రములను ఇచ్చును (చూ. బిస్మత్తు). దీని రసమిశ్రము వెస్టన్ ఘటములో ద్రవముగా ఆచరించును. జింకువలె ధాతువులకు పైపూతగాకూడ ఇది వాడుకలో నున్నది.

కాడ్మియమ్ ఆక్సైడ్ (పిశంగవర్ణము), కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్ (పసుపు) తప్ప తక్కిన కాడ్మియమ్ యౌగికము లన్నియు తదనుగుణములగు జింకు యౌగికముల పోలి యుండును. కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్ను, ఆమ్లపరిసరములందు



కూడ దానిలవణములనుండి హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువుచే అవక్షేపముగా పడయవచ్చును. జింకు సల్ఫైడ్ దీనికి విరుద్ధముగా ఆప్లువరిసరములలో అవక్షిప్తముకాదు.

కాడ్మియమ్ ఆయడైడ్ : రంగులేనిస్ఫటికములు, కాడ్మియమ్ ఆక్సైడ్ పై హైడ్రాయిడిక్ ఆసిడ్ (HI) చర్యవలన లభ్యమగును. ఇది నీటిలోనేగాక ఆల్కహాల్ లో కూడ కరుగును. దీని జలద్రావణములలో ఇది స్వయంక్షిప్త యోగికములుగా ఏర్పడును.



(చూ. జింకు వర్గము.) కె. ఎన్.

కాని. జార్, స్టానిస్లావ్ (1828-1901): ఇటలీ దేశపు రాసాయనికుడు - పెటెర్మో నగరములో జననము. సిసిలీ విప్లవములో పాల్గొనుటచే మార్సేనగరమునకు పారిపోయి 1849 లో పారిస్ చేరికొనెను. అక్కడ షెప్టూల్ వద్ద శిష్యుడుగా చేరి నైసమైడ్ అను ద్రవ్యమును 1851 లో తయారుచేసెను. ఆ పటనే ఆలిగ్నాండియా జాతీయ కళాశాలయందు భౌతికరాసాయనికశాస్త్రాధ్యాపకుడుగా నియమితుడయ్యెను. ఇచ్చటనే తన పేరును మోయుచున్న రాసాయనికక్రియ (జారసన్నిధిని కొన్ని ఆర్డినైడ్లు అసిడ్లుగ, ఆల్కహాల్లుగ విఘట్టనను చెందుట)ను కనుగొనెను. 1871 లో పెటెర్మో యూనివర్సిటీయందు రాసాయనిక శాస్త్రాచార్యపీఠమును అధిష్టించెను. ఇచ్చటనే తన శిష్యులకు రాసాయనికశాస్త్రమును కరపుటకై సుంటోడియూన్ కోర్స్ డిఫిలాసోఫియా కిమికా (1858) అను గ్రంథములో తొలిసారి విశదముగ పరమాణుభార, అణుభార భావముల కున్న వ్యత్యాస సంబంధముల వివరించి పరమాణు భార నిశిత నిర్ణయమునకు దోహద మొనరించెను. మే. ప. న.

కామర్లింగ్, హైకె ఆనెస్ (1853 - 1928): డచ్ భౌతిక విజ్ఞాని. గాటెంజన్ హైడిల్ బర్గ్ యూనివర్సిటీ లలో విద్యనభ్యసించి లీడెన్ విద్యాసంస్థలోభౌతికశాస్త్రాచార్య పదవిని 1892లో స్వీకరించెను. నాటి నాగరిక ప్రపంచములో ఎక్కడనులేని శైత్యోత్పాదక శోధనాగారము నొకదానిని లీడెన్ నగరములో నెలకొల్పి అత్యల్ప తాపక్రమములలో వస్తువుల భౌతిక ధర్మములను గురించి అనేక పరిశోధనలను గావించెను. హీలియమ్ వాయువును తొలిసారిగా ద్రవీభవింపచేసి పరమమానమున 1° తాపక్రమమును సాధించగలిగెను. ఈయన 1913లో నోబెల్ బహుమానమును అందుకొనెను. మే. ప. న.

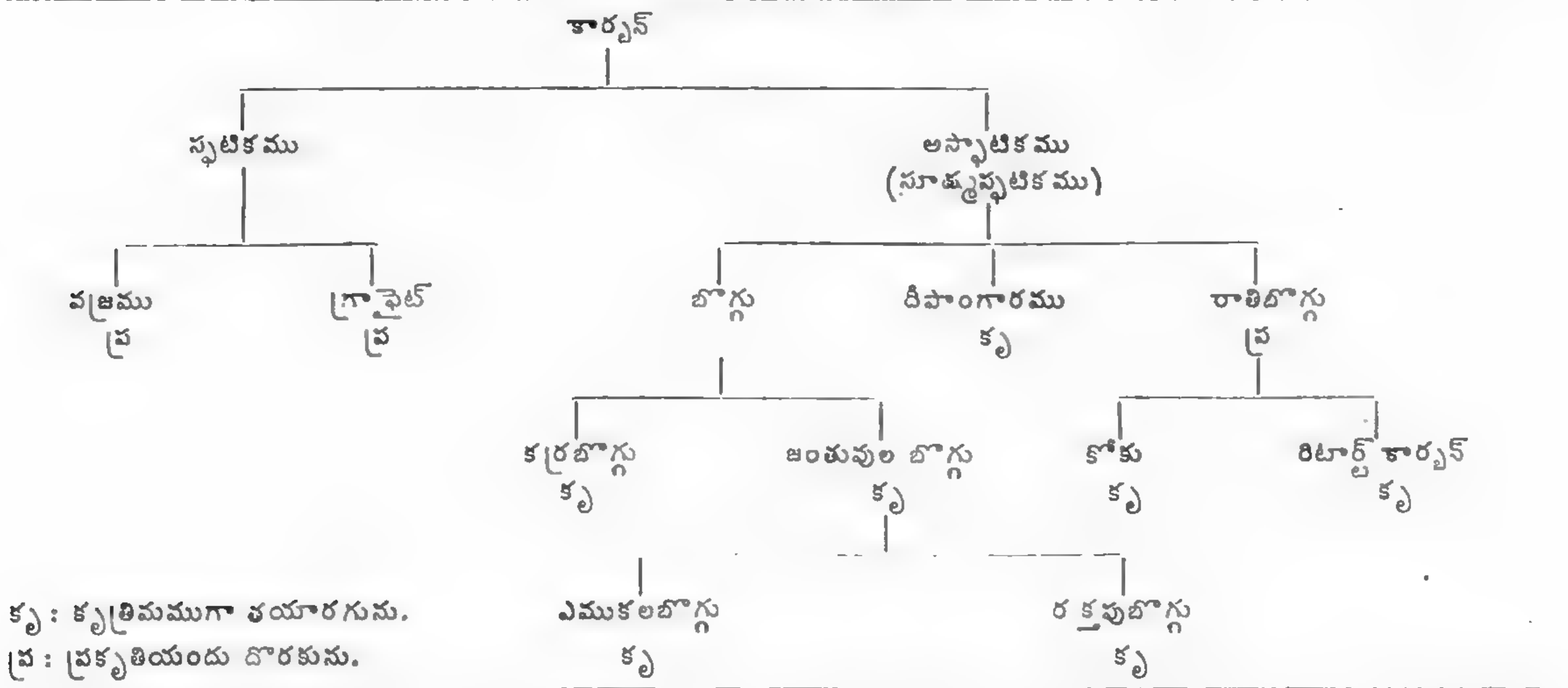
కార్బన్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; అధాతు స్వభావము కలది. పరమాణ్వంకము 6; సంకేతము C; పరమాణుభారము 12.011. అనాదినుండియు మానవునికి తెలిసిన మూలద్రవ్యములలో కార్బన్ ఒకటి. దీనినే 'అంగారము' అని అందురు. ఇది ప్రకృతియందు విడిగాను, సంయోగస్థితిలోను లభించును. వజ్రము, గ్రాఫైట్, బొగ్గు, రాతిబొగ్గు, దీపపు మసి ఇవన్నియు కార్బన్ యొక్క భిన్న రూపములు. రాతినూనె, పెట్రోలియము, మురుగునీటి వాయువు, కార్బన్ డైఆక్సైడ్, చక్కెర, కార్బో హైడ్రేట్లు, ప్రోటీన్లు (మాంసకృత్తులు) ఇవన్నియు కార్బన్ యొక్క యోగికములే. జీవముల శరీరములందెల్ల ఈ మూలద్రవ్యము సంయుక్తస్థితిలో ఉన్నది. కార్బన్ యోగికములు అసంఖ్యాకములగుటచేత వాటిని ఒక ప్రత్యేక శాఖగా కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రమున చేర్చి వివరించుట సంప్రదాయము.

కార్బన్ యొక్క రూపాంతరములు : కార్బన్ స్ఫటిక రూపమునను, అస్ఫటికరూపముననుకూడ ఉండును. 1. వజ్రము; 2. గ్రాఫైట్ స్ఫటికావస్థలోనున్న కార్బన్. అస్ఫటికకార్బన్ ఐదు రకములుగ ఉండును: 1. కర్ర బొగ్గు, 2. రాతిబొగ్గు, 3. దీపపుకొడి, 4. కోకు, 5. రిటార్ట్ కార్బన్. అస్ఫటికకార్బన్, అస్ఫటిక కార్బన్ రూపములన్నియు X-కిరణముల పరిశోధన ఫలితముగ నూత్న స్ఫటికమయములని తెలిసినది. కార్బన్ రకములలో కొన్ని ప్రకృతియందు విరివిగా దొరకును; కొన్ని కృత్రిమముగ తయారగుచున్నవి. వీటిలో దీపాంగారము, బొగ్గు, నేలబొగ్గు పారిశ్రామికముగా ముఖ్యమైనవి.

దీపాంగారము : ముఖసౌందర్యమునకై కండ్లకు దిద్దుకాటుకను తయారుచేయుట మనపూర్వులు ఎరుగుదురు. వాణిజ్యపద్ధతియందు ఇది అధికముగా తయారగును. కర్పూరతైలము, తారు, రాతినూనె మున్నగు ద్రవ్యములలో కార్బన్ పాలు హెచ్చుగానున్నది. వీటిని స్వల్ప పరిమితమైన గాలిలో మండించి ఆ పొగను దుప్పట్లు వ్రేలగట్టినగదిలోనికి పంపుదురు. దుప్పట్లపై పొగపారి దీపాంగారము పుడుటపడును దుప్పట్లను దులిపి దీపాంగారము ప్రోగుచేసి మరయందు సన్నగా విసిరి తయారుచేయుదురు. అచ్చువేయు సిరా, పాలిష్లు, బూట్ పాలిష్లు, రబ్బరు చైర్లు తయారు చేయుటయందు దీపాంగారము చాల ఉపయోగపడును.

బొగ్గు : బొగ్గునందు రెండు రకములు కలవు. 1. ద్రుమాంగారము, 2. జంతుఅంగారము. కలపను పరిమిత వాయువులో మండజేసిన అది ద్రుమాంగారముగ మారును.





ఇంటియందు వంటకుపయోగించుబొగ్గు ఇదియే. బొగ్గు బస్సులకుకూడ ద్రుమాంగారమునే వాడుదురు. రక్తమును గాని, ఎముకలనుగాని, మూసిన బకయంత్రములో ఉంచి కాల్చినచో రక్తపుబొగ్గు లేదా ఎముకలబొగ్గు తయారగును. ఈ కార్బన్ కు అమితమగు అధిచూషణగుణము ఉండుటవలన ఇదికూడ వాణిజ్యరీతిని తయారగుచున్నది.

అస్ఫటికకార్బన్ తేలికగనుండును. ఇది వాయువులను, ద్రవములనుకూడ అధిచూషించును. తయారుచేయు విధమునుబట్టి దీని అధిచూషణశక్తి మారుచుండును. రంగుగల పానకమునుండి రంగును తీసివేయుటకు జంతువుల బొగ్గును వాడుటకు దీని అధిచూషణశక్తియే కారణము. ఉత్తేజితమయిన బొగ్గులో కూడ అధిచూషణశక్తి చాలముఖ్యగుణము. ద్రుమాంగారము ఇంధనముగా ఎక్కువ పనికివచ్చుటయేకాక తుపాకిమందు తయారు చేయుటయందును, దుర్గంధముల నిర్మూలించుటకును, నీటిని శుభ్రపరచుటకును, శూన్యమును నిర్మించుటకును, ధాతుసాధనయందును, వైద్యమునందును ఉపయోగపడును. ఎముక బొగ్గును వాణిజ్యమున ఐవరీబ్లాక్ అను పేరుతో అమ్ముదురు. విచూషణశక్తి ఎక్కువగల ఉత్తేజితమైనబొగ్గును విషవాయువులనుహరించు కవచములలోను, పంచదార, నూనె పీటిని శుభ్రపరచుటలోను వాడుదురు.

వజ్రములు: ఆభరణములందు అనాదినుండియు ఉత్కృష్టముగా ఎన్నబడుచున్నది వజ్రము రమ్యమగుటచేతను, మార్పునుచెందనిది అగుటచేతను వజ్రమును మణులలోనెల్ల గొప్పదిగ గణించురు. ప్రకృతియందు

స్వాభావికముగా దొరకిన వజ్రము చూచుటకు మబ్బు బారిన గుండ్రని చెకుముకిరాతివలె ఉండును. దీనిని కోసి పలకలుతీర్చి మెరుగుపెట్టినపిమ్మట దీనియందు కాంతి మెరుపు ఉద్భవించును. ఈ సానపెట్టుటయందు వజ్రములో ఇంచుమించు సగముభాగము నశించును. ఇండియా, బ్రెజిల్, దక్షిణాఫ్రికా, యునైటెడ్ స్టేట్స్, ఆస్ట్రేలియా, బోర్నియో దేశములలో వజ్రములు దొరకును. కోహినూర్, గ్రేట్ మొగల్, ఆర్లాష్, రీజెంట్ మున్నగు ప్రసిద్ధిగాంచిన ప్రాచీన వజ్రములు ఇండియాలో దొరకినవే. దక్షిణాఫ్రికాలో దొరకిన 'కుల్లినన్' వజ్రములలోనెల్ల పెద్దది. దొరకినప్పుడు  $1\frac{1}{4}$  పౌనులుఉండి, సానపెట్టినవెనుక 800 కేరట్\*లు (=0.38 పౌను) తూగెను. దీనివిలువ 1,00,000 బ్రిటిష్ పౌనులు.

ఏమాత్రమును రంగులేని, నిర్మలమైనవజ్రముల వెల ఎక్కువ. నీలి, ఎరుపు, ఆకుపచ్చ, బూడిదవర్ణము, నలుపు రంగులు కల వజ్రములుకూడ కలవు. చాల వజ్రములకు కొంత పసుపురంగు సోకును. వజ్రపు సాంద్రత 3.514 నుండి 3.518 వరకు ఉండును. వజ్రమునకు కాఠిన్యము వక్రీభవన గుణకము అన్యస్ఫటికములకన్న చాలఎక్కువ. దీని కాఠిన్యత 7; వక్రీభవనగుణకము 24; వజ్రమును కోయుటకు వజ్రమునే ఉపయోగించవలయును. X-కిరణములు వజ్రము గుండా ప్రసరించును. కృత్రిమవజ్రములు (ఇమిటేషన్ డైమండ్స్) అనబడు గాజుముక్కలు వజ్రములవలె అగపడినను X-కిరణములను చొరనీయవు. ఈవిధమున కృత్రిమ

\* కేరట్ : రవ్వలమాకములో ఉపయోగించు మానప్రమాణము; ఒక కేరట్ అనగా 200 మిల్లీగ్రాములు బరువు.

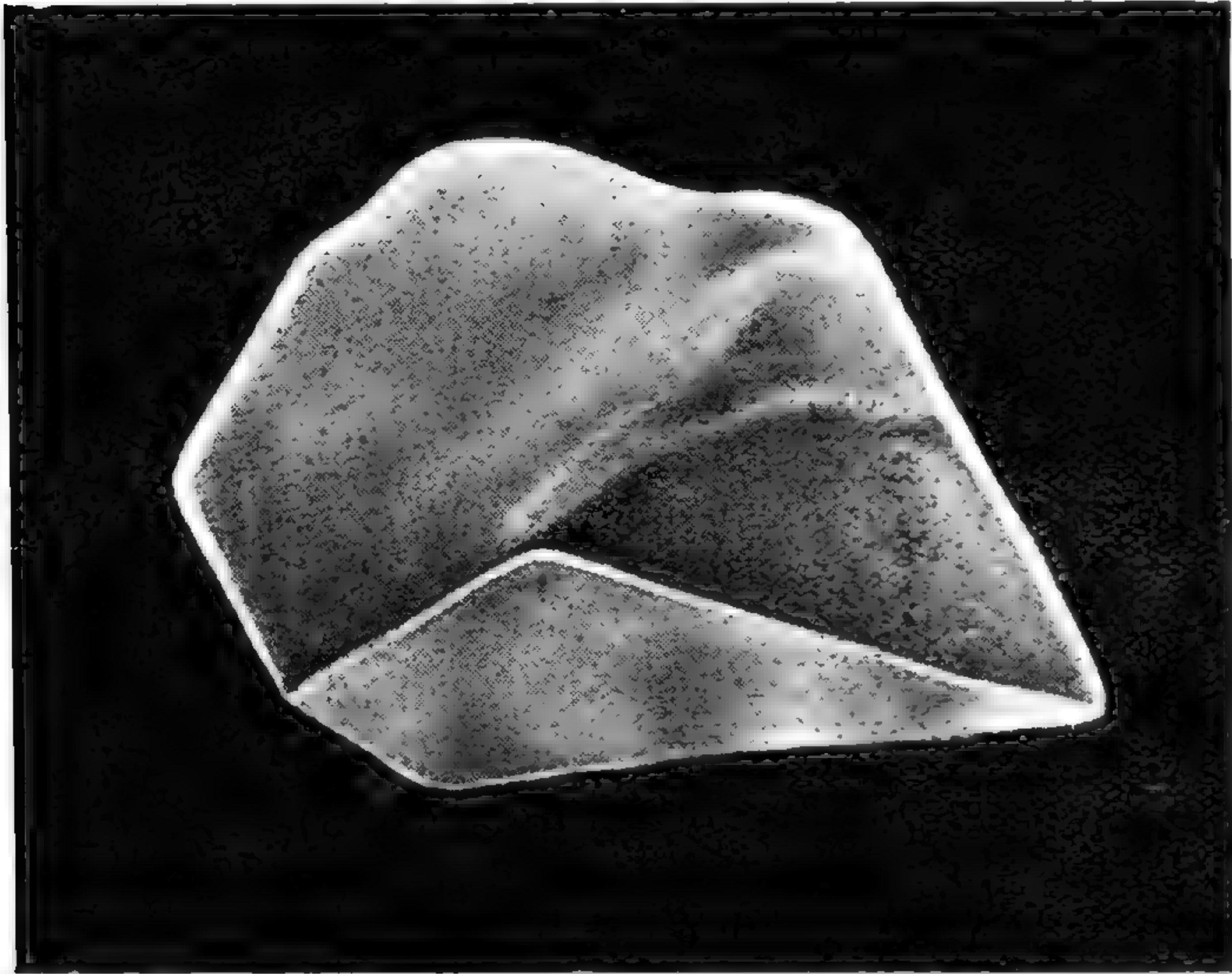


వజ్రములను కనుగొనవచ్చును. గాలిలో కాల్చినచో నలుపుగామారి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ గా మారును.

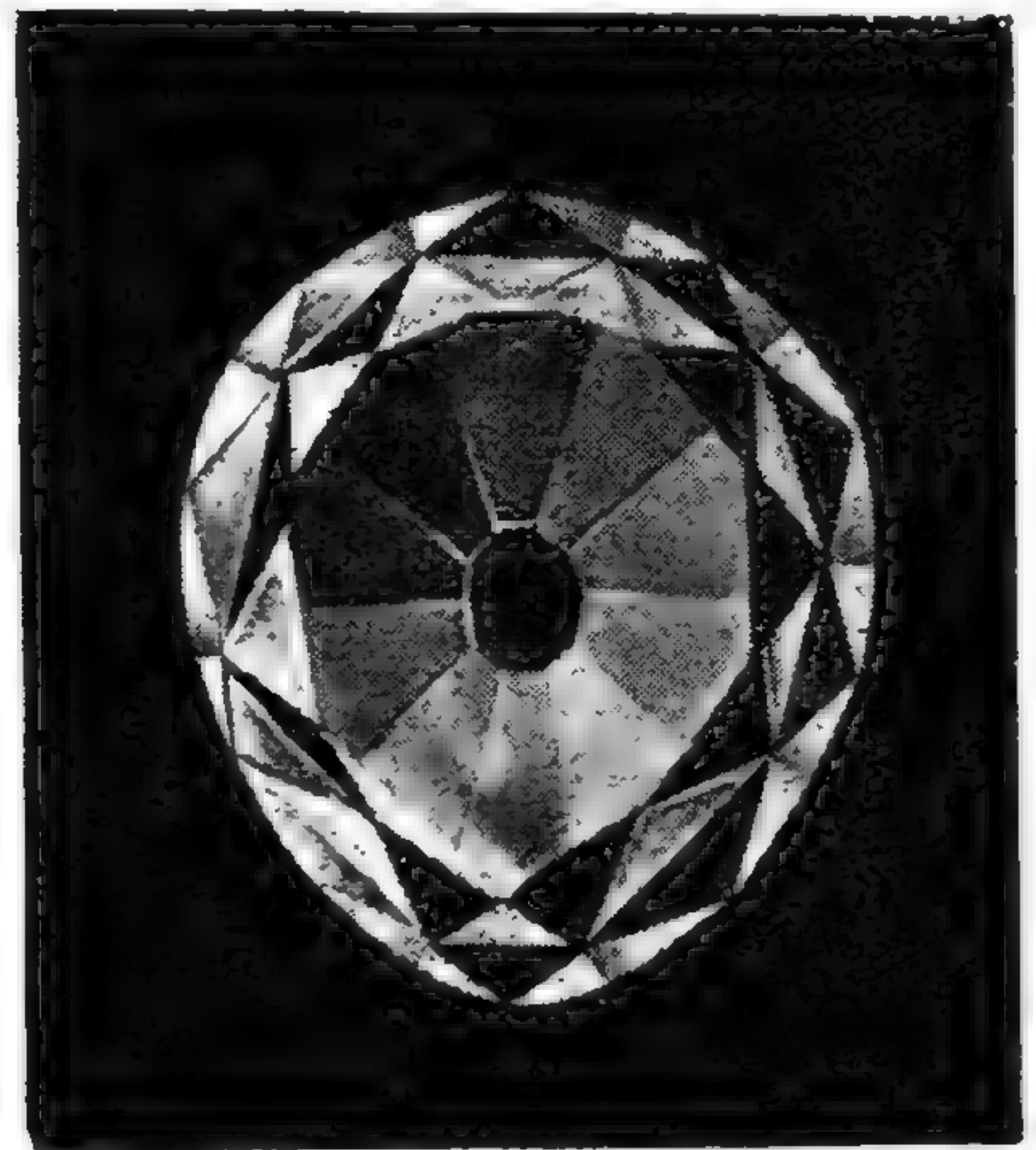
కృత్రిమముగా వజ్రముచేయుట చాలకష్టము. ఈవిషయమై తొలుత 'మ్యాసాన్' చాల ప్రయత్నించెను. చక్కెర కార్బన్ ను శుద్ధమైన ఇనుముతో ఒకమూసలో కరగించి, అమితమైనవేడియందున్న ఆ ఇనుముద్రవమును (4000°C.) తటాలున కరగిన సీసపుద్రావకములో ముంచి చల్లార్చెను. చల్లార్చునపుడు ఘనీభవించిన ఆ ఇనుపముక్కలో అపరి

గ్రాఫైట్ గనులు ఇండియాలోను, సిలోన్ లోను కలవు. ఆసియామైనర్, తూర్పుసైబిరియా, యునైటెడ్ స్టేట్స్, కెనడా, మెడగాస్కార్, జర్మనీ, మెక్సికో, రష్యా ప్రదేశములలోకూడ గ్రాఫైట్ గనులు కలవు.

గ్రాఫైట్ కృత్రిమముగకూడ తయారగుచున్నది. బొగ్గు లేదా కోకును ఇసుకతోగాని, త్రుప్పు లేదా ఐరన్ ఆక్సైడ్ తోగాని 24 నుండి 30 గంటలకాలము విద్యుత్ కొలిమిలో అత్యధిక తాపక్రమములో కాల్చి



వజ్రము ప్రకృతియందు దొరకునప్పటిరూపము.



దీనినే సానపెట్టి పలకలుగాకోసినప్పటిరూపము.

1 వ పటము :

మితప్రేషము ఉద్భవించి ఇనుముతో కరగిన కార్బన్ కొంత చిన్న చిన్నవజ్రపుముక్కలుగ మారినదని 'మ్యాసాన్' అనుకొనెను. కాని అతను సాధించినది గ్రాఫైట్ స్ఫటికములుగాని వజ్రస్ఫటికములు కావని ఇటీవల తెలిసినది. వజ్రము మణివలె ఆభరణములందు ఉపయోగపడుటయేగాక గాజునుకోయుటయందును, కఠినమైనరాతిని దొలుచుటయందును, మణులకు మెరుగు పెట్టుటయందును ఉపయోగపడును.

గ్రాఫైట్ : 'లెడ్ పెన్సిలు' అనుపేరుగల వ్రాతపరికరములోనున్న ద్రవ్యము సీసముకాదు; గ్రాఫైట్. దీని సన్నని సుద్దమట్టిజిగురు, నీటితోకలిపి సన్ననికడ్డిలుగా తయారుచేసి పచనముచేయుదురు. అట్లుపైన ఈ కడ్డిలను కర్రచెక్కలతో కప్పి పెన్సిలుఆకృతి ఇత్తురు. గ్రీక్ భాషయందు 'గ్రాఫో' అనుమాటకు 'నేను వ్రాయుదును' అని అర్థము. ఈమాటనుండి గ్రాఫైట్ అను పేరు దీనికి లభించినది.

నచో గ్రాఫైట్ ఏర్పడును. ఈవిధముగ నయాగరాయందు గ్రాఫైట్ తయారగుచున్నది.

గ్రాఫైట్ గాఢమగు బూడిదవర్ణముతో మెరయుచున్న పలుచనిరేకులుగ నుండును. దీని సాంద్రత 2 నుండి 3 వరకు దొరకినచోటునుబట్టి మారుచుండును. వజ్రముకన్న దీని కఠిన్యము తక్కువ. దీనితో కాగితముమీద గీచిన నల్లని గుర్తుఏర్పడును; వేడికి ఇది కరుగదు. ఆక్సిజన్ యందు ఎక్కువగ కాల్చిన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ గా మారిపోవును.

పెన్సిళ్లు, విద్యుదగ్రములు, విద్యుత్ కొలుములు, నిరార్థవిద్యుద్ధటములు, మూసలు మొదలయినవి తయారు చేయుటయందు గ్రాఫైట్ ఎక్కువగ ఉపయోగపడుచున్నది. దీనిని యంత్రముల ఇరుసులకు కందెనగ వాడుదురు. ఇనుప సామానులు త్రుప్పుపట్టకుండుటకు గ్రాఫైట్ ను వాటిపైన పూయుదురు. ఇనుమును పోతపోయు కర్మాగారములయందు గ్రాఫైట్ చాల అవసరము. విద్యుత్తుద్రవమందును దీని నుపయోగింతురు.



## కార్బన్

రాసాయనికధర్మములు : వజ్రము, గ్రాఫైట్, బొగ్గు, ఈ మూడును ఒకేజాతి మూలద్రవ్యములని రాసాయనికముగా రుజువుచేయవచ్చును. సమానరాశులలో ఈమూడు ద్రవ్యములను తీసికొని ఆక్సిజన్ సంయోగింపచేసిన ఈ మూడును సమానరాశుల కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువు నిచ్చును. ఆక్సిజన్ తో కార్బన్, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ( $\text{CO}_2$ ), కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ( $\text{CO}$ ) అను రెండు యోగికముల నిచ్చును.

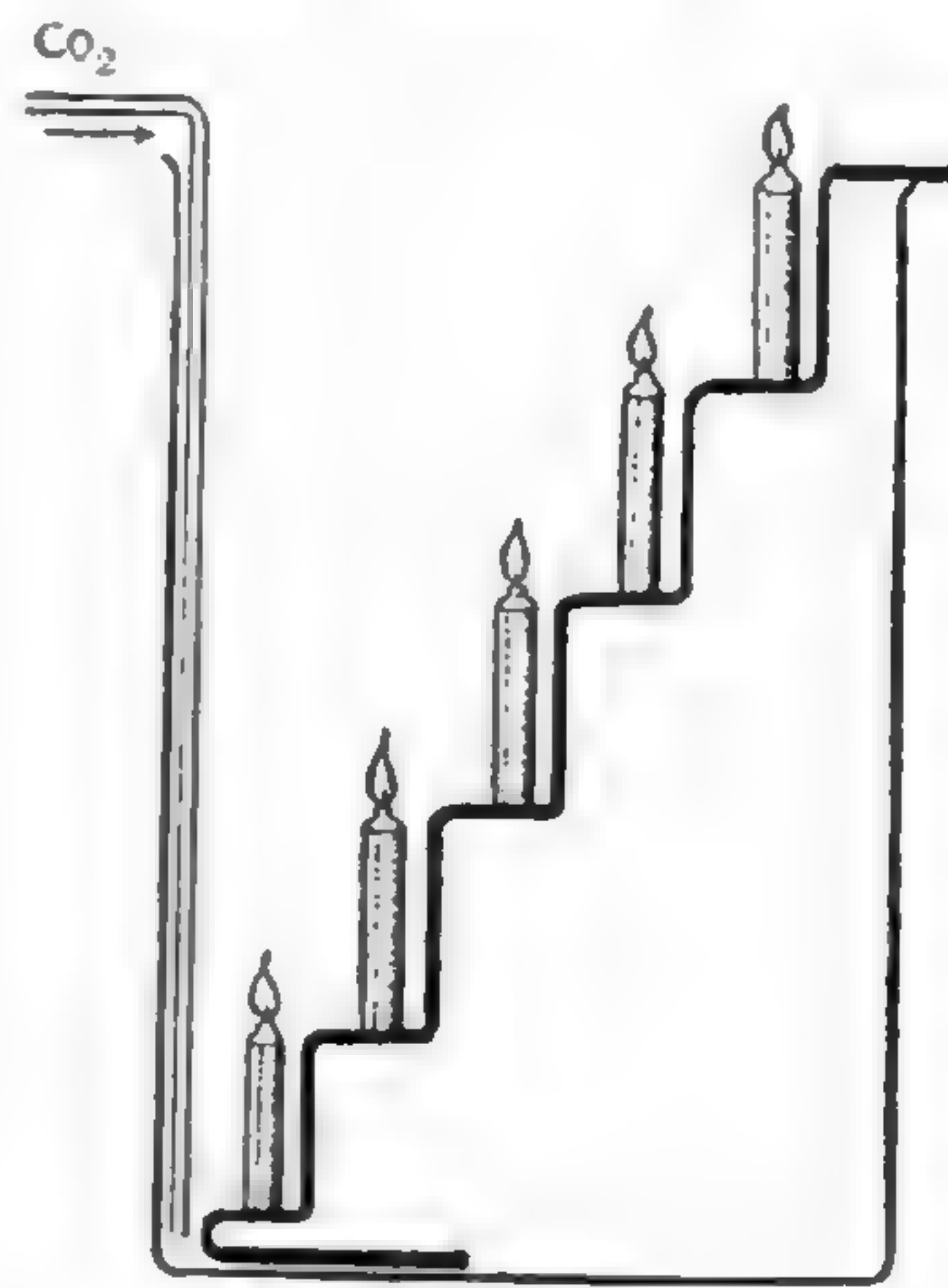
కార్బన్ డైఆక్సైడ్ : దీనినే బొగ్గుపులుసు వాయువు అని కూడ వ్యవహరించుట కద్దు. పైని చెప్పినట్లు ఏరకపుకార్బన్ అయినను ఆక్సిజన్ తో సంయోగించినపుడు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ఏర్పడును. కర్రలు మొదలగు కార్బన్ యోగికములు గాలిలోమండునపుడుకూడ ఈ వాయువు జనించును. గంజీ, పంచదార పానకము సారాయిగా మారుప్రక్రియల (కిణ్డప్రక్రియ)లో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ విడుదలయగును. ప్రాణుల నిశ్వాసితవాయువులో ఇది ఎక్కువగ నుండును. గాలిలో ఇది రమారమి 0.03% ఉండును. కార్బోనేట్ లరూపమున ఇది అనేకఖనిజములందు ఉండును. మాగ్నెసైట్ ( $\text{MgCO}_3$ ), కాల్సైట్ ( $\text{CaCO}_3$ ), బార్లైట్ ( $\text{BaCO}_3$ ), సెబ్రెట్ ( $\text{PbCO}_3$ ), ఆజురైట్ [ $\text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$ ], మాలకైట్ [ $\text{CuCO}_3, 2\text{Cu}(\text{OH})_2$ ] అనునవి కార్బోనేట్ ఖనిజములలో ముఖ్యమైనవి.

విరచనా విధానము : కిష్కపరికరమునందు, మధ్యగోళములో చలువరాతిముక్కలను ఉంచి పై గోళముయొక్క ముఖద్వారముగుండా హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ను పోసినచో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువు అపరిమితముగా లభ్యమగును (చూ. హైడ్రోజన్).



భౌతికధర్మములు : కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాసన, రంగు లేని వాయువు; గాలికన్న బరువు; నీటివలె దీనిని ఒక పాత్రలోనుండి ఇంకొకదానిలోనికి పోయవచ్చును. ఈ విషయమును క్రింది ప్రయోగముద్వారా చక్కగ నిరూపించవచ్చును. ఒక పెద్ద బీకరులో మెట్లుమెట్లుగా వంచిన డబ్బారేకునొక దానిని అమర్చి, ప్రతిమెట్టుపై ఒకచిన్న క్రొవ్వొత్తినుంచి, వెలిగించవలయును (చూ. 2 వ పటము). ఇప్పుడు పైనున్న గొట్టముద్వారా కిష్క పరికరమునుండి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును పాత్రలోనికి పంపించినచో అడుగునుండి నీటిమట్టము క్రమముగా ఎక్కువగునట్లు, బీకరులోనికి వదలి పెట్టబడుచున్న కార్బన్ డైఆక్సైడ్ మట్టము క్రమముగా పెరుగుటను, క్రొవ్వొత్తులు క్రమముగా క్రిందినుండి మీదికి ఆరిపోవుటచే గుర్తించవచ్చును.

ఈ మంటనార్పుగుణమే, అగ్నినిర్వాపకము (చూ. అగ్ని నిర్వాపకములు; పు. 124) లలో దీనిని జనింపజేయు ద్రవ్యములతో నింపుటకు కారణము. ఇది నీటిలో గాలి

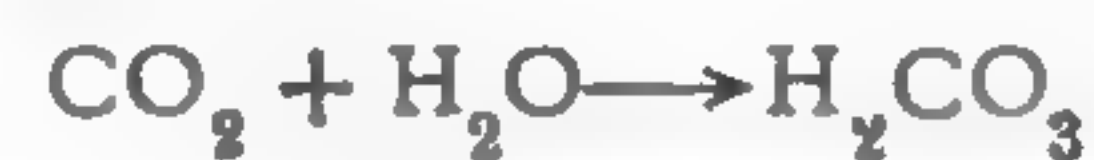


2వ పటము. కార్బన్ డైఆక్సైడ్

కన్న ఎక్కువగా కరుగును. హెన్రీ నియమము ప్రకారము ఒత్తిడి ఎక్కువైనకొద్దీ నీటిలో ఎక్కువగా విలీనము చేసినపుడు సోడా వాటరు తయారగును.  $31^\circ\text{C}$  దిగువను కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ను 77 వాతావరణం ప్రేషములో అదిమి సులభముగా ద్రవీకరించవచ్చును.

ఈ ద్రవీభూత వాయువును ఆవిరిగా పోనిచ్చినపుడు ఆవిరియగుటకు వలయు ఉష్ణతను ద్రవమునుండి తీసికొనుటచే ద్రవముఉష్ణతను కోలుపోయి ఘనమగును. ఈ ఘనద్రవ్యము ఈతర్ ద్రవముతో కలిపి  $-100^\circ\text{C}$  వరకు శైత్యమును సంపాదించవచ్చును.

రాసాయనిక ధర్మములు . ఇది మండునట్టిగాని, మంటను పోషించునట్టిగాని వాయువుకాదు. దీని జలద్రావణమునకు స్వల్పముగా ఆమ్లగుణము కలదు. నీలి లిట్మసును ఎర్రగా చేయగలదు. అందువలన ఈ ద్రావణమునకు కార్బానిక్ ఆసిడ్ అనిపేరు :



కార్బానిక్ ఆసిడ్

ఈ ఆమ్లాణువులో స్థానచ్యుతినిపొందగల రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉండుటచే, ఇది ద్విపదామ్లము: బై కార్బోనేట్లు (ఆసిడ్ కార్బోనేట్లు), సాధారణకార్బోనేట్లు (నార్మల్ కార్బోనేట్లు) అను రెండు తరగతుల లవణములను ఈయకలదు; సున్నపుతేటతో ఈ వాయువు కార్బియమ్ కార్బోనేట్ ను అవక్షేపముగా ఇచ్చును :



ఈ ప్రక్రియ కార్బన్ డైఆక్సైడ్, వాయువును గుర్తించుటకు మంచి సాధనము. ఇంతకంటె చురుకుగా జేరియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ఈ వాయువుతో జేరియమ్ కార్బోనేట్



అవక్షేపమును ఇచ్చును. ఈ ప్రక్రియకూడ కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఉనికిని తెలియజేయుటకు. చక్కటి శోధకము:



దీని సోడియమ్, పొటాసియమ్, అమోనియమ్ లవణములు తప్ప తక్కిన ధాతులవణము లన్నియు నీటిలో కరుగవు. దీని ఆల్కలీలవణములలో ఆప్లముకన్న ఊరమెక్కువ బలము కలదగుటచే, ఆ లవణములు జలద్రావణములలో జలవిశ్లేషమునుచేంది ద్రావణమునకు ఊరగుణమును అబ్బజేయును. నీటిలో కరుగునవి, కరుగనివి కార్బోనేట్లు అన్నియు ఆప్లములచే విచ్ఛేదనమును పొంది, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ను విడుదలజేయును. క్రింది సాంకేతికములు 'MCO<sub>3</sub>'లో 'M' అనగా Ba, Ca మొదలగునవి:

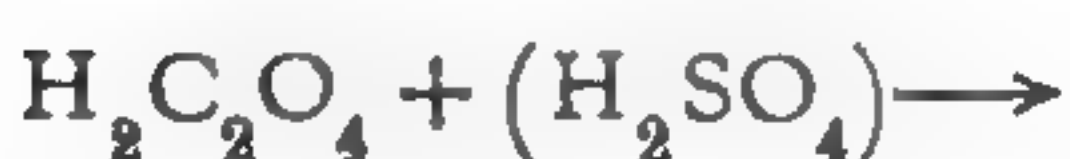
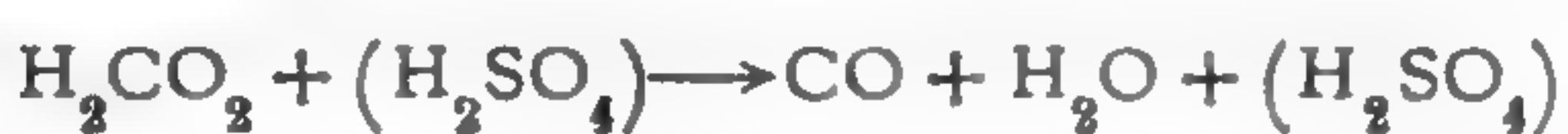


పరిశ్రమలలో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు చాల ఉపయోగపడుచున్నది. సోడావాటరు తయారుజేయుటయందు, అగ్నినిర్వాపక సాధనములందు, ఉక్కును గట్టి పరచుటయందు, పంచదార పరిశ్రమయందు, శీతలీకరణ విధానములందు దీనిని మిక్కిలిగా వాడుచున్నారు.

కార్బన్మోనాక్సైడ్ (CO): కార్బన్ ఆక్సిజన్తో సాజాత్తుగా సంయోగించునప్పుడు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ లభించును. కాని కార్బన్ మోనాక్సైడ్ లభ్యముకాదు. కాని కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ను కాలుచున్న బొగ్గుపై పంపినపుడు ఆక్సిహరణకార్య ఫలితముగా కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ఏర్పడును:



శోధనాగారములలో దీనిని ఫార్మిక్ ఆసిడ్ (H<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>)ను గాని, ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) నుగాని గాఢసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్తో వేడిచేసి సాధించవచ్చును. ఈ రెండు ప్రక్రియలందును సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ జలశోషకముగా ఆచరించును:



ఇందు కార్బన్ మోనాక్సైడ్తోపాటు డై ఆక్సైడ్ కూడ లభించును. ఈ వాయు మిశ్రమమును కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణముగల ఊశనపాత్రద్వారా సంగ్రహించినచో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఊరములో లీనమై కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ఒక్కటియే సంగ్రహించబడును.

భౌతిక ధర్మములు: కార్బన్ మోనాక్సైడ్ రంగు, రుచి, వాసన లేని విషవాయువు. ప్రాణులుపీల్చు గాలిలో 1% ఉన్నను ప్రాణాపాయకరము.

రాసాయనిక ధర్మములు: గాలిలో ఇది నీలిరంగుతో మండి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్గా ఆక్సీకరించబడును. వెలుగులో ఇది క్లోరిన్తోకలిసి ఫాస్జిన్ (కార్బోనిల్ క్లోరైడ్ = COCl<sub>2</sub>)గామారును. ఫాస్జిన్ కూడ విషవాయువు. 1914-18 యుద్ధమునందు ఈ విషవాయువును శత్రు సైన్యములపై జర్మనులు ప్రయోగించిరి.

కొన్నిధాతువులతో కార్బన్ మోనాక్సైడ్ సంయోగించి కార్బోనిల్లు అను యాగికములు ఏర్పడును; నికెల్ కార్బోనిల్ Ni(CO)<sub>4</sub>, ఐరన్ కార్బోనిల్ Fe(CO)<sub>5</sub>, కోబాల్ట్ కార్బోనిల్ Co(CO)<sub>8</sub> మొదలైనవి.

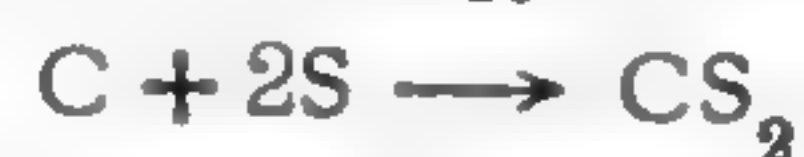
పారిశ్రామికముగా దీనిని హైడ్రోజన్తోపాటు జల వాయువనుపేర ఇంధనవాయువుగా తయారు చేయుచున్నారు. జింకాక్సైడ్, క్రోమిక్సైడ్ల మిశ్రమ యొక్క ప్రేరక ప్రభావమున కార్బన్ మోనాక్సైడ్ హైడ్రోజన్తో కలిసి మెథిల్ ఆల్కహాల్ నిచ్చును:



మెథిల్ ఆల్కహాల్

కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ (CS<sub>2</sub>): కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ రచనను పోలురచనగల కార్బన్, గంధక యాగికము. పారిశ్రామికముగా ఉపయోగ్యమగు ద్రావణములలో నొకటి ఇది. క్రొవ్వలను కరగించుటకు, గింజలనుండి నూనెను తీయుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు.

కాలుచున్న బొగ్గుపై గంధకపు అవిరిని పంపినచో కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ఉత్పన్నమగును.



మామూలుగా దీనికి అసహ్యమయిన వాసనకలదు. శుద్ధస్థితిలో దీనికింతచెడువాసన ఉండదు. మలినములవలన ఈ దుర్వాసన జనించునని రాసాయనికులు చెప్పుదురు.

కార్బన్ డై సల్ఫైడ్కూడ చాల విషద్రవ్యము. కొంచెము వేడిచేసిన గాజుకడ్డిని దగ్గరకు తీసుకొచ్చిన మాత్రమున గాలిలో జ్వలించును. అందుచే జ్వలనప్రమాద మెక్కువగా నున్నద్రవమిది. చాలజాగ్రత్తగా జ్వాలలనుండి దీనిని కాపాడవలయును. ఇది 46.25°C దగ్గర మరుగును. ఇది గంధకమునకు, భాస్వరమునకు, అయిడిన్కు, క్రొవ్వలకు మంచిద్రావణము. మొక్కలకు సంభవించు చీడపురుగుల వలని ఉపద్రవమును దీనిని జల్లుటచే తొలగించవచ్చును. (చూ. కార్బన్ వర్గము; పు. 272).

కార్బన్ డై ఆక్సైడ్: చూ. కార్బన్; పు. 260.

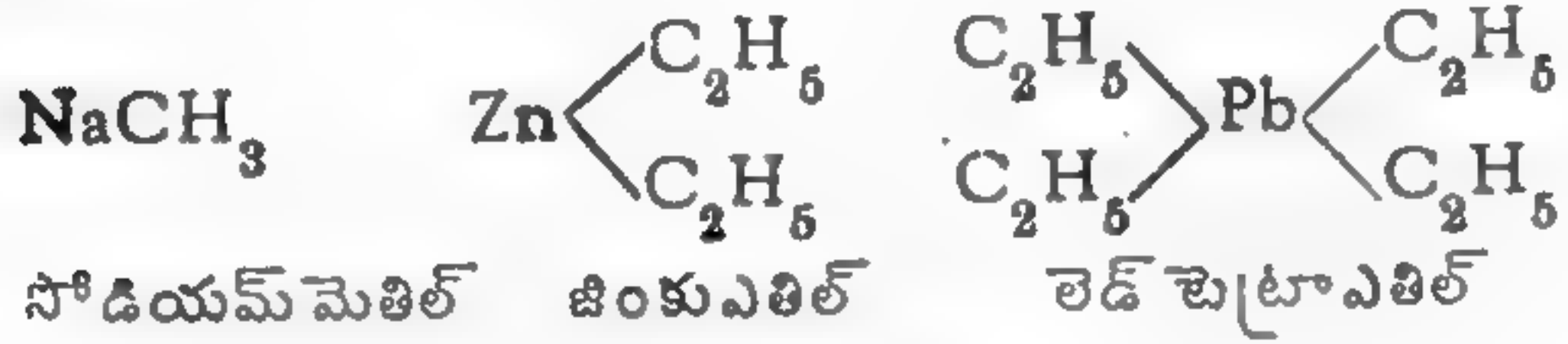


## కార్బన్ డై సల్ఫైడ్

కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ : చూ. కార్బన్; పు. 261

కార్బన్ ధాతు యోగికములు : ధాతు పరమాణు పుతో దాని యోజనీయత ననుసరించి ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని ఆల్కిల్ గణములు సంయోగించినపుడు ఏర్పడు యోగికములకు కార్బన్ ధాతు యోగికములని పేరు.

ఉదా :



మగ్నీషియమ్ మెథిల్ అయిడైడ్

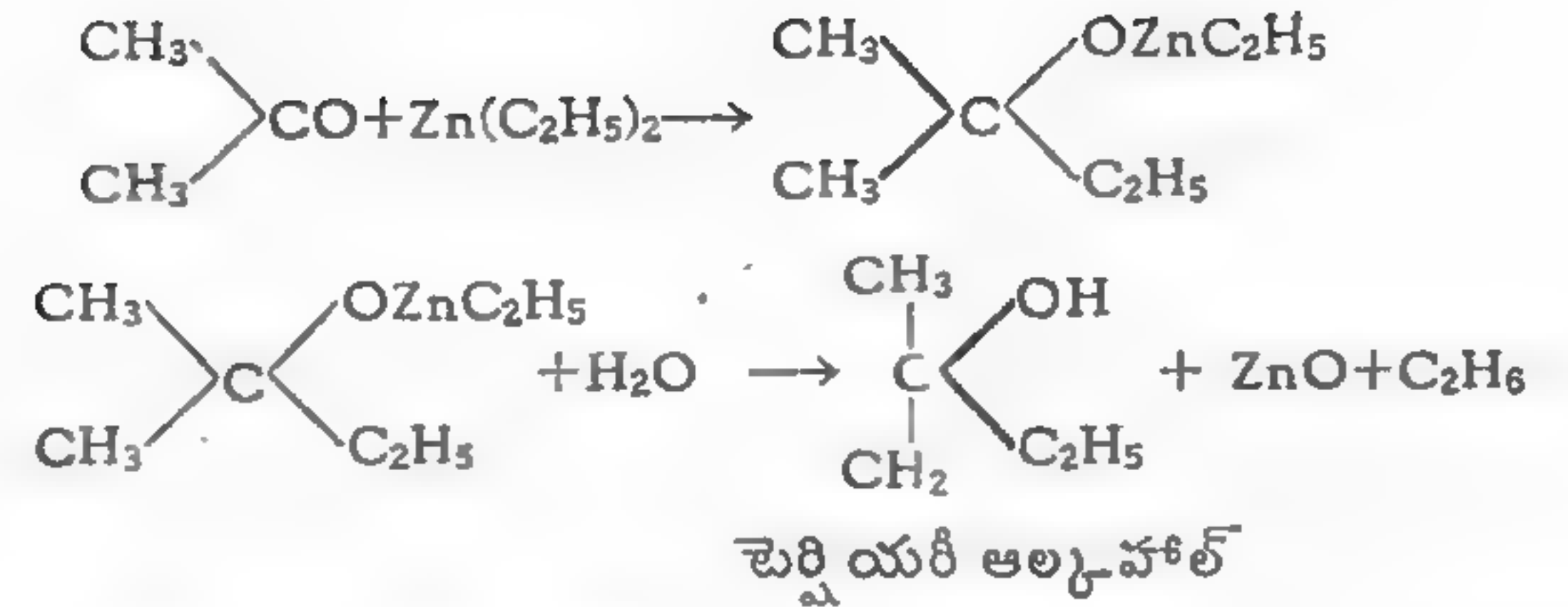
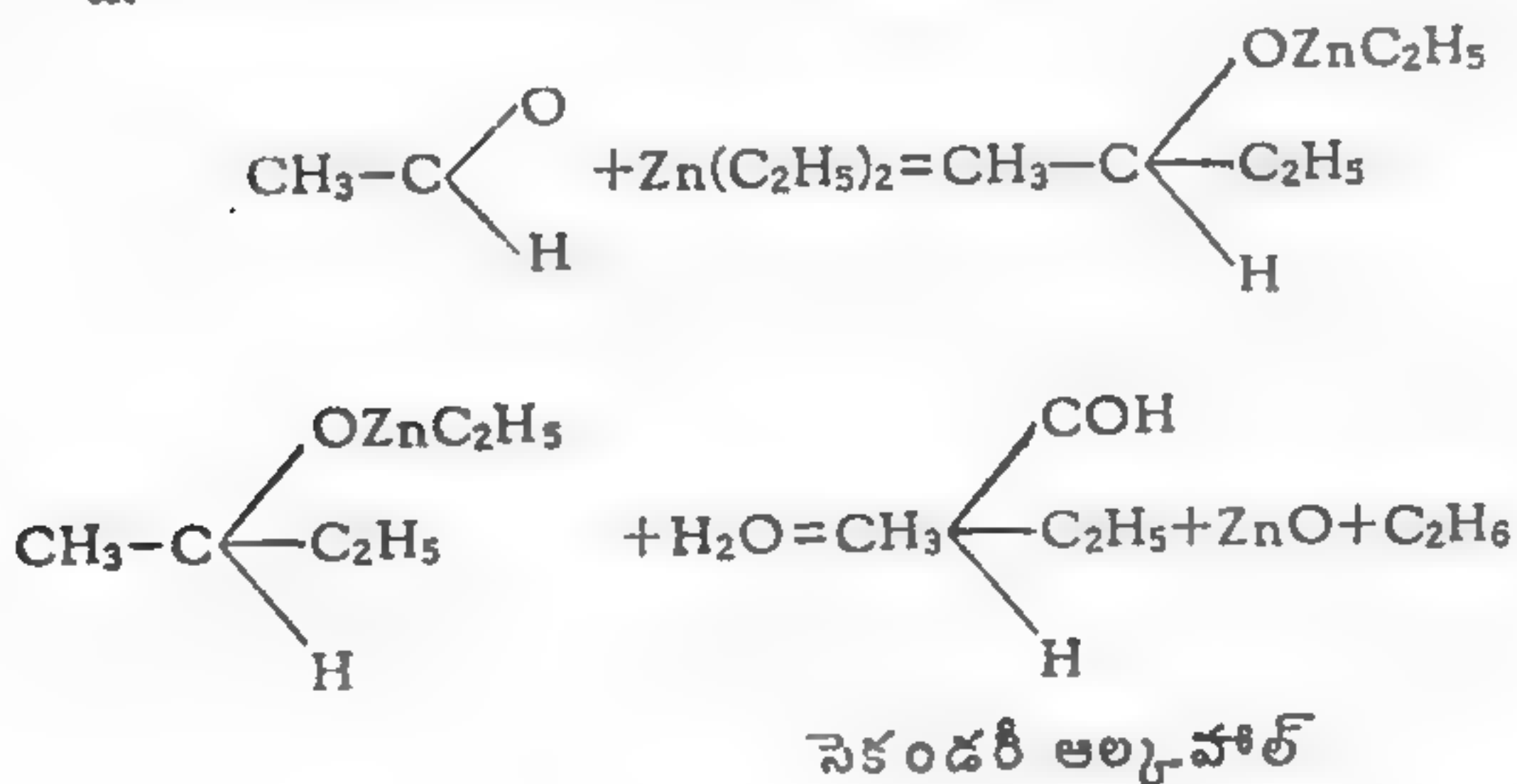
జింకు, ఆల్కిల్ యోగికములు (1849లో ఫ్రాన్స్ కలాన్డ్ చే ఆవిష్కరింపబడినవి), మగ్నీషియమ్ ఆల్కిల్ హైడ్రైడ్లు (విక్టర్ పాల్ గ్రీన్ యార్డ్ అను ఫ్రెంచ్ రాసాయనికునిచే నిర్మించబడినవగుటచే వీటికి గ్రీన్ యార్డ్ యోగికములని పేరు వచ్చినది); ఇవి చాల ముఖ్యమైనవి.

ఈ యోగికములు చాల చురుకైనవి అగుటచే అనేక సంయోజన ప్రక్రియలయందు వివిధములగు యోగికములను నిర్మించుటకు హెచ్చుగా ఉపయోగపడును.

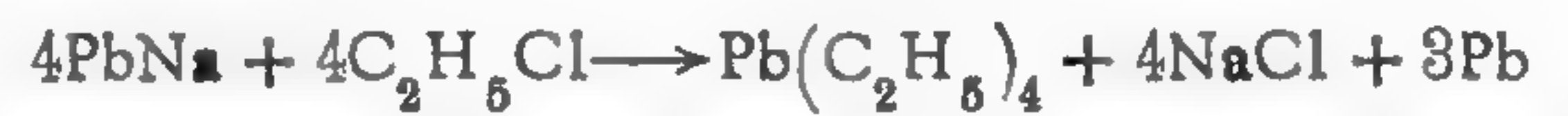
జింకు ఎథిల్ : తేమలేని కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ప్రవాహములో, ఎథిల్ అయిడైడ్ ను జింకు చూర్ణముతో వేడి చేసినచో జింకు ఎథిల్ లభ్యమగును. ఇది రంగులేని ద్రవము (క్వథనాంకము =  $118^\circ\text{C}$ ); గాలిలో దానంతటదియే మండి పోవును.

ఈ యోగికము, విడి హేలోజన్లు, నీరు, ఆల్కహాల్లు ఆల్కిల్ అయిడైడ్లు మొదలగు ఇతర యోగికములతో చురుకుగా సంయోగించి అనేకవిధములగు ఫలితయోగికములు ఏర్పడును.

జింకు ఎథిల్ పాల్గొను ముఖ్యమైన రాసాయనిక ప్రక్రియ కీటోన్లు, ఆల్డిహైడ్లవంటి ద్విధాబద్ధ ఆక్సిజన్ గల యోగికములతో ప్రతికరించుట. ఈ ప్రక్రియలో ఆల్డిహైడ్ల నుండియు సెకండరీ ఆల్కహాల్లు, కీటోన్లనుండియు పెర్నియరీ ఆల్కహాల్లు ఏర్పడును :



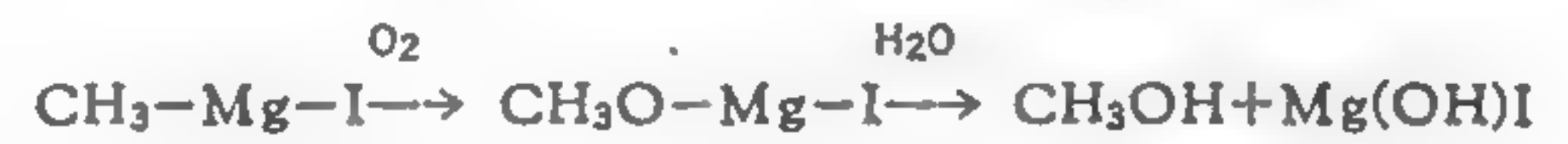
లెడ్ పెట్రోఎథిల్ : ఈ యోగికము పెట్రోలుకు కలిపినపుడు మోటార్ ఇంజన్ కొట్టుకోకుండా సాఫీగా నడుచునని తెలిసిన తరువాత దీని పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యము ప్రారంభమైనది. సోడియమ్-నీసము ధాతుమిశ్రముతో ఎథిల్ క్లోరైడ్ ప్రతికరింపజేసి ఈ యోగికము నేడు వ్యాపార సరణిలో విరివిగా తయారు చేయబడుచున్నది:



గ్రీన్ యార్డ్ యోగికములు : ఆల్కిల్ హైడ్రైడ్ పై మగ్నీషియమ్ చూర్ణముయొక్క ప్రత్యక్షచర్యచే గ్రీన్ యార్డ్ లభ్యమగును.  $\text{Mg} + \text{RX} = \text{R} - \text{Mg} - \text{X}$ . ఇచ్చట R అనునది  $\text{C}_2\text{H}_{2n+1}$  వంటి ఆల్కిల్ గణముగాని, లేదా  $\text{C}_6\text{H}_5$  వంటి ఆరిల్ గణముగాని కావచ్చును. X హేలోజన్ పరమాణువునకు గుర్తు. ఈ పైప్రక్రియలో ఆల్కిల్ హైడ్రైడ్ ను లేశముతేమలేని ఈతర్లో ద్రావణముగాచేసి దానికి మగ్నీషియమ్ చూర్ణమును కలుపవలెను. ఈ యోగికములు వాటంతటవి మండవు.

అత్యద్భుత రాసాయనిక ప్రవృత్తిగల ఈ యోగికములు ఇతర యోగికములతో ప్రతికరించు ప్రకారములు ఈ దిగువ చూపబడినవి. ఈ ప్రకారములన్నియు వేర్వేరు జాతుల కార్బన్ యోగికముల రచనకు నిమిత్తములు.

1. ఇవి ఆక్సిజన్ ని కబళించి, తరువాత నీటితో ప్రతికరించి ఆల్కహాల్లు ఏర్పడును:

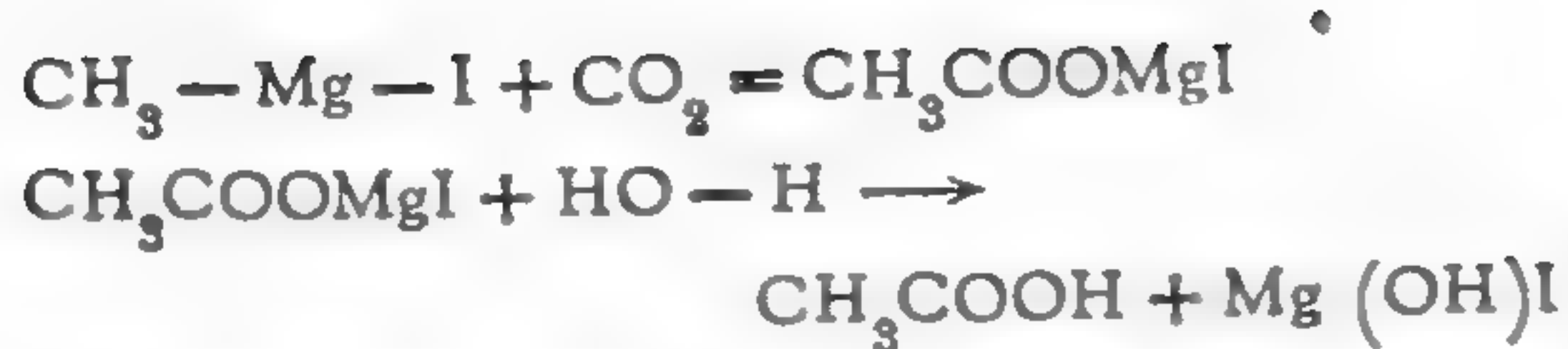


2. వీనిపై నీటియొక్కగాని, ఆల్కహాల్ యొక్కగాని చర్యవలన వీనిలోనుండు ఆల్కిల్ గణము హైడ్రో కార్బన్ గా మారి వేరగును:

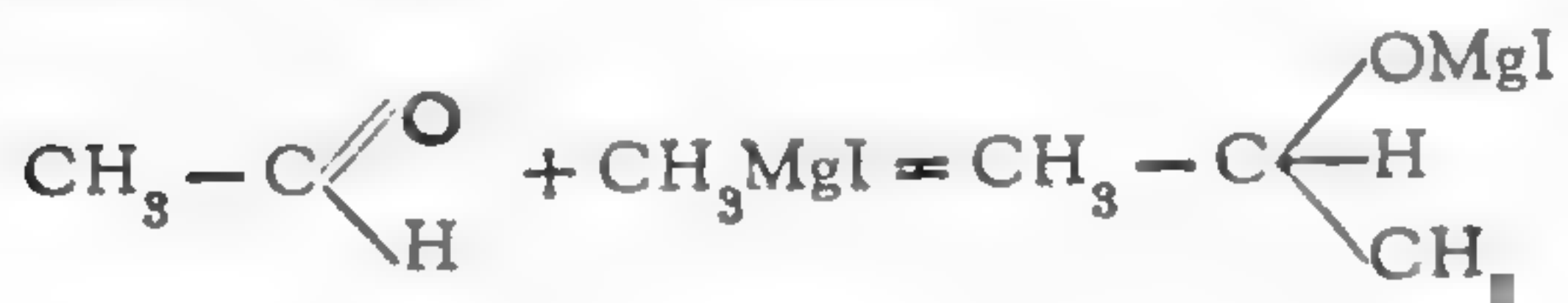


3. ఇవి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును విచూషించి, తరువాత నీటిచర్యచే అమ్లములుగా మారు యోగికములను ఇచ్చును:

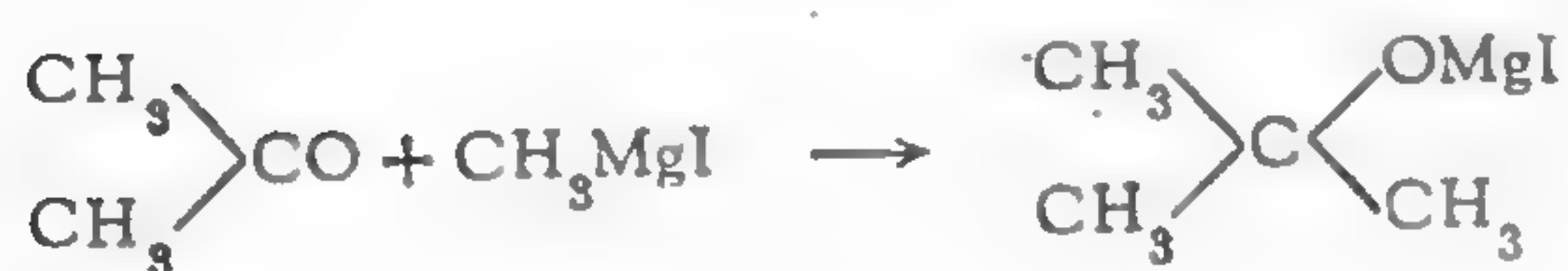
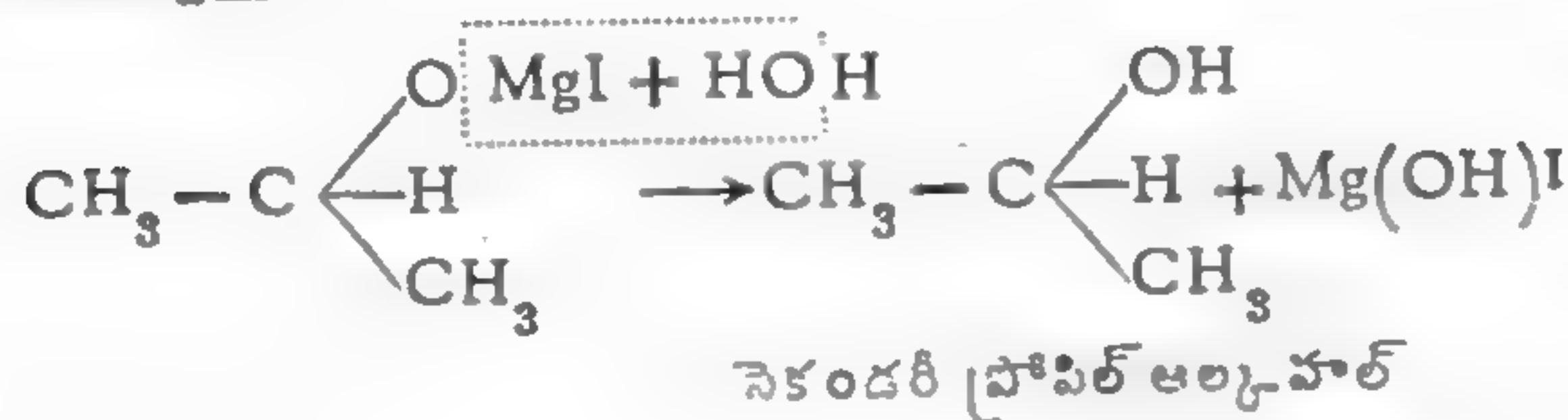




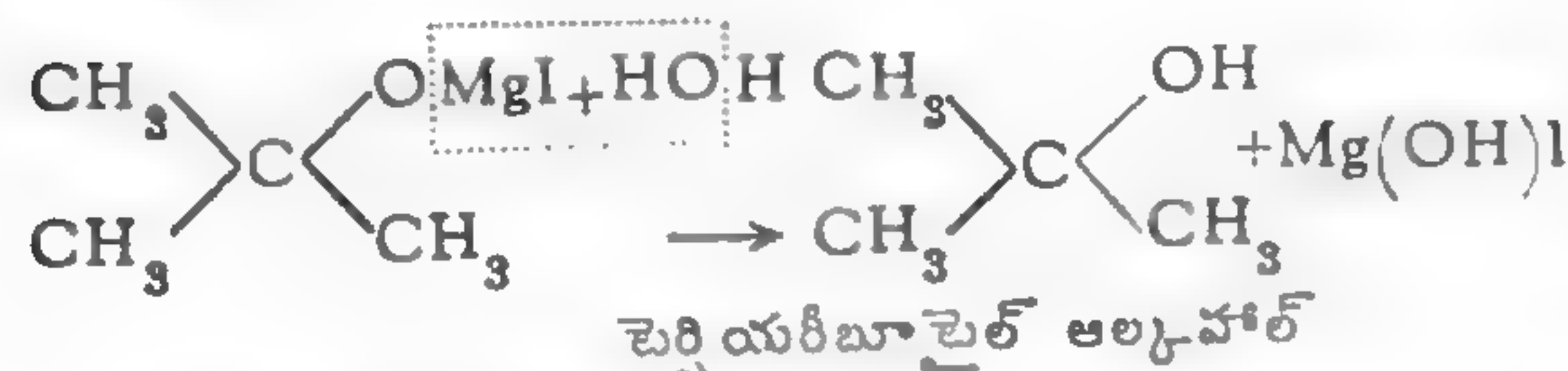
4. ఆల్డిహైడ్లను, కీటోన్లను ఇవి సెకండరీ, టెర్షియరీ ఆల్కహోల్లుగా మార్చగలవు:



ఆసిటాల్డిహైడ్



ఆసిటోన్



5. ఇవి నైట్రైల్లను కీటోన్లుగా మార్చును.



మెథిల్ ఐసో నైట్రైల్



**కార్బన్ యోగిక విశ్లేషణము :** సాధారణముగా కార్బన్ యోగికములలో ఉండెడు మూలద్రవ్యముల సంఖ్య చాలతక్కువ. విధిగా ఉండవలసిన కార్బన్, హైడ్రోజన్, గాక, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, గంధకము, భాస్వరము, హేలోజన్లు సాధారణముగా నుండును. అందువలన వైని పేర్కొనిన మూలద్రవ్యములను గుర్తించిన చాలును.

**గుణాత్మక విశ్లేషణ విధానము :** తడిలేని ద్రవ్యమును చూర్ణముచేసి, కాపరాక్రైస్ట్ రేణువులతోగాని, లెడ్ క్రోమేట్ రేణువులతోగాని కలిపి గాలిచారనిచ్చు గొట్టములో వేడిచేయుటవలన కార్బన్ కార్బన్ డైఆక్సైడ్ గాను, హైడ్రోజన్ నీరుగాను ఆక్సికరించ బడును. మొదటిదానిని సున్నపుతేటలోను, రెండవదానిని కాల్షియం కాపర్ సల్ఫేట్ చూర్ణముతోను గుర్తించవచ్చును. సున్నపు

తేట కార్బన్ డైఆక్సైడ్ సంపర్కమున, కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ అవక్షేపించి పాలవలె తెల్లగానగును. రంగు లేని కాల్షియం కాపర్ సల్ఫేట్ చూర్ణము (మైలతుత్తము) యొక్క నీలి ఆకుపచ్చరంగును గ్రహించును.

తక్కిన మూలద్రవ్యములను గుర్తించుటకు 'లసైను' పరీక్షను ఉపయోగించెదరు.

'లసైను' పరీక్ష : పరీక్షద్రవ్యము ఘనమైనపుడు (ద్రవమైనపుడు నాళములోకాలుచున్న సోడియమ్ పై నాలుగు చుక్కలుంచవలెను.) 0.1 గ్రాము ద్రవ్యమును కందిగించి అప్పుడేకోసిన సోడియమ్ థాతువుముక్కతో కలిపి చిన్న నాళములో నాళము ఎర్రగా అగువరకు వేడిచేయవలెను. తరువాత ఆనాళపు క్రిందచివరను బీకరులోనున్న కొంచెము నీటిలోనుంచవలెను. గొట్టపు అడుగు ముక్కలై అందున్న ద్రవ్యము నీటిలోపడి కరగిపోవును. ఈద్రావణమును నాలుగుభాగములు చేయవలెను.

**నైట్రోజన్ శోధన :** ఒకభాగమును శోధననాళమందు గ్రహించి, దానికి కొంచెము ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ ద్రావణమును చేర్చవలెను. తరువాత ద్రావణమంతా ఆమ్లమయమగు వరకు దానికి విలీనసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను కలుపవలయును. ఈ ప్రక్రియ ఫలితముగా ప్రవ్యన్ బ్లూ అను నీలిరంగు అవక్షేపము నాళములో కనిపించినచో పరీక్షయోగికములో నైట్రోజన్ ఉన్నదని నిశ్చయించవచ్చును. కార్బన్ యోగికములోనున్న నైట్రోజన్ కార్బన్ తో సంయోగించి నైట్రోజన్ (CN) గణ మేర్పడును. ఇది సోడియమ్ తోకలిసి సోడియమ్ నైసైడ్ గా మారును. ఈ సోడియమ్ నైసైడ్ ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ తో సంయోగించి సోడియమ్ ఫెర్రోనైసైడ్ జనించును. ఇది ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ లో సాధారణముగా ఉండే ఫెర్రిక్ సల్ఫేట్ తో సంయోగించి ప్రవ్యన్ బ్లూ అవక్షిప్తమగును.



ప్రవ్యన్ బ్లూ

**గంధకశోధన :** మరొక భాగముతో సోడియమ్ నైట్రోప్రసైన్డ్  $[\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_6\text{NO}]$  అను యోగికము యొక్క ద్రావణమును కొంచెమీ భాగమునకు కలిపినప్పుడు చినారి రంగు ద్రావణము ఏర్పడినట్లయిన పరీక్షయోగికములో గంధకమున్నదని ఊహించవచ్చును. యోగికములోనున్న గంధకము సోడియమ్ తో సంయోగించి నీటిలో ద్రావ్యమగు సోడియమ్ సల్ఫైడ్ ఏర్పడును. ఇది సోడియమ్ నైట్రోప్రసైన్డ్ సంపర్కమున చినారిరంగుగల యోగికముగా మారును.



## కార్బన్ యాగిక విశ్లేషణము

హేలోజన్లశోధన: ఈ భాగమును నైట్రోజన్ ఆసిడ్ తో మరగించి సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును కలుప వలయును :

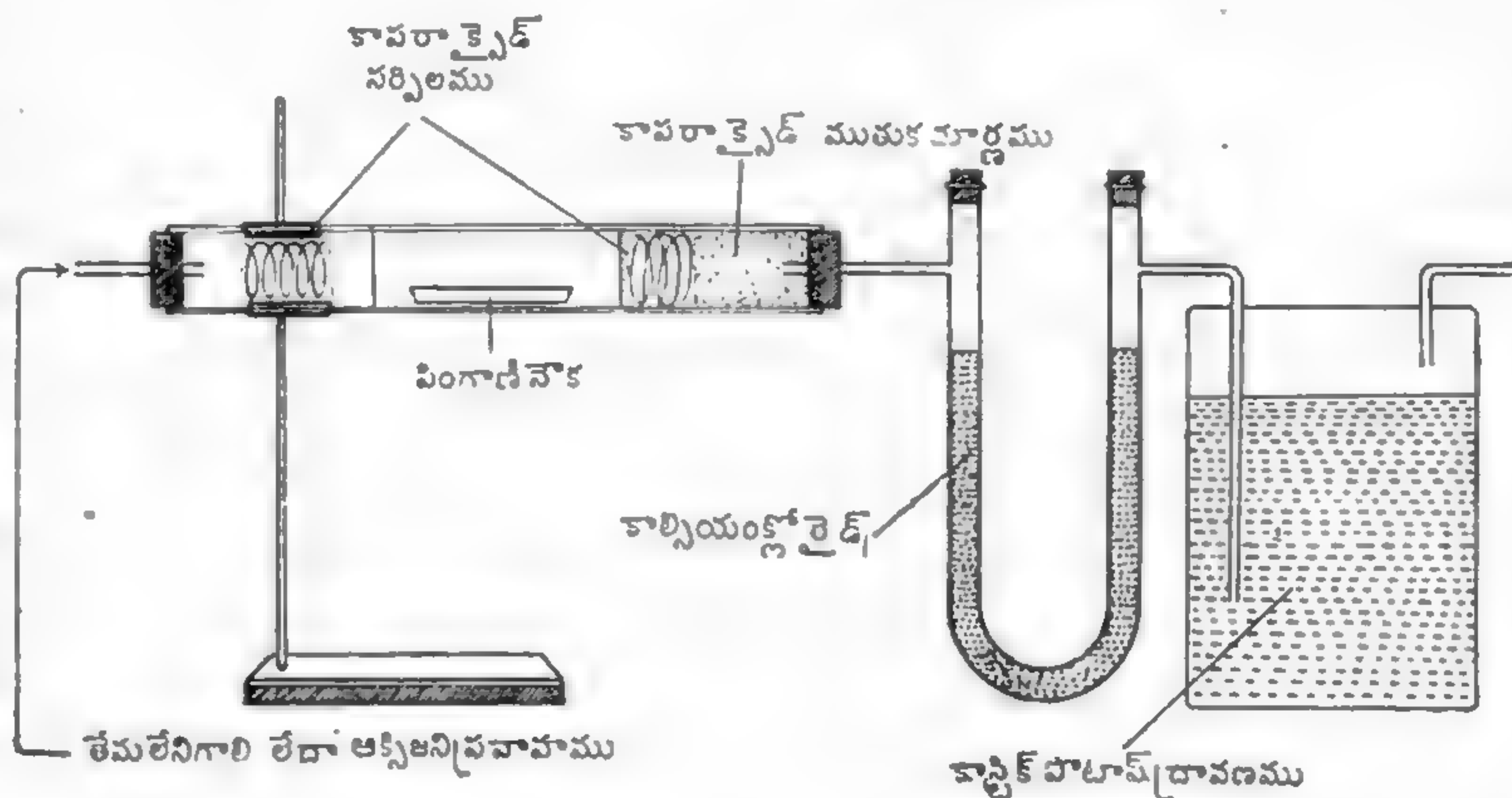
| రంగు     | అవశేషము          | సూచన     |
|----------|------------------|----------|
| తెలుపు   | సిల్వర్ క్లోరైడ్ | క్లోరిన్ |
| లేతపసుపు | సిల్వర్ బ్రోమైడ్ | బ్రోమిన్ |
| పసుపు    | సిల్వర్ అయడైడ్   | అయడిన్   |

భాస్వరశోధన: ఈ భాగమును గాఢ నైట్రోజన్ ఆసిడ్ తో ఆప్లికరించి సమరాశి అమోనియమ్ మొలిబ్డేట్ ద్రావణ

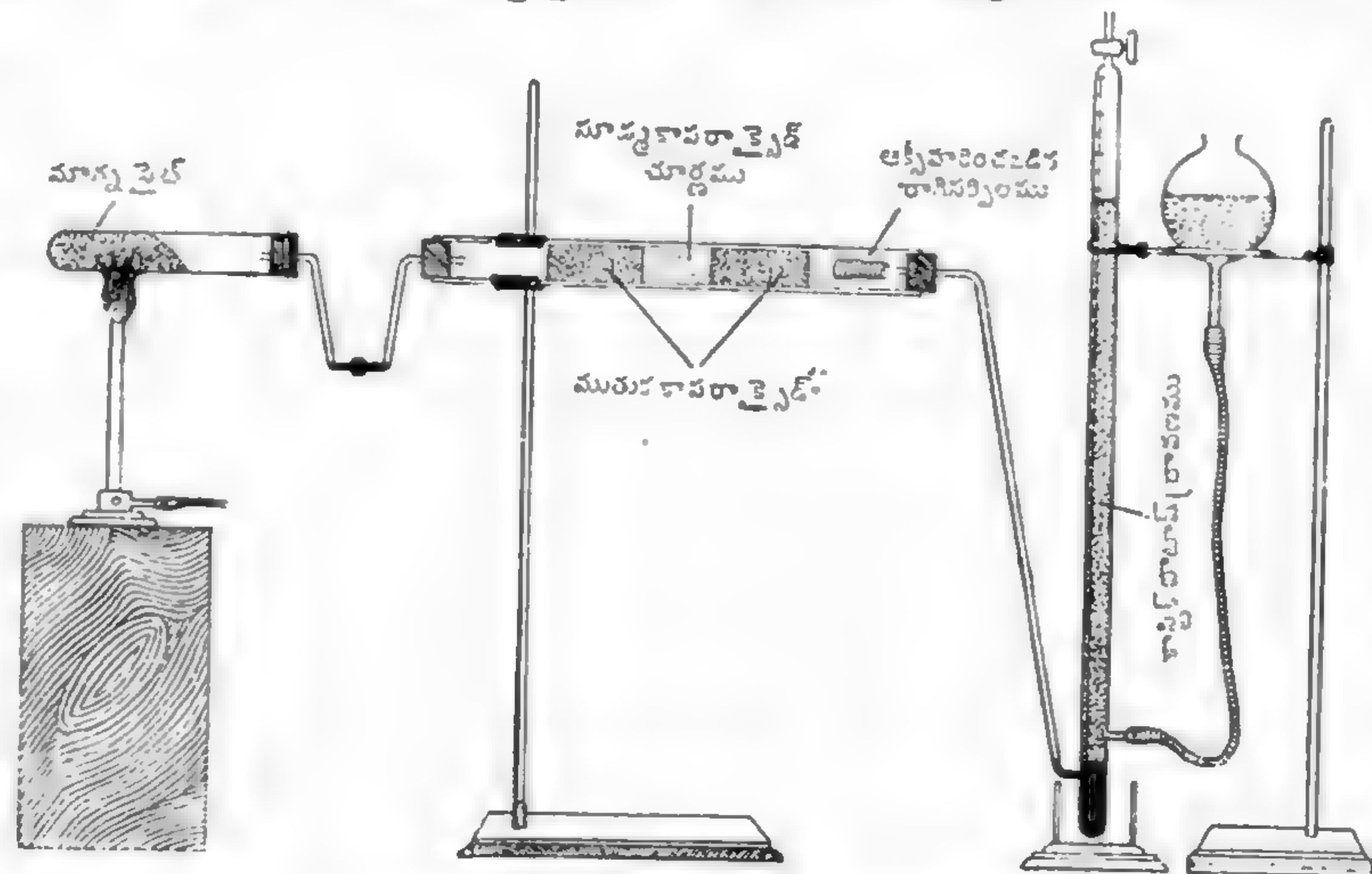
మును చేర్చి కొంచెము వేడి చేసినచో పసుపు పచ్చటి అవశేషము {అమోనియమ్ మొలిబ్డేట్ ఫాస్ఫేట్  $[(NH_4)_3, 12MoO_3, PO_4]}$  కనిపించును. ఇది భాస్వరమున్నదనుటకు గుర్తు.

ఆక్సిజన్ ని

యాగికములో గుర్తించుటకుగాని లేదా దాని రాశి నిర్ణయమునకుగాని తగిన ప్రయోగప్రక్రియలు లేవు. ఆక్సిజన్, యాగికములో నున్నట్లు భారాత్మక విశ్లేషణము వలననే తెలిసికొనవలయును. ఆక్సిజన్ కాక తక్కిన మూలద్రవ్యముల రాశులను నిర్ణయించిన తరువాత, ఈ మూలద్రవ్యముల మొత్తపు రాశిని తీసికొనిన యాగికముయొక్క రాశిలోనుండి తీసివేసినచో మిగులునది ఆక్సిజన్ యొక్క రాశి యని తెలుసుకొనవలయును.



1 వ పటము : కార్బన్ హైడ్రోజన్ పరిమాణ నిర్ధారణ.



2 వ పటము : నైట్రోజన్ యొక్క పరిమాణ నిర్ధారణ.

కముయొక్క రాశిలోనుండి తీసివేసినచో మిగులునది ఆక్సిజన్ యొక్క రాశి యని తెలుసుకొనవలయును.

పరిమాణాత్మక విశ్లేషణము: ఇందు రాశి నిర్ణయము గావించవలసిన మూలద్రవ్యములు: కార్బన్, హైడ్రోజన్, హేలోజన్లు, నైట్రోజన్, భాస్వరము, గంధకము.

కార్బన్, హైడ్రోజన్ ఈ రెండింటి రాశినిర్ణయము ఒకే ప్రయోగములో జరిపించవచ్చును. యాగికముయొక్క నియతభారమును చూర్ణముచేసి, కాపర్ ఆక్సైడ్ చూర్ణముతో కలిపి, ఆక్సిజన్ వాయుప్రవాహములో వేడిచేసినచో కార్బన్ కార్బన్ డైఆక్సైడ్ గాను, హైడ్రోజన్ నీటి ఆవిరిగాను ఆక్సికరించబడును. మొదట నీటిఆవిరిని కాల్షియంక్లోరైడ్ తో విచూషింపజేసి తరువాత కార్బన్

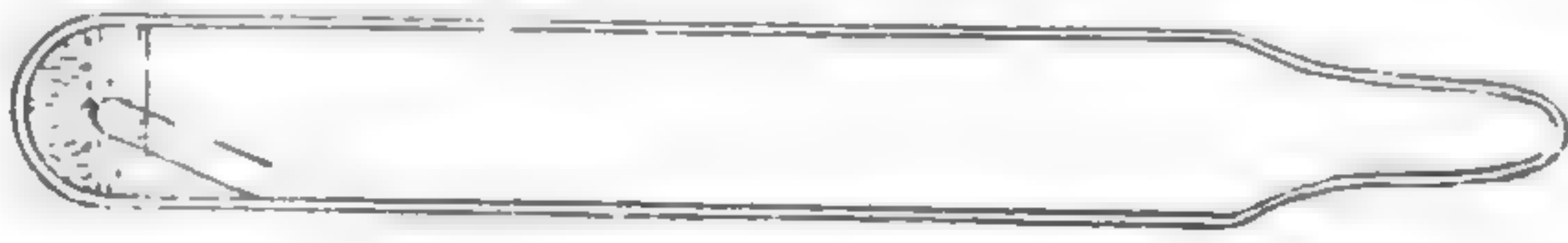
డై ఆక్సైడ్ వాయువును పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ తో గ్రహించవలెను. కాల్షియంక్లోరైడ్ ఉంచిన U - నాళము, కాప్టిక్ పొటాష్ పాత్రను ప్రయోగమునకు పూర్వమునను, ప్రయోగమునకు తరువా

తను చూచినచో నీటిఆవిరి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ల ప్రత్యేక జన్తు లెక్కకట్టవచ్చును (చూ. అణురచన పు. 138). ఈ ప్రయోగమున కనువగు పరికరము 1 వ పటములో కననగును. ఈపటములో కనపర్చిన పింగాణిపాత్ర (నౌక ఆకారముగల) లో పరిశుద్ధ ద్రవ్యము గ్రహించబడును.

నైట్రోజన్ రాశినిర్ణయము (ద్యూమాపద్ధతి): కార్బన్ రాశినిర్ణయమునకు ఉపయోగించు పద్ధతియే దీనికికూడ



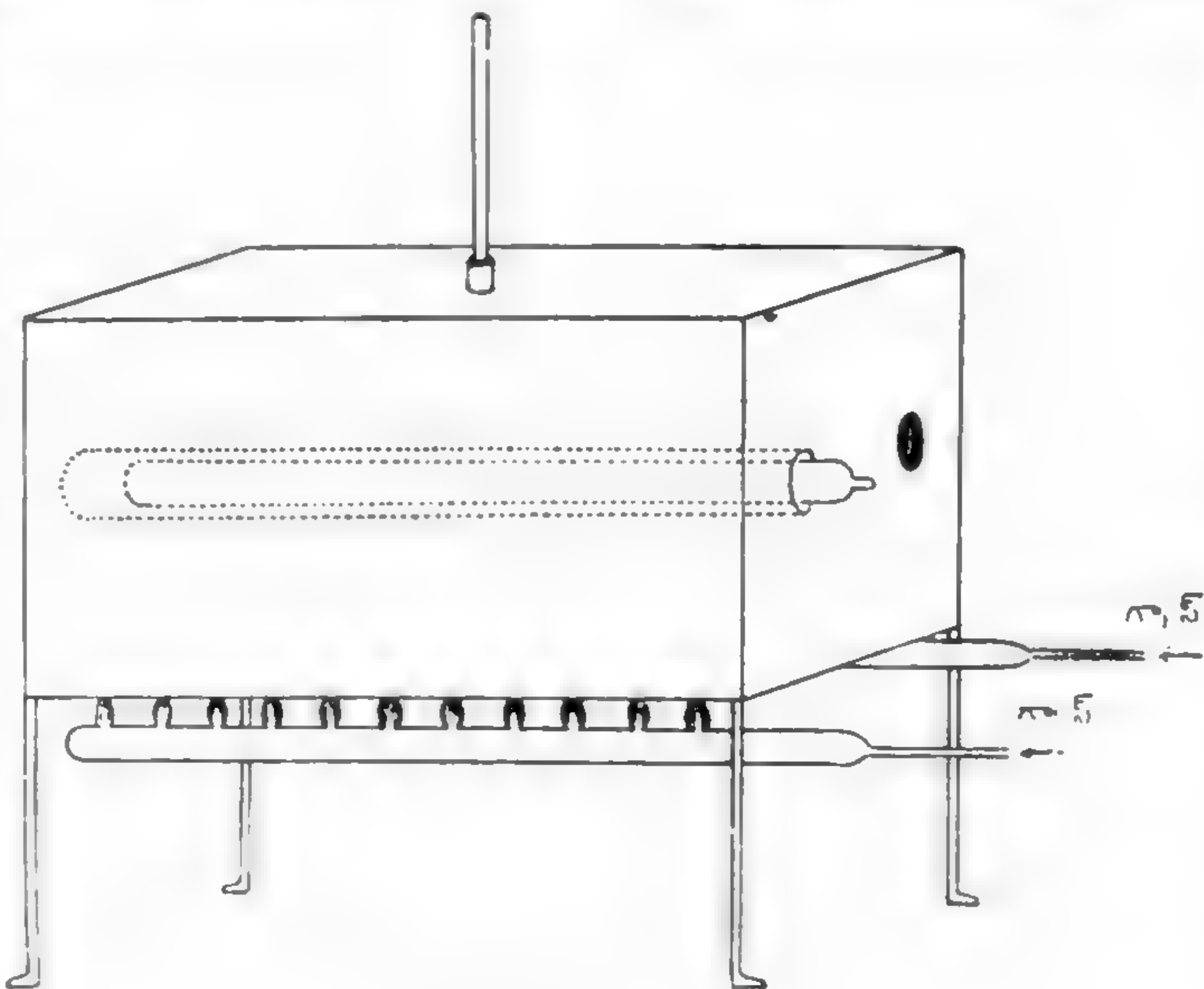
ఉపయోగపడును. కాని గొట్టముయొక్క ఎడమవైపు కొన మాగ్నసైట్ ఖనిజపుముక్కలుగల మరియొక గొట్టముతో కలిసియుండును [చూ. 284 పుటలోనున్న 2 వ పటము.]. గొట్టపు కుడిచివరను విడివడిన నైట్రోజన్ కొలుచుటకు ఉచితమగు నైట్రోమీటరు కలిపియుండును. కార్బన్ యోగికము కాపరాక్రెన్స్ చే ఆక్సికరింపబడు నపుడు నైట్రోజన్ వాయువు విడుదలయగును. ఒక పుడు నైట్రోజన్ ఆక్రెన్స్ కూడ నైట్రోజన్ తో కలిసి



3 వ పటము : కేరయస్ నాళము.

ఉండును. వీటిని నైట్రోజన్ గా ఆక్సిహరించుటకై గొట్టములో కుడిచివరను రాగితీగచుట్ట ఉండును. ప్రయోగ మందు యోగికము నిశ్శేషముగా హరించి పోయిన తరువాత, గొట్టములోమిగిలిన వాయువులను నైట్రోమీటరులోనికి తరుముటకై, మాగ్నసైట్ గొట్టమును వేడిచేయుదురు. దీనివలన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ జనించి,

దానితోపాటు గొట్ట మందున్న వాయువులను నైట్రోమీటరు వైపు నెట్టుకొని పోవును. గొట్టములో నుండి, నైట్రోజన్, కార్బన్ డైఆక్సైడ్, నీటిఆవిరి. నైట్రోమీటరును ప్రవేశించును. దీనిలోనున్న కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణములో నీటి ఆవిరి, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ కలిసి పోవును. నైట్రోజన్ ఒక్కటే నైట్రోమీటరు ఊర్ధ్వభాగ



4 వ పటము : బాంబుకొలిమి.

మున సంగ్రహించబడును. ఈ గొట్టమునకుగల కొలత గురుతులసహాయమున సంగ్రహించబడిన నైట్రోజన్ ఆయతనమును నిర్ణయించవచ్చును. దీనినుండి మామూలు పద్ధతులచే నైట్రోజన్ రాశిని లెక్కించవచ్చును.

హేలోజన్లు, బాస్ఫరము, గంధకము రానిర్ణయము: ఈ పద్ధతికి కేరయస్ పద్ధతి అనిపేరు. కేరయస్ గొట్టములో (చూ. 3 వ పటము) 1.5-2 ఘ. సెం. మీ. ప్యూమింగ్ నైట్రోజన్ ఆసిడ్ ను పోసి సన్నటిగాజుగొట్టములో నిర్ణీత

భారము యోగికమునుంచి గొట్టములోనికి దింపుదురు. హేలోజన్ లను నిర్ణయించవలసివచ్చినపుడు ఒక చిన్న సిల్వర్ నైట్రేట్ స్పటికమునుగూడ నైట్రో ఆసిడ్ తో ఉంచుదురు. ఇప్పుడి కేరయస్ గొట్టపు పైచివరను బర్నరు జ్వాలలో కరగించి మూసి, దాని నింకొక ఉక్కు గొట్టములో బిగించి బాంబుకొలిమిలో (చూ. 4 వ పటము) వేడిచేయుదురు.

కొన్నిగంటలు వేడిచేసిన తరువాత ఉక్కుగొట్టమును పైకితీసి చల్లార్చి, అందున్న

గాజు గొట్టపు ముక్కును జ్వాలలో కరగింతురు. గొట్టము నందు ఒత్తిడిలోనున్న వాయువులు జ్వాలలో మెత్తబడిన నాళముఖమునందు కన్నముచేసి పైకి తప్పించుకొని పోవును. ఇప్పుడు నాళపు పైభాగమును జాగ్రత్తగా పగులగొట్టి ద్వారమును వెడల్పుచేసి లోపలనున్న ద్రావణమును నిశ్శేషముగా శుద్ధజలముతో బీకరులోనికి ఊళనము

చేయుదురు. బీకరు లోని ద్రావణములో నున్న సిల్వర్ హేలైడ్ ను ప్రహతపద్ధతిని భారాత్మక విధానముచే నిర్ణయింతురు. లభ్యమైన సిల్వర్ హేలైడ్ భారము నుండి యోగికము లోనున్న హేలోజన్ భారమును లెక్కకట్టవచ్చును.

యోగికములో నున్న కార్బన్, హైడ్రోజన్ గొట్టములో నున్న నైట్రోజన్ ఆసిడ్ చే

పూర్ణముగా ఆక్సిహరించబడి వాయుస్థితిని స్వీకరించును.

గంధక భాస్వరములు క్రమముగా సర్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ గా ఆక్సికరించబడును. వీటిలో మొదటి దానిని జేరియమ్ సల్ఫేట్ గను, రెండవదానిని మగ్నీషియమ్ అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ గాను మార్చి గంధక, భాస్వరముల రాశి నిర్ణయముచేయవచ్చును. మే. ప. న.

కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి : కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతికి ఆధారము కార్బన్ యోగిక నిర్మాణము లేదా



## కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి

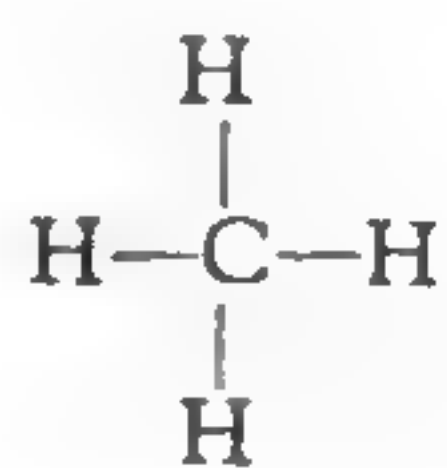
సంఘట్టన సిద్ధాంతములు. ఈ సిద్ధాంతములు పరమాణు, అణువాదములనుండి ఉత్పన్నములైనవి. అణువులందు పరమాణువులు ఇచ్చవచ్చినట్లు ఇటునటు కదలుచుండక యోజనీయబంధముల బలముచే అణువులందు నియత స్థానములలో లగ్నములైఉండునను అభిప్రాయము కార్బన్ యోగికనిర్మాణ సిద్ధాంతములకు మూలము. సమరూపతా సంఘటన, ఈ అభిప్రాయముయొక్క ఆవశ్యకతను బలపరచుచున్నది. ఏమన, ఒకే సంఘట్టన ఒకే అణుభారము కలిగి భౌతికరాసాయనిక ధర్మములలో అత్యంతభేదమును కనపరచు ద్రవ్యములు ఉన్నవి. ఈ గుణభేదములు ద్రవ్యముల అణువులలోనున్న పరమాణువుల స్థానభేదములచే కలుగుచున్నవని ఊహించవచ్చును. అందుచే కార్బన్ రాసాయనికునికి పరమాణువుల జాతిని, సంఖ్యను నిరూపించు ప్రాయోగిక సాంకేతికమును స్థాపించుటయేకాక అణువునందు పరమాణువుల బంధనవిధములను వెల్లడిచేయు గుణప్రకాశక సాంకేతికమును సాధించుటకూడ ఆవశ్యకము.

మూలద్రవ్య పరమాణువులు అణువునందు ఎట్లుకూర్చబడినవో తెలిసికొనుటకు పూర్వము రెండు విషయముల కనుగొనవలసి యున్నది. అందు మొదటిది అణువునందు పరమాణువుల కూర్పుక్రమము. ఇది రచనా సిద్ధాంత విషయము. రెండవది అణువునందుగల అంతరాళములో పరమాణువులు ఏయే దిక్కులలో అమర్చబడినవనువిషయము. ఈ రకపు అన్వేషణఫలమునకు అణువిన్యాసము అనిపేరు. ఈ శాస్త్రభాగమును అంతరాళరాసాయనిక శాస్త్రము అందురు.

నిర్మాణసిద్ధాంతము : కేకులే చే స్థాపించబడిన కార్బన్ యోగిక నిర్మాణసిద్ధాంత ప్రధాన నియమములను క్రింది విధమున సంక్షేపించవచ్చును :

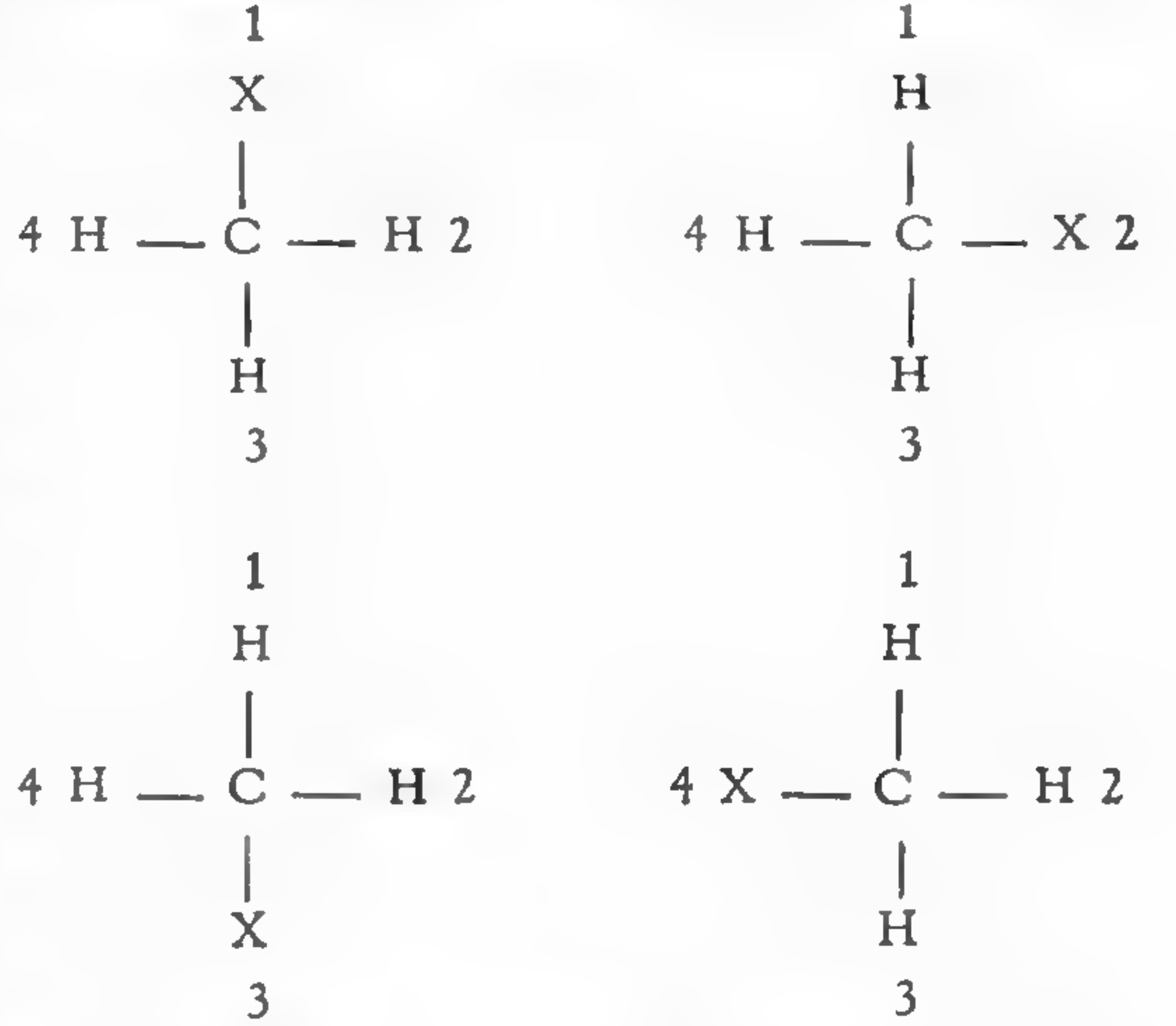
1. కార్బన్ పరమాణుయోజనీయత నాలుగు ; ఈ సంఖ్య సాధారణముగా మారదు. అందుచే ఒక కార్బన్ పరమాణువు హైడ్రోజన్ పరమాణువులవంటి నాలుగు ఏక యోజనీయ పరమాణువులతో సంయోగించగలదు. ఒక కార్బన్ పరమాణువు నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో సంయోగించినపుడు మీథేన్ అను మొదటి హైడ్రో కార్బన్ ఏర్పడును ; దాని సాంకేతికము :

2. కార్బన్ పరమాణు సంయోజనీయతలు నాలుగును సమానధర్మములే. అనగా, ప్రక్కను చూపిన మీథేన్ సాంకేతికములో ఏ హైడ్రో



జన్ పరమాణువులయినను సమాన యోజనీయతగల మరి

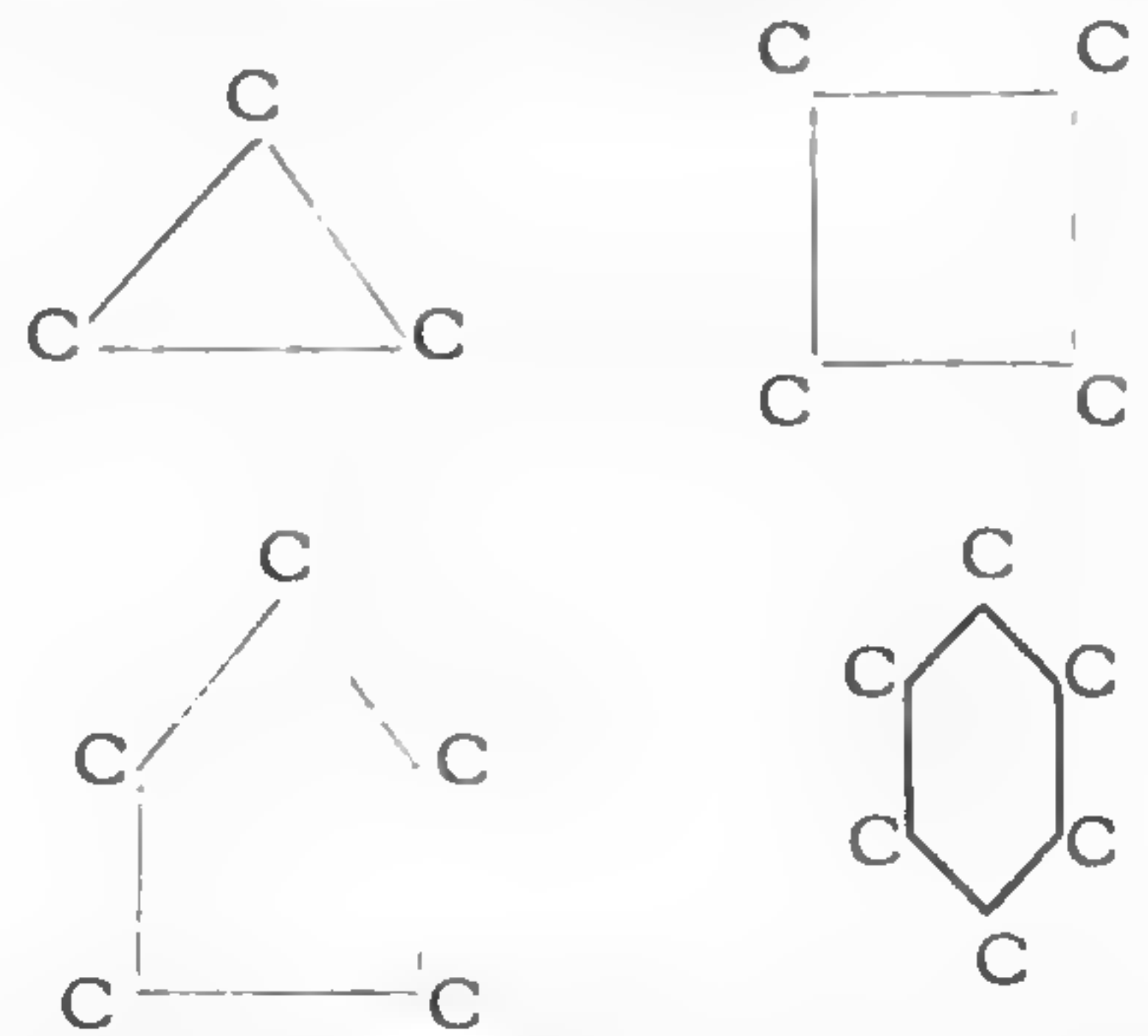
యొక పరమాణువుచే స్థానభ్రష్టమైనపుడు వచ్చు యోగికము ఒక్కటే. అనగా,  $\text{CH}_3\text{X}$  అను దానిని X స్వీకరించు స్థానమునుపట్టి నాలుగు విధములుగా చిత్రించవచ్చును :



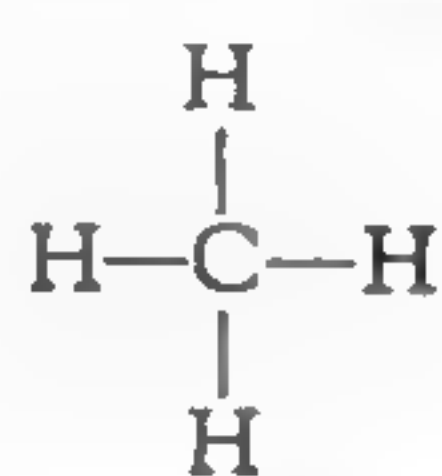
ఏ విధముగా చిత్రించినను యోగికము ఒక్కటే ; నాలుగులేవు. అందుచే X ఏ హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు ఆదేశముగా వచ్చిననూ తుదకు లభ్యమగు యోగికము ఒక్కటే.

3. అనేకములగు కార్బన్ పరమాణువులు ఒకదానితో నొకటి గొలుసుకట్టుగా కలుసుకొనగలవు.

4. రెండుకన్న హెచ్చు కార్బన్ పరమాణువులు వలయములుగాకూడ సంయోగించగలవు :



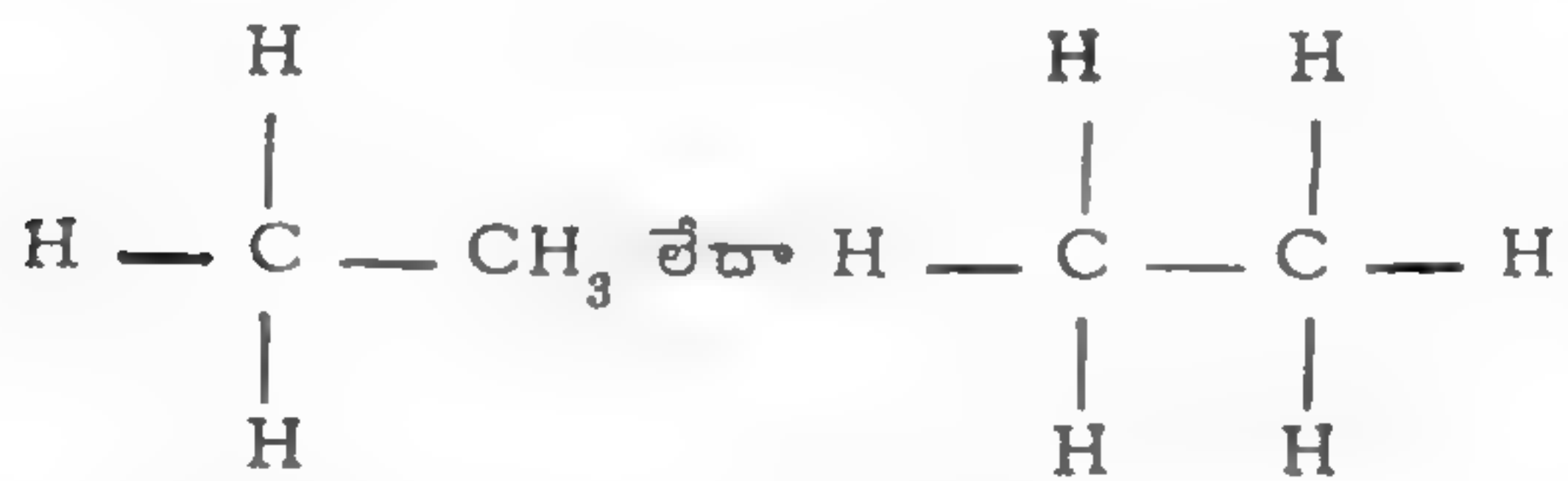
హైడ్రోకార్బన్ల వర్గీకరణము : ఇది నాలుగు విధములు. వివృతశృంఖలములు : (a) సంతృప్తయోగికములు : ఈ యోగికములకు మాతృక మీథేన్.



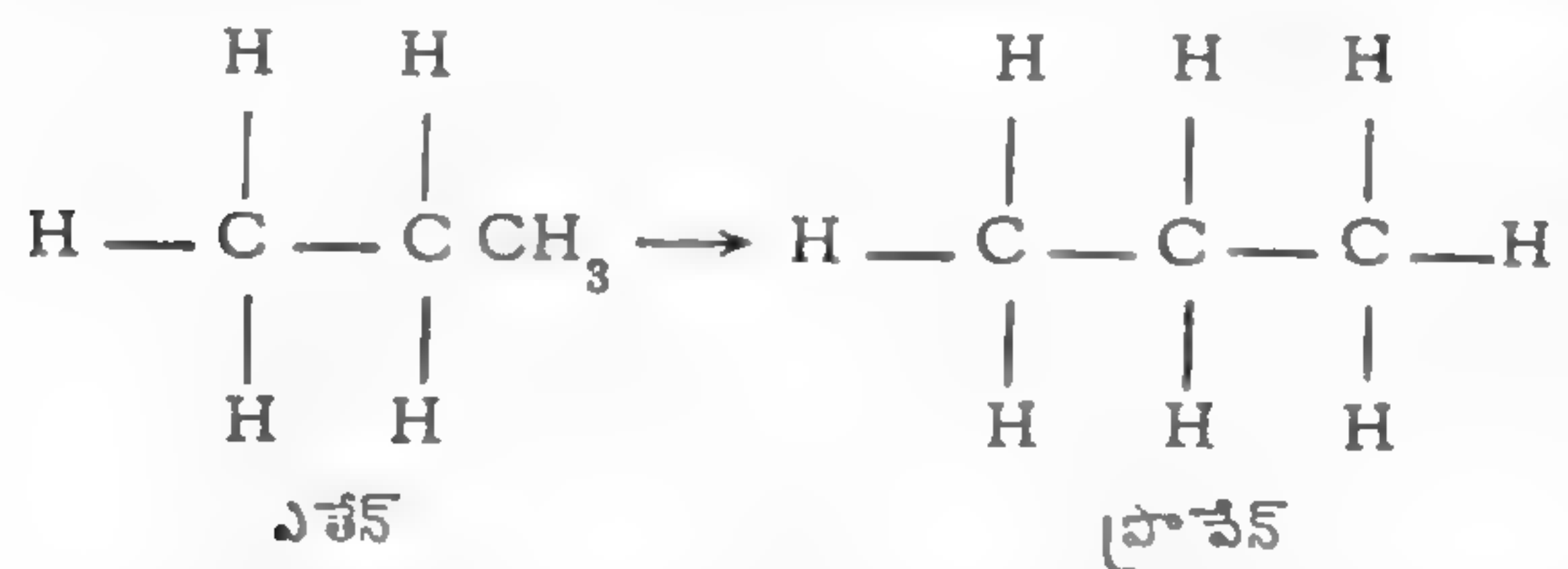
ఈ వర్గమునకు చెందిన హైడ్రో కార్బన్ లన్నిటిని మీథేన్ యందున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను వివిధ గణములచే ఒత్తిగిలించి సంపాదించవచ్చును. ఈ శ్రేణిలో రెండవ హైడ్రోకార్బన్ ఎథేన్.



ఇది మీతేన్ లో ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు స్థానములో ఒక మెథిల్ ( $\text{CH}_3$ ) గణము ఆదేశముగా వచ్చుటవలన సంపాద్యము :



కార్బన్ పరమాణువు నాలుగు యోజనీయతలు సమానములు గనుక ఎతేన్ ఏకరూపముగానే ఉండవలెను. ఎతేన్ నుంచి ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును వెడలగొట్టి దాని స్థానమందు మరల ఒక మెథిల్ గణమును ఉంచినతరువాత హైడ్రోకార్బన్ ప్రొపేన్ ప్రాప్తించును :

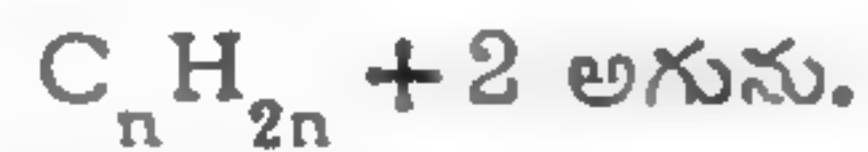


ఈ విధానమును మనము మరలమరల కావించిన ఈ శ్రేణికి చెందిన హైడ్రోకార్బన్ లన్నియును సంపాదితము లగును. ఈ శ్రేణిలో వెనుక హైడ్రోకార్బన్ ముందు దానిలో ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును ఒక మెథిల్ గణముచే వెళ్ళగొట్టిన ఏర్పడును. అనగా, వెనుకది ఎప్పుడును ఒక మెథిలిన్ ( $\text{CH}_2$ ) గణముచే ముందుదానికన్న అధికముగా నుండును.

ఈ నిరూపణనుబట్టి ఈ శ్రేణికి చెందిన ప్రతిహైడ్రోకార్బన్ గొలుసులోను, రెండుకొనల రెండు మెథిల్ గణములు, మధ్యను ఒకటిగాని, బహుళముగాని, మెథిలిన్ ( $\text{CH}_2$ ) గణములుండును. కనుక ఈ శ్రేణికి చెందిన హైడ్రోకార్బన్ లకు  $\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_x \text{CH}_3$ . సాధారణ సాంకేతికముగా తీసికొనవచ్చును. ఇందులో X మూల్యము శూన్యము ( $X=0$ ) అయిన ఎతేన్ ప్రాప్తమగును. X ఒకటికి సమమైన ప్రొపేన్ సంభవించును. ఇట్లు X మూల్యమునకు ఒక అవధి ఉన్నట్లు కానిపించదు. X మూల్యము 5కి వరకు పెరిగిన యాగికముకూడ కలదు.

ప్రతియాగికమునందును X మెథిలిన్ ( $\text{CH}_2$ ) గణములు, రెండు మెథిల్ గణములును ఉండును. మొత్తముమీద ప్రతియాగికమునందును  $X+2$  కార్బన్ పరమాణువులు,  $2X+6$  హైడ్రోజన్ పరమాణువులును ఉండును.

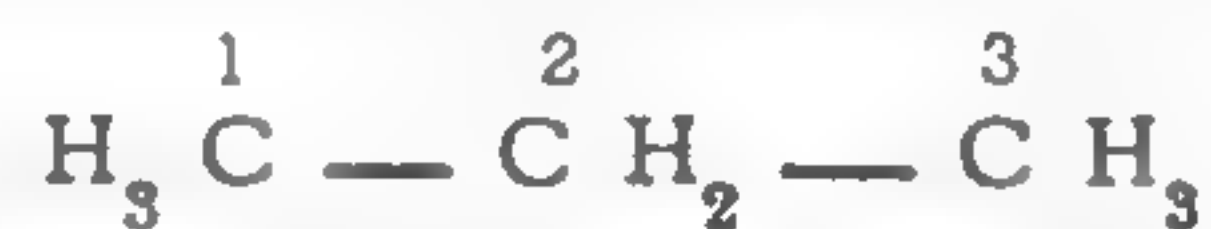
$(X+2)=N$  అని అనుకొనిన హైడ్రోకార్బన్ సాధారణ సాంకేతికము :



ఈ శ్రేణికి చెందిన హైడ్రోకార్బన్ ల రాసాయనిక ప్రవృత్తి మందమగుటచే వీటికి పారఫిన్ లు అను పేరు వచ్చినది. నిజముగా ఇవి పేరు తెలుపునంతటి మంద ప్రకృతులు కావు కాని, ఈ పేరు వీటికి చారిత్రకముగా ప్రాప్తమగుటచే స్థిరమైనది.

ఈ శ్రేణికి చెందిన యాగికములలో రెండు ఆంతర భేదములు కలవు : (a) సరళశృంఖలితములు. (b) శాఖాశృంఖలితములు.

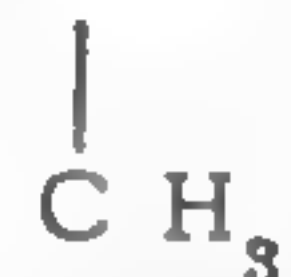
ఇట్టి రెండు విధములగు యాగికములును శ్రేణిలో మొట్టమొదట ప్రొపేన్ నుండి ఉత్పన్నము లగును. ప్రొపేన్ సాంకేతికమును పరీక్షించిన ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణుస్థానములో ఆదేశముగావచ్చు మెథిల్ గణమునకు సాంకేతికము నందు రెండుభిన్నస్థానము లున్నట్లు విశదమగును :



ఈ సాంకేతికమందు 1, 3 కార్బన్ పరమాణువులు కొనయందుండుటచే సమానములు ; 2 మట్టుకు మధ్యనుండుటచే విపరీతస్థానముకలదైనది. అందుచే, 1 మీదకాని, 3 మీదకాని ఆదేశమును చేసిన వచ్చు యాగికము 2 మీద ఆదేశమును చేసిన లభ్యమగు యాగికముకన్న భిన్నమైనది అగును. ఈ రెండు యాగికములును క్రింది విధమున చూపనగును :



సరళశృంఖలితము



శాఖాశృంఖలితము

ఈ రెండుతప్ప వేరొకరూపము సంభవముకాదు. వాస్తవికముగా  $\text{C}_4 \text{H}_{10}$  అను సాంకేతికముచే సూచించబడు యాగికములు రెండేరెండు కలవు. వీటికి బూటేన్ లు అని పేరు.

ఇచ్చట మనము శ్రద్ధవహించ వలసిన ముఖ్యవిషయమిది. నిర్మాణసిద్ధాంత ప్రమేయములగు కార్బన్ నిత్యచతుర్యోజనీయత, యోజనీయబంధముల సమానత్వము ఈ రెండిటినుండి సాధితమైన నిర్ణయము ప్రయోగముచే సమర్థింపబడినది. అందుచే ప్రమేయముల ప్రామాణ్యము బలపడినది. ఇదియే శాస్త్ర మనునరించు పద్ధతి.



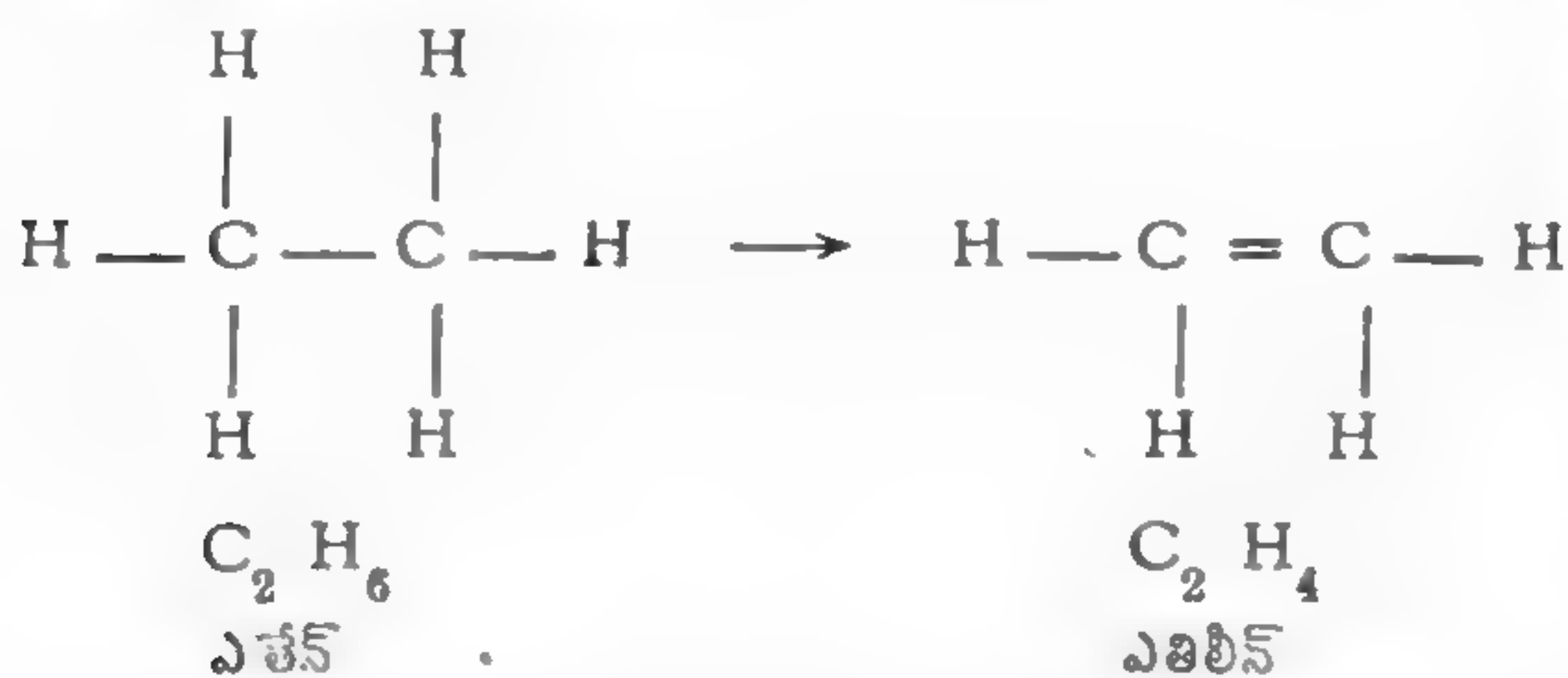
కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి

ఒక బూటేన్ విషయముననేకాక శ్రేణిలో దాని తరువాతవచ్చు ప్రాడ్రోకార్బన్లవిషయమై కూడ సిద్ధాంత మెన్నిసమరూపములను ఆకాంక్షించునో ఆ సమరూపము లన్నియు ప్రాయోగికముగా నిరూపితములైనవి. ప్రాడ్రో కార్బన్లో కార్బన్ పరమాణుసంఖ్య ఎక్కువగుకొలది సమరూపముల సంఖ్య అతివేగముగా వృద్ధిచెందు చున్నది. ఈ విషయము క్రింది పట్టికచే విశదమగును :

| కార్బన్ పరమాణుసంఖ్య | సమరూపసంఖ్య |
|---------------------|------------|
| 1                   | 1          |
| 2                   | 1          |
| 3                   | 1          |
| 4                   | 2          |
| 5                   | 3          |
| 6                   | 5          |
| 7                   | 9          |

(b) అసంతృప్తయోగికములు : పారఫిన్లకన్న ఎక్కువ ప్రాడ్రోజన్ కల యోగికములు లేవు. కాని, తక్కువ ప్రాడ్రో జన్ కలిగిన యోగికము లనేకములు కలవు. వీటిలో ముఖ్యమైన శ్రేణులు రెండు :

మొదటిదానికి ఓలిఫైన్లు లేదా తైలదములని పేరు. ఈ పేరు ఈ శ్రేణికి చెందిన మొదటియోగికము క్లోరీన్తో సంయోగించి తైలమువంటి ద్రవ్యమును ఇచ్చుటచే వచ్చినది. ఈ తరగతిప్రాడ్రోకార్బన్లు సమానకార్బన్ పర మాణుసంఖ్యగల పారఫిన్ ప్రాడ్రోకార్బన్లకన్న రెండు ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులు తక్కువ కలిగియుండును. మొదటిపారఫిన్  $\text{CH}_4$  కన్న రెండు ప్రాడ్రోజన్ పర మాణువులు తక్కువగల మొదటి ఓలిఫైన్ మెతిలీన్ ( $-\text{CH}_2$ ) అస్థిరమగుటచే ఏర్పడదు. రెండవది ఎతిలీన్ ఎతేన్ నుండి ఉత్పన్నము:



విడివడిన ఈ రెండు ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులును ఒకే కార్బన్ పరమాణువునుండి విడిపోక దగ్గరగానున్న రెండు కార్బన్ పరమాణువులును చెరిగక ప్రాడ్రోజన్ పరమాణు వును కోల్పోయి ఆ రెండు పరమాణువుల మధ్యనున్న బంధముకాక మరియొకబంధము దాని ప్రక్కనే ఏర్పడును. అనగా, ఏక ద్విబంధము ఏర్పడును.

ఈ ద్విబంధము ఓలిఫైన్ తరగతికి చెందిన ప్రాడ్రో కార్బన్లకు ముఖ్యలక్షణము. ఈ ప్రాడ్రోకార్బన్ల సాధారణసాంకేతికము  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ .

రెండవరకపు అసంతృప్త ప్రాడ్రోకార్బన్లు : ఓలి ఫైన్లనుండి మరిరెండు ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులను తీసి వేయుటచే ఏర్పడును. అందుచే వీటి సాధారణసాంకే తికము  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ . వీటికి ఆసిటిలీన్ ప్రాడ్రోకార్బన్లు అని పేరు. వీటికి మాతృక కాల్షియమ్ కార్బైడ్ నుండి ఉత్పన్నమగు ఆసిటిలీన్  $\text{C}_2\text{H}_2$ . ఓలిఫైన్లకన్న మరిరెండు ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులు తక్కువలగుటచే వీటి సాంకే తికమందు ఈ విషయము త్రిబంధముచే సూచితము :



ఓలిఫైన్లకు ద్విబంధము ముఖ్యలక్షణమైనట్లు ఆసిటి లీన్లకు త్రిబంధము ముఖ్యమైనగురుతు. త్రిబంధస్థితిచే ఆసిటి లీన్లు ఓలిఫైన్లకన్న హెచ్చు అసంతృప్తములు.

ప్రాడ్రోకార్బన్ గొలుసులో ద్విబంధములుకాని, త్రిబం ధములుకాని ఒకటికన్న హెచ్చుగా నుండుచో ఇతర తరగతులకు చెందిన అసంతృప్తయోగికములు ఏర్పడును.

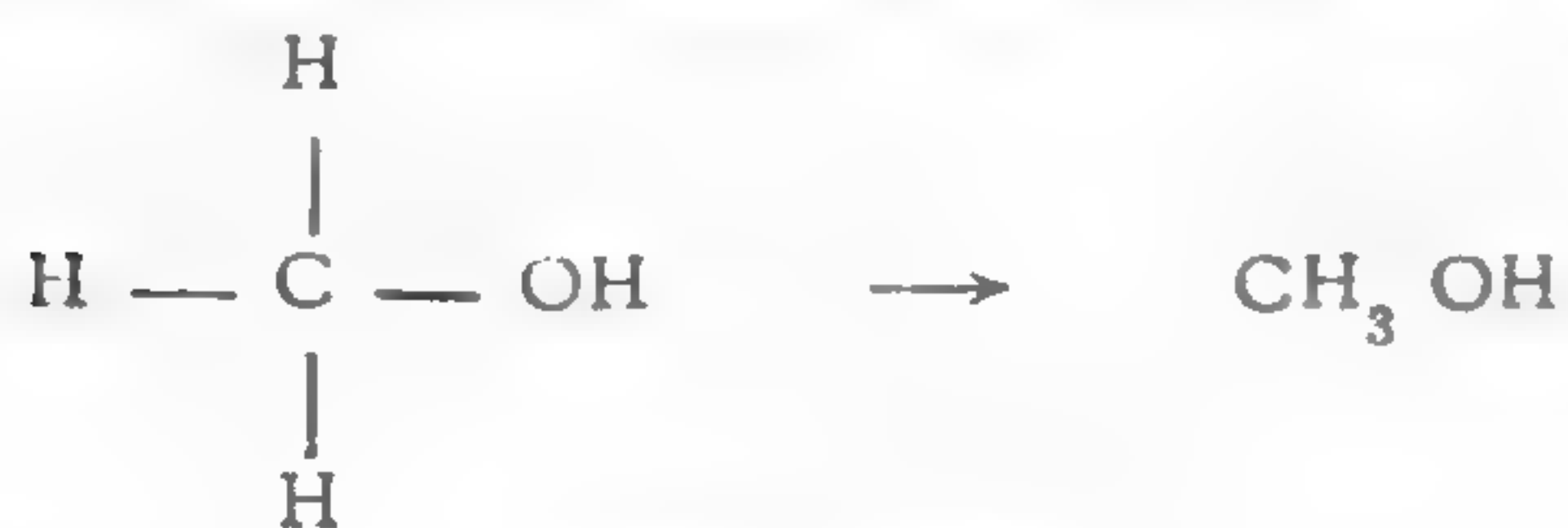
ప్రాడ్రోకార్బన్ వ్యుత్పన్నములు : ప్రాడ్రోకార్బన్ల నుండి ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించి వాటి స్థానమందు ఋణవిద్యుద్యుక్తమగు క్లోరీన్ పరమాణువు మొదలుకొని ధనవిద్యుద్యుక్తమగు థాతుపరమాణువులవరకు గల ఇతర మూలద్రవ్యపరమాణువులను కాని, పరమాణుగణములను కాని ఆదేశముచేసిన, కార్బన్ యోగికములన్నియు ఉత్పన్నములగునట్లు నిరూపించ వచ్చును. కార్బన్ పర మాణువు ధన, ఋణ విద్యుదావేశము గల ఇతర పర మాణువులతో సమానముగ సంయోగించగల శక్తిని ప్రద ర్శించుటకు కారణము ఆవర్తక్రమములో దానికి గల మధ్యమస్థానము. దానికి ఎడమవైపు ఆ వరుసలోనే ధన విద్యుద్యుక్తమగు మూలద్రవ్యపరమాణువులును, కుడివైపు ఋణ విద్యుద్యుక్తమగు మూలద్రవ్య పరమాణువులును కలవు. ఈ మధ్యమస్థానము కారణముగా కార్బన్ పర మాణువు అనేకవిధములగు యోగికములను ఈయగలదు. అందు ముఖ్యమైన వాటినే ఇచ్చట చూపుటకు వీలున్నది. హేలోజన్ వ్యుత్పన్నములు :



ఆక్సిజన్ వ్యుత్పన్నములు : ప్రాడ్రోకార్బన్ అణు వులో ఆక్సిజన్ పరమాణువును ప్రవేశపెట్టుటవలన, ఆల్క హాల్లు, ఈతర్లు, ఆల్డిహైడ్లు, కీటోన్లు అను యోగిక ములు ఏర్పడును.



అల్కహాల్లు: ప్రాడ్రోకార్బన్ అణువులో ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువుస్థానమును ప్రాడ్రాక్సిల్ గణము తీసికొని నప్పుడు ఏర్పడు యాగికములకు ఆల్కహాల్లు అని పేరు:



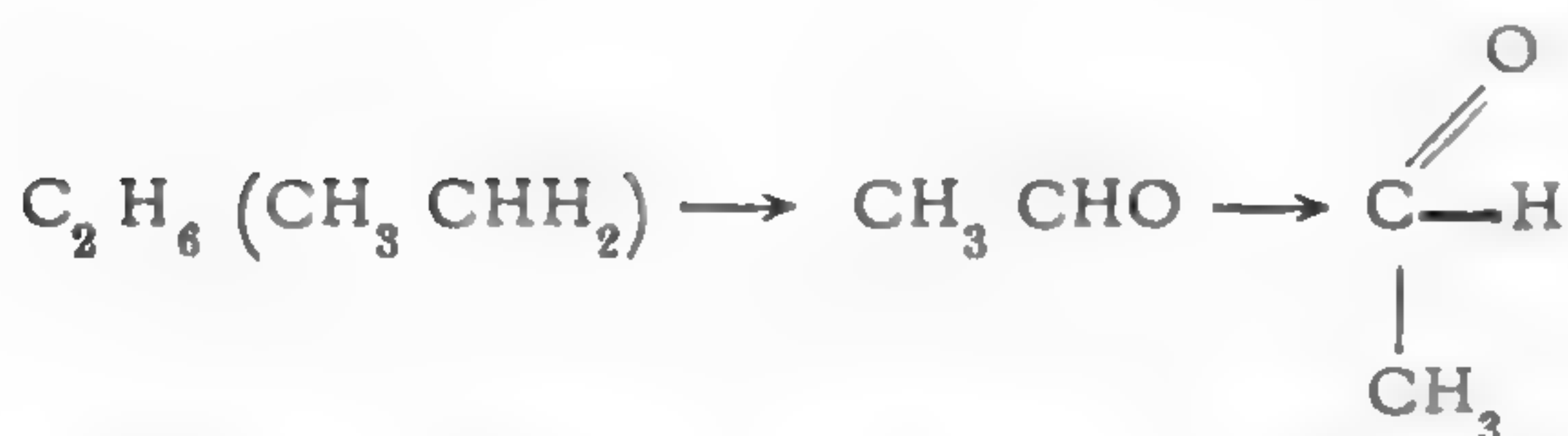
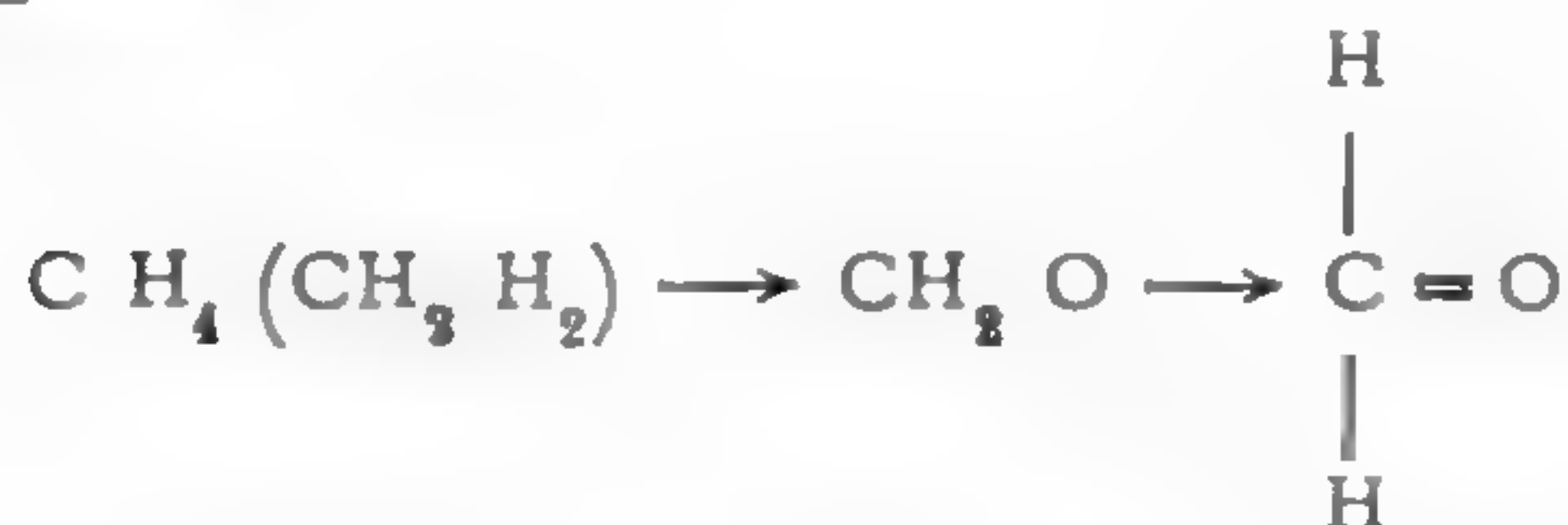
మెథిల్ ఆల్కహాల్

ఈతర్లు: ఆల్కహాల్ రచనలో ఉన్న ప్రాడ్రాక్సిల్ గణమునకు చెందిన ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువు స్థానమున ఒక ఆల్కిల్ గణము వచ్చిన ఈతర్లు ఏర్పడును:



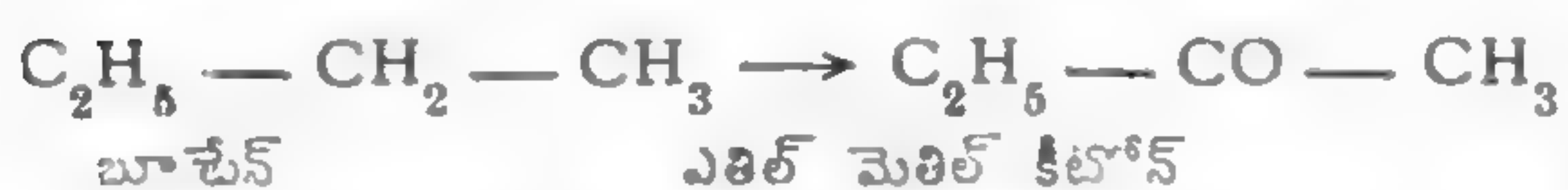
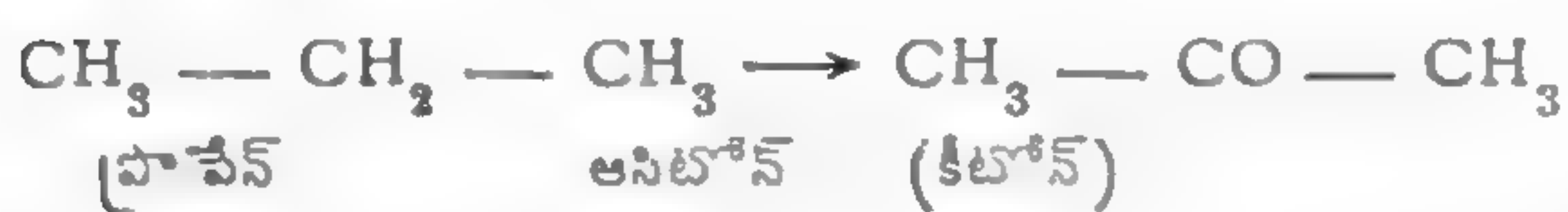
ప్రాడ్రోకార్బన్ అణువులో ఒక కార్బన్ పరమాణువుకు చెందిన రెండు ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములో వచ్చిన ఆక్సిజన్ పరమాణువు ఆల్డిహైడ్ అను లేదా కీటోన్ అను పుట్టించును:

ఆల్డిహైడ్లు:

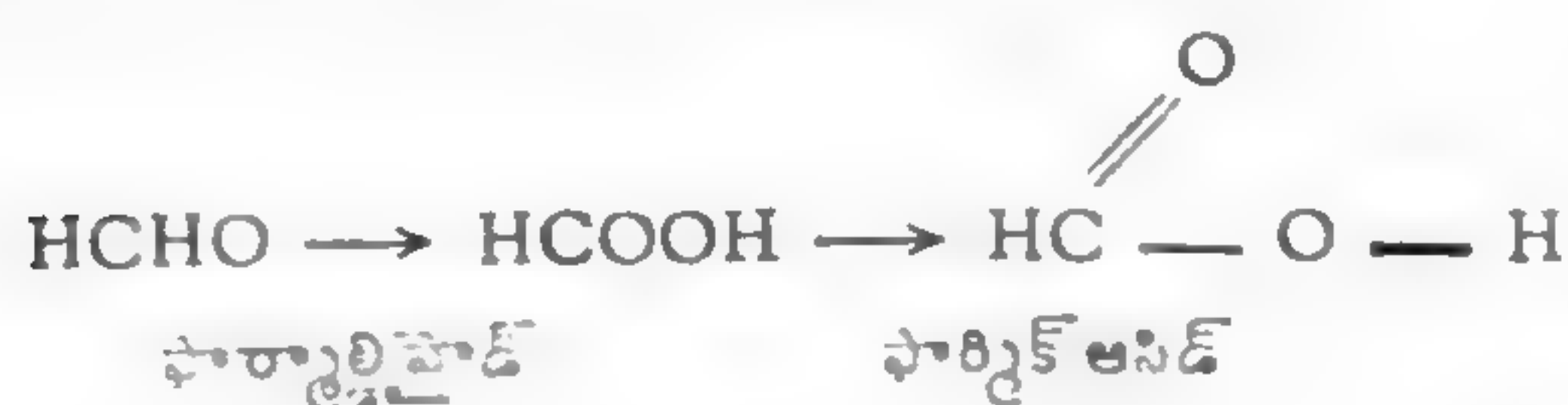


ఇందులో మొదటిది ఫార్మాలిహైడ్, రెండవది ఆసిటాల్డిహైడ్.

కీటోన్లు:



ఆమ్లములు: ఆల్డిహైడ్ అణువులో మరియొక ఆక్సిజన్ పరమాణువు దూరుటచే ఆమ్లము లేర్పడును:



సాధారణముగా:



ఇచ్చట R ఏ ప్రాడ్రోకార్బన్ గణమైననూ కావచ్చును.

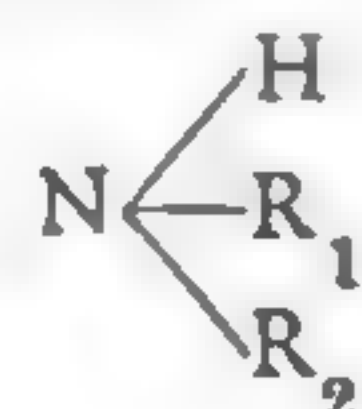
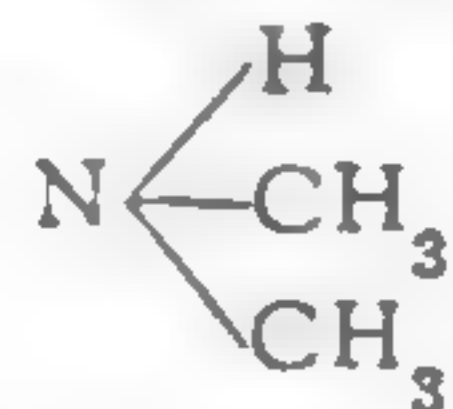
నైట్రోజన్ వ్యుత్పన్నములు: ప్రాడ్రోకార్బన్ అణువులో ఒక ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువు తొలగి ఎమిన్  $\text{NH}_2$  గణమునకు చోటిచ్చిన ఎమిన్ అను యాగికములు ఏర్పడును:



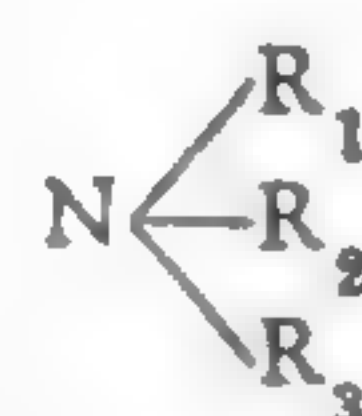
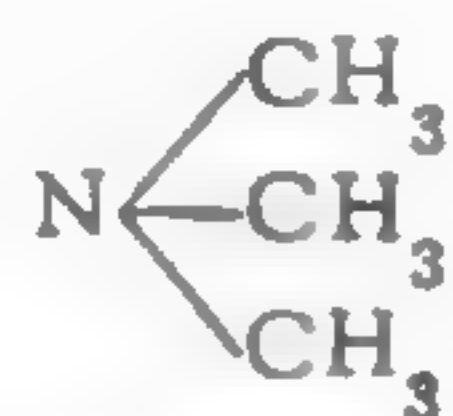
ఈ ఎమిన్ అను ఇంకొకవిధముగా ఉత్పన్నమైనట్లు పరిగణించ వచ్చును. అమోనియా ( $\text{NH}_3$ ) అణువులో ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులు ప్రాడ్రోకార్బన్ గణములచే తొలగించబడినప్పుడుకూడ ఎమిన్లు ఏర్పడునని.



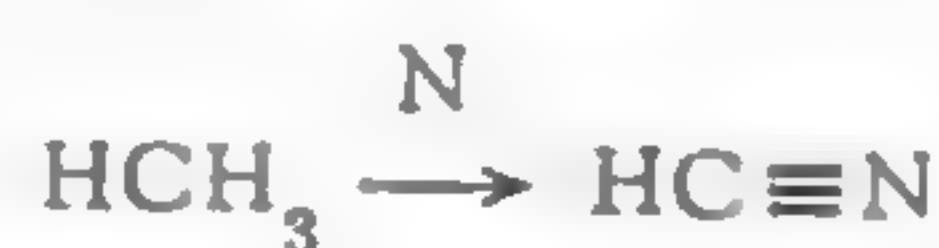
ఈ దృష్టిలో అమోనియా అణువులో ఉన్న ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులలో ఒకటికన్న ఎక్కువ ప్రాడ్రోకార్బన్ గణములచే ఆక్రమింపబడవచ్చును. అట్లు రెండు ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులు ఆక్రమితములైనప్పుడు సెకండరీ ఎమిన్లు,



మూడు ఆక్రమితమైనప్పుడు టెర్షియరీ ఎమిన్లు ఏర్పడును:



ప్రాడ్రోకార్బన్ అణువునందు మూడు ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములలో ఒక త్రియోజనీయ నైట్రోజన్ పరమాణువు ఆదేశమైనప్పుడు ఉత్పన్నమగు యాగికమునకు నైట్రైల్ అని పేరు:



గంధకవ్యుత్పన్నములు: ఆల్కహాల్ లలోను, ఈతర్ లలోను ఆక్సిజన్ పరమాణువుస్థానమును గంధకపరమా

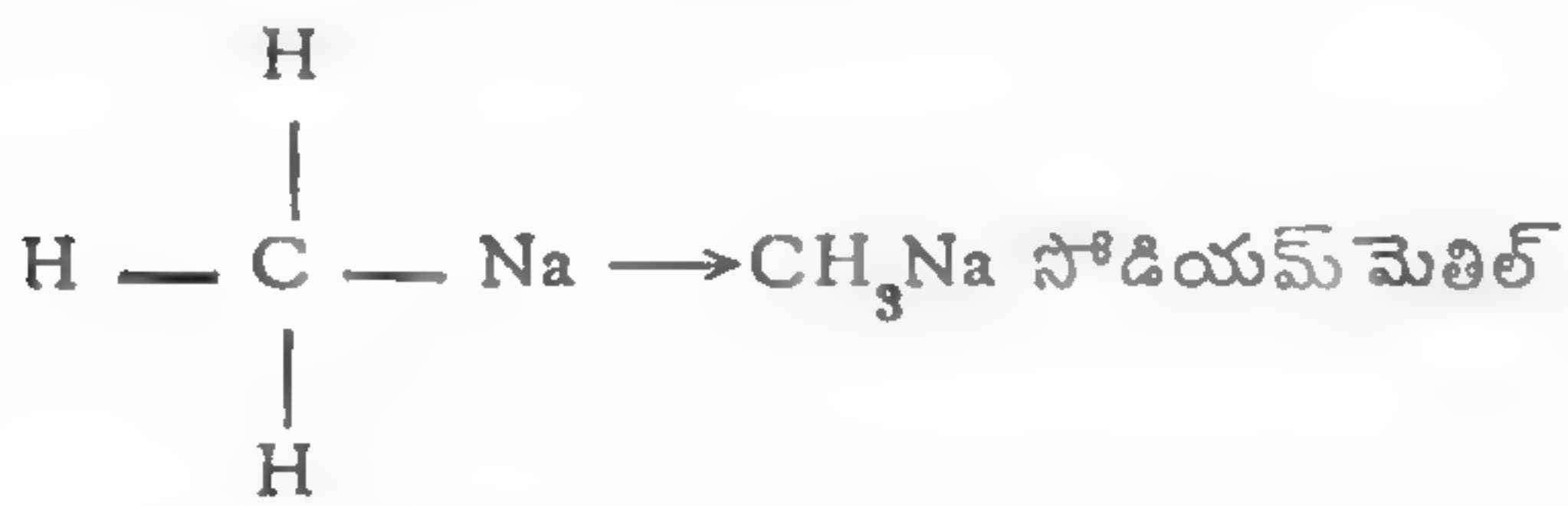


కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి

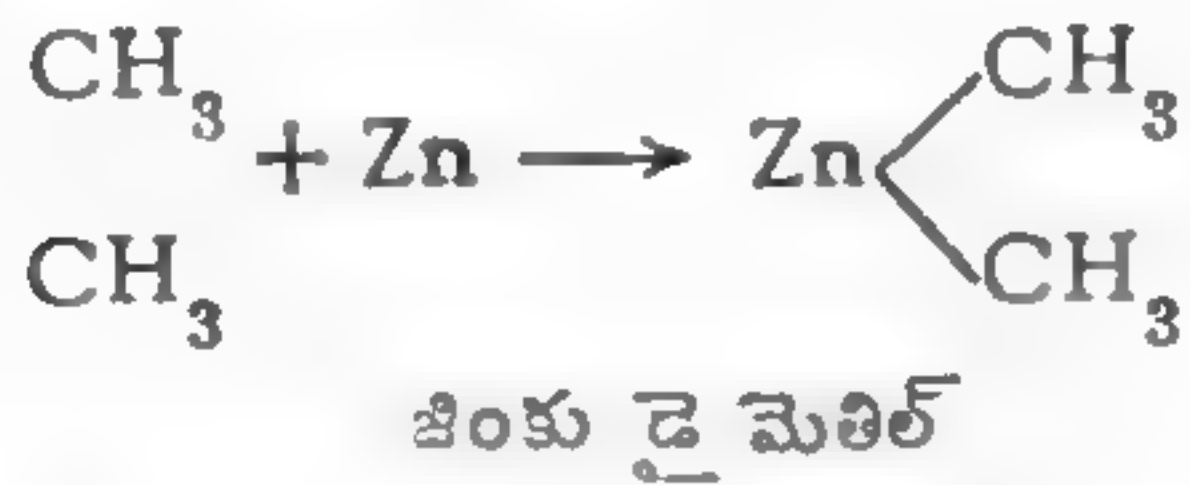
ణువు తీసికొనినపుడు తయోజనీయతలు ( $C_2H_5SH$ ), మెర్కప్టైన్లు ( $C_2H_5SC_2H_5$ ) అని రెండురకముల గంధకయాగికములు ఏర్పడును.

ధాతుకార్బన్ యోగికములు: (ఆగ్నాన్ మెటాలిక్ కాంపౌండ్స్): వాటి సంయోజనీయతను బట్టి ధాతు పరమాణువులు ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని హైడ్రోకార్బన్ అణువులలో ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించి వాటి స్థానమును ఆక్రమించిన ధాతుకార్బన్ యోగికములు ఏర్పడును.

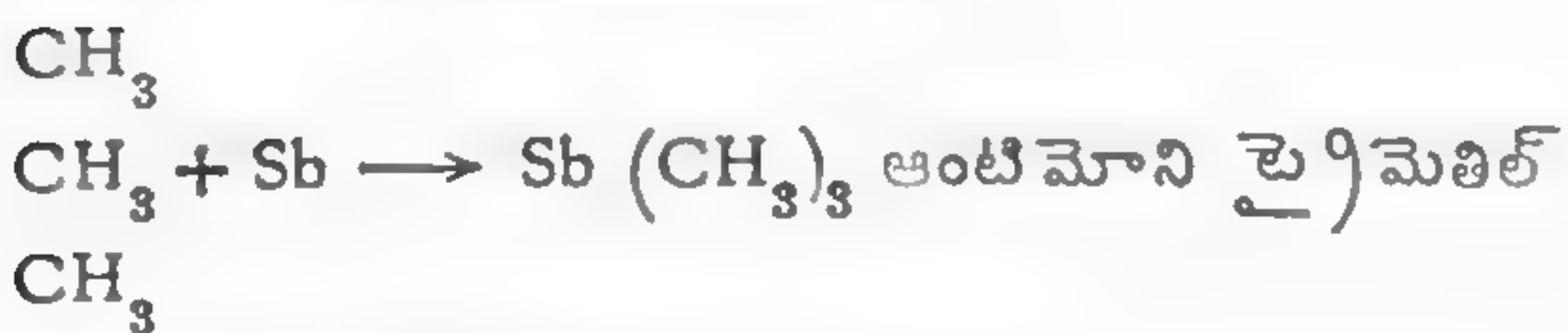
సోడియమ్ ఏకయోజనీయము; ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు స్థానమును ఆక్రమించకలదు:



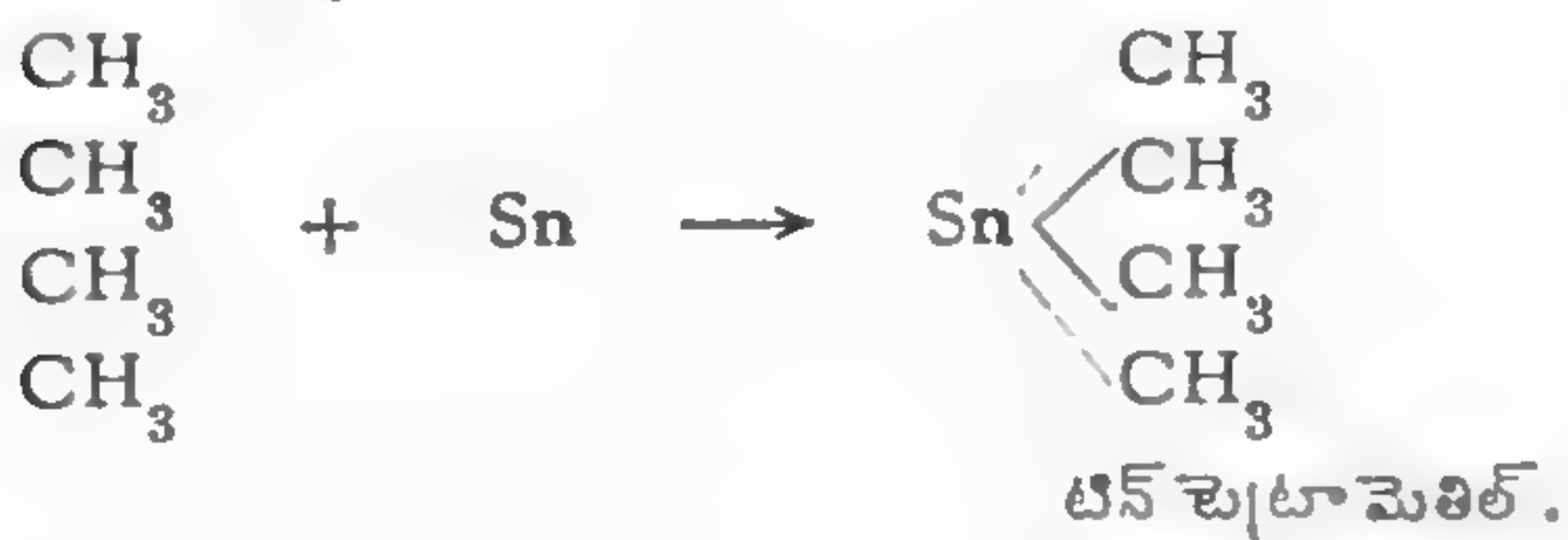
జింకు ద్వియోజనీయము:



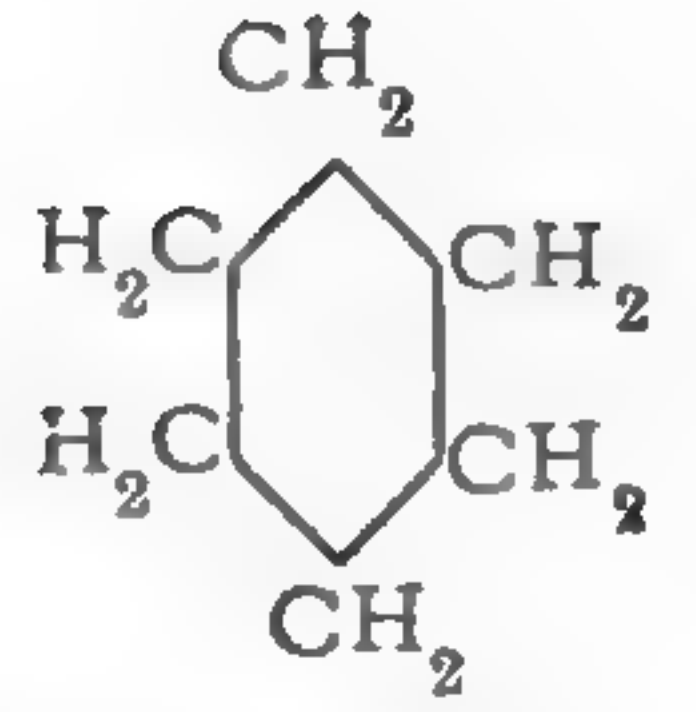
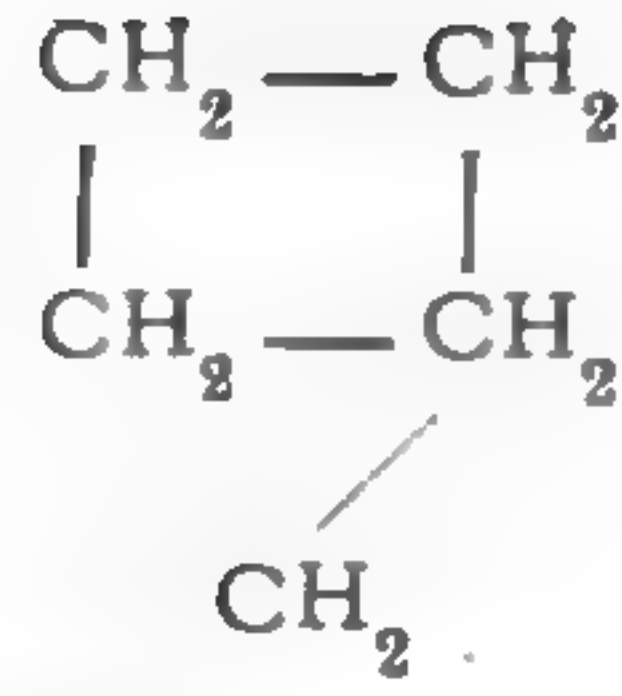
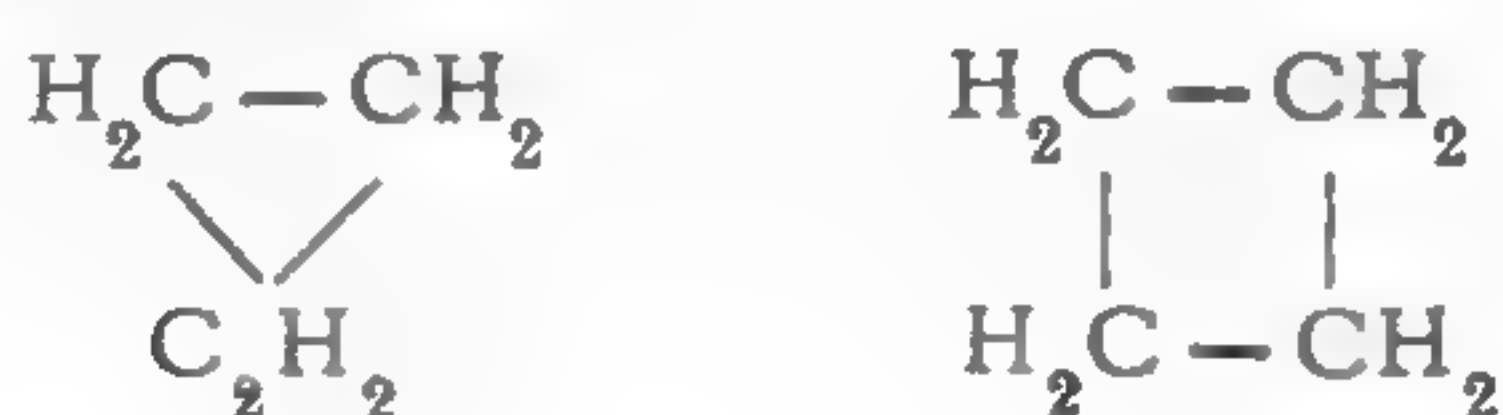
ఆంటిమోనిత్రియోజనీయము:



టిన్ చతుర్యోజనీయము:



వలయాకార హైడ్రో కార్బన్లు: కార్బన్ పరమాణువు చతుర్యోజనీయతకు భంగము రాకుండా  $C_nH_{2n}$  శ్రేణికి చెందిన హైడ్రోకార్బన్ల అణుసన్నివేశమును ఇంకొక విధముగాకూడ నిరూపించవచ్చును. వీటిలో వలయాకార సన్నివేశములను స్వీకరించిన కార్బన్ పరమాణువుల చతుర్యోజనీయతకు భంగమురాదు. ఈ వలయములు రెండుకన్న హెచ్చు కార్బన్ పరమాణువులు ఉన్నపుడు ఏర్పడును:



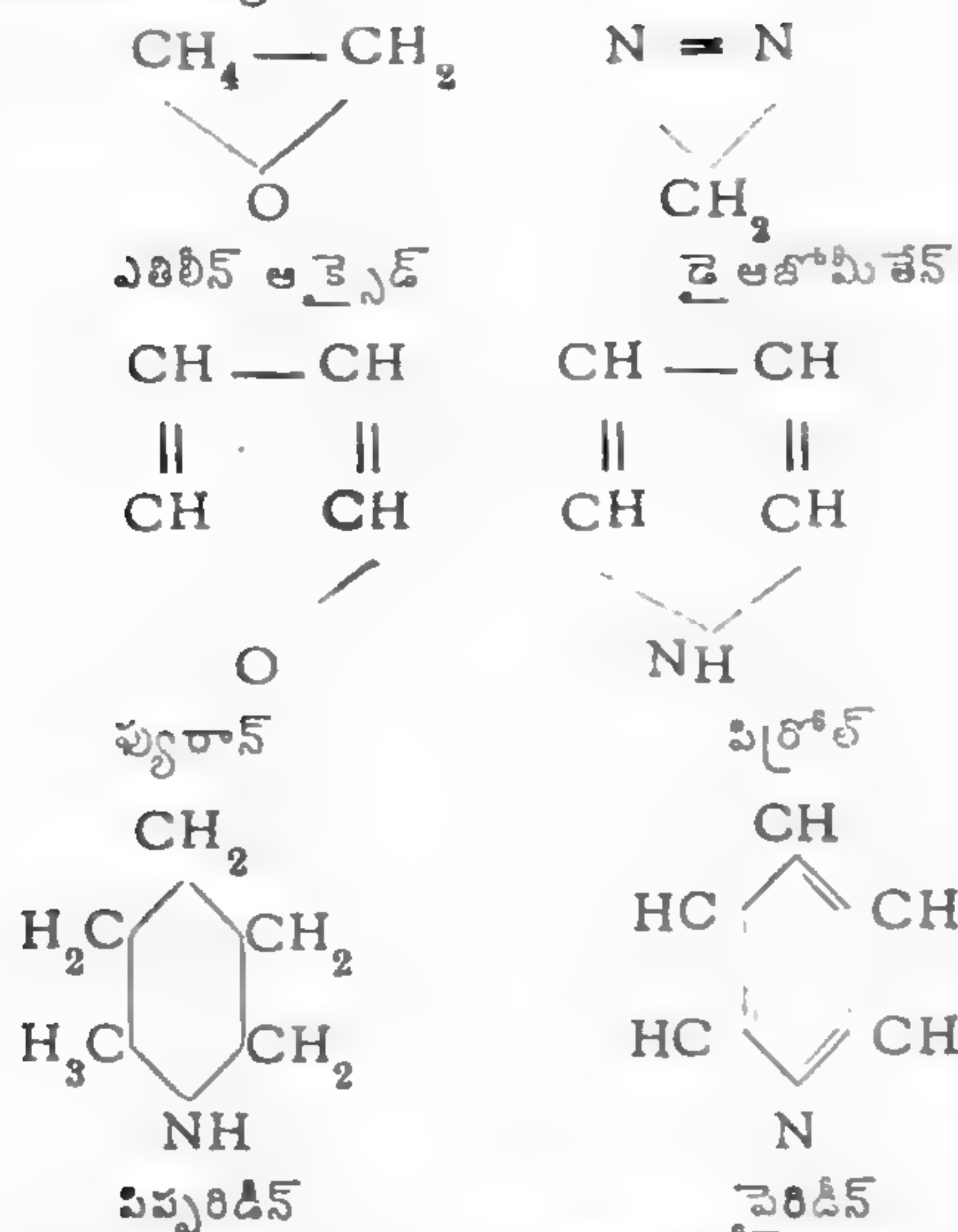
ప్రతియోగికమునందును కార్బన్ పరమాణువు మెథిలిన్ గణరూపమున ఉండుటచే వీటికి పోలిమెథిలిన్లు అని పేరు. వలయమందు 30 కార్బన్ పరమాణువులవరకు ఉండవచ్చును. అంతకన్న కార్బన్ పరమాణు సంఖ్య అధికమైన వలయము నిలువదు. వీటికి ఓలిఫైన్లకు ఉన్నంత అసంతృప్తధర్మము లేదు. ఇంచుమించుగా ఇవి పారఫిన్లను పోలియుండును. కనుక, వీటికి 'వలయ పారఫిన్' అని కూడ పేరు కలదు. వీటి స్థిరత్వము వలయమందున్న కార్బన్ పరమాణు సంఖ్యనుపట్టి ఉండును. 5 లేదా 6 కార్బన్ పరమాణువులు కల యోగికములు హెచ్చు స్థిరమైనవి.

బెన్జీన్ హైడ్రోకార్బన్లు: (ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్లు): వివృతశృంఖలములగు పారఫిన్లనుండి హైడ్రోజన్ ని తీసివేసిన ఓలిఫైన్లు ఉత్పన్నమైనట్లు వలయ పారఫిన్లనుండి హైడ్రోజన్ పోయిన ద్విబంధములు గల అసంతృప్త ఆరోమాటిక్ యోగికములు ఏర్పడును. వాటి చర్యలయందు కన్నట్లు విలక్షణత, వాటి ప్రాముఖ్యము కారణములుగా ఈ ఆరోమాటిక్ యోగికతరగతికి చేరిన బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నములు కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రమందు ప్రత్యేకస్థానమును ఆక్రమించినవి. వీటికి మాతృక ద్రవ్యము బెన్జీన్ ( $C_6H_6$ ). రెండు, లేదా మూడు సంహతవలయములు కల నేఫ్థలిన్, ఆంత్రసీన్లు ఏకవలయము కల బెన్జీన్ తో సంబంధము కలవి (చూ. పు. 181).

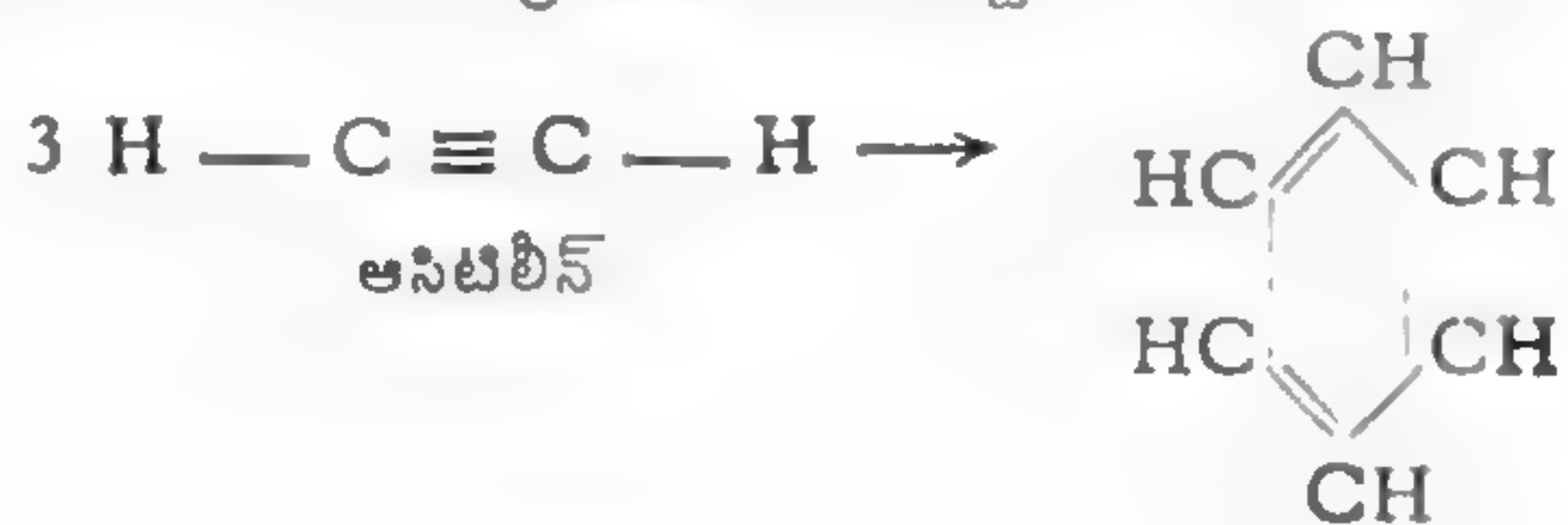
విషమ వలయ యోగికములు: వలయ పారఫిన్లలోను, బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నములలోను వలయములు సజాతీయములగు కార్బన్ పరమాణువు వల్లనే ఏర్పడినవి. అట్లుగాక వలయమందు కార్బన్ నకు విభిన్నమైన విజాతీయ పరమాణువులు ఉన్నయెడల విషమవలయ యోగికములు ఏర్పడును. ఆక్సిజన్, గంధకము, నైట్రోజన్ వీటిలో ఏదైన వలయములో కార్బన్ పరమాణువుతోచేరి వలయ ఘటకముగా ఉండవచ్చును. ఇక్కడకూడ యోగికముల వైవిధ్యము అపారము. ఈ యోగికముల వర్గీకరణము వాటియందుండు కార్బన్ భిన్నమగు పరమాణువుల స్వభావమును బట్టియు, వలయఘటకములగు పరమాణువుల సంఖ్యనుబట్టియు ఉండును (చూ. విషమ వలయ యోగికములు; అకారాది).



వలయఘటకసంఖ్య :

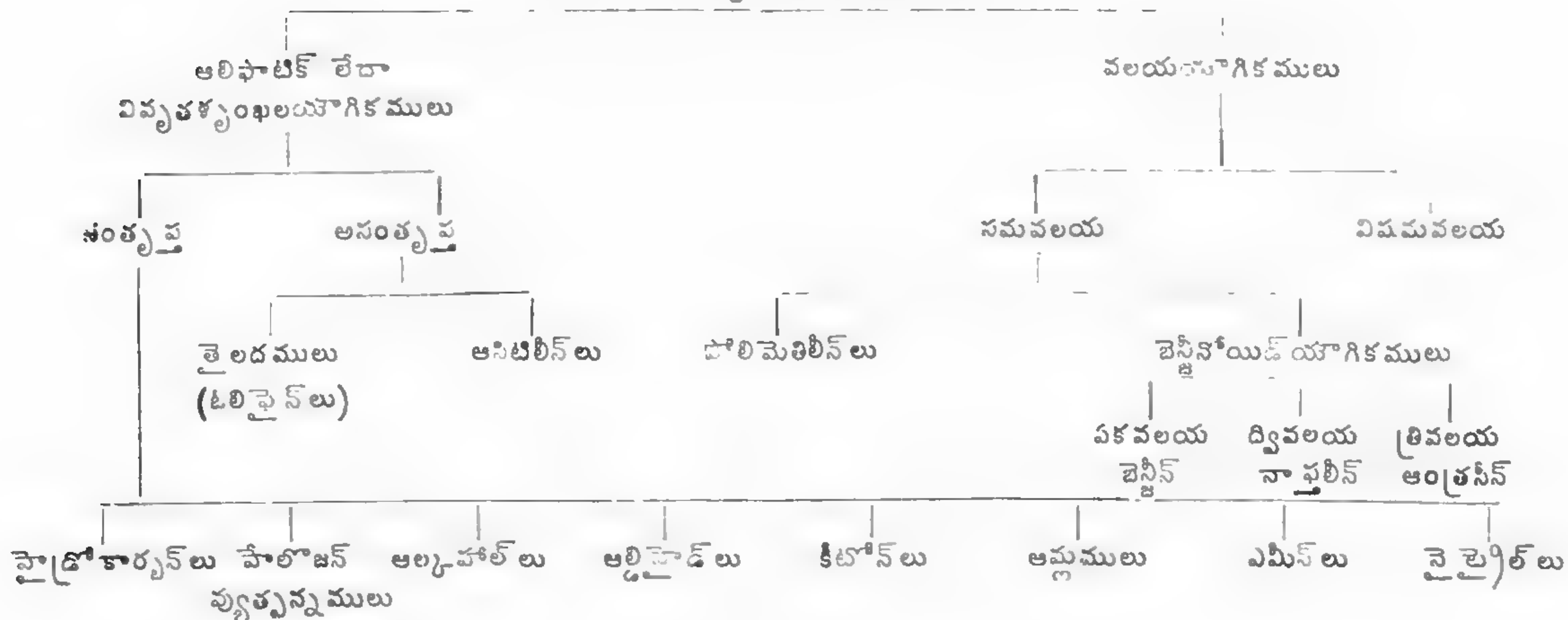


వివృత శృంఖలములు, వలయితములు అనబరగు కార్బన్ యోగికములు వివిధ తరగతులకు చెందినప్పటికిని ఇవి పరస్పరము పరివర్తనీయములు. అనగా, వివృతశృంఖల యోగికములనుండి వలయయోగికములను, వలయ యోగికములనుండి వివృతశృంఖలయోగికములను తయారుచేయుటకు పీలున్నది. ఉదా: వివృతశృంఖల యోగికమగు ఆసిటిలీన్ వాయువును ఎర్రగా కాల్చిన ఇనుపగొట్టములో నుంచి పంపిన వలయశృంఖలమగు బెన్జీన్ ఏర్పడును :



కార్బన్ యోగికముల వంశవృక్షములు

కార్బన్ యోగికములు



బెన్జీన్ 300°C వద్ద హైడ్రోజన్ ఆసిడ్ తో వేడిచేసిన వివృత శృంఖలయోగిక మగు సాధారణ హెక్సేన్ గా కొంతవరకు మారును :

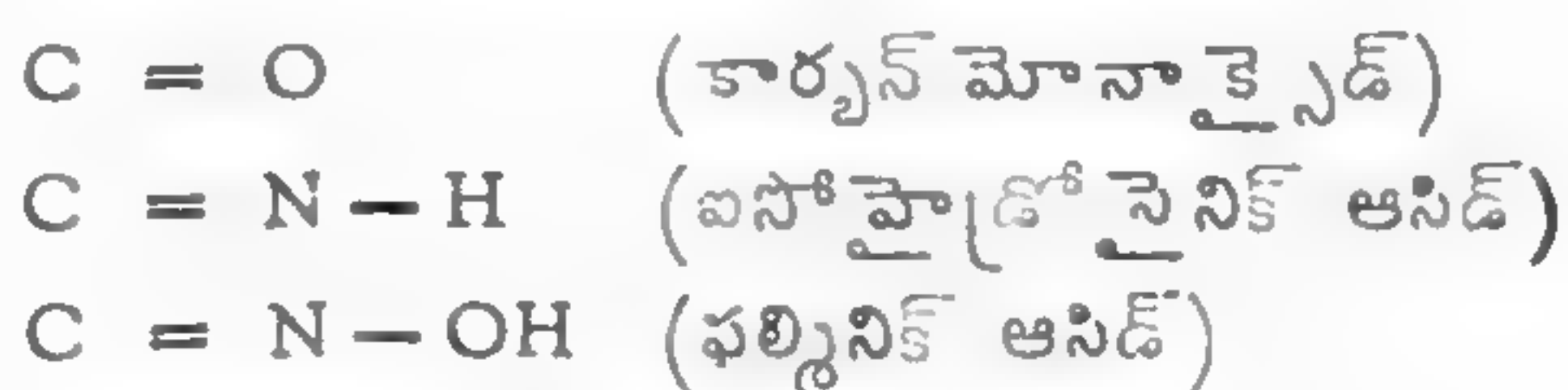


బెన్జీన్

సాధారణ హెక్సేన్

ఇదివరకు చతుర్వ్యోజనీయ కార్బన్ పరమాణువులుగల యోగికములనే పరామర్శించితిమి. కార్బన్ పరమాణువు నకు యోజనీయత సాధారణముగా నాలుగని కేకులే నిర్మాణ సిద్ధాంతములో మొదటి ప్రమేయము. సాధారణముగా యోజనీయత నాలుగుగతులలో కార్బన్ పరమాణువు అసాధారణ పరిస్థితులలో నాలుగుకన్న తక్కువ యోజనీయతను స్వీకరించగలదన్న విషయము గమ్యమానమగుచున్నది. అట్టి యోగికములకు దృష్టాంతములు క్రింద ఈయబడినవి :

ద్వియోజనీయ కార్బన్ యోగికములు :



త్రియోజనీయ కార్బన్ యోగికములు :



నేటికి మూడు లక్షల కార్బన్ యోగికములు తయారైనవి. కార్బన్ యోగికముల ఈ విపరీతవిస్తారమునకు ఇది వరకే కారణములు ఈయబడినవి. ఈ యోగికము లన్నియు కొన్నిపరిమితములైన తరగతులుగా అనుశీలనా



## కార్బన్ వర్గము

సౌకర్యము కొరకు విభజింపబడినవి అని తెలిపియుంటిమి. ఆ విభజన 271వ పుటలో వంశవృక్షరూపమున క్లుప్తముగా చూపబడినది : మే. ప. స.

కార్బన్ వర్గము : ఈ వర్గమునందు సిలికన్, జెర్మేనియమ్, తగరము, సీసము కూడ గలవు. ఒక్క జెర్మేనియమ్ తప్ప ఈ కుటుంబములోని తక్కిన మూలద్రవ్యములన్నియు చాలకాలమునుండి తెలిసినవే. వీటిలో చాల విస్తారముగా భూతలముపై దొరకునది సిలికన్. భూపృష్ఠ సంఘట్టన మందు కార్బన్ 0.032%, సిలికన్ 27.72%, జెర్మేనియమ్ 0.0007%, తగరము 0.001%, సీసము 0.0016% కలవు. కార్బన్ భూపృష్ఠశీలలయందు అంతతక్కువగా కనపడుచున్నను, ప్రకృతిలో కార్బన్ యోగికములసమృద్ధి తక్కిన మూలద్రవ్యముల సమదాయముకన్న చాల రెట్లు ఎక్కువగానుండును. వృక్షములందు, జంతువులలోను కార్బన్ యోగికములు అపారముగా నుండుటయే ఇందుకు కారణము. వాస్తవికముగా తగరము, సీసము, అపురూప ధాతువులకన్న చాలతక్కువరాశులలో లభ్యములు. అయినను, ప్రకృతిలో కొన్నిచోట్ల పుంజీభూతమై వాటిఖనిజములు ఉండుటయు, వాటి ధాతుసాధన సౌలభ్యము, సర్వతోముఖ ఉపయోగములు, వీటివలన అవి చిరకాల పరిచితములైనవి. కార్బన్ వృక్ష, జంతు, ప్రపంచములలో ఎంత ప్రముఖపాత్రను నిర్వహించుచున్నదో, సిలికన్ డైఆక్సైడ్ సిలికేట్ల రూపమున సిలికన్ ఖనిజప్రపంచమందు అంతప్రాముఖ్యమును వహించుచున్నది.

పరమాణుభార మెక్కువగుకొలది అధాతు ధర్మములు ధాతుధర్మములుగ మారుట, నైట్రోజన్ వర్గములోకన్న ఈ వర్గమందు పొచ్చుగా కననగును. కార్బన్ అధాతువు; సిలికన్ కొంతవరకు ధాతుధర్మముల చూపుచున్నను, అధాతువుక్రిందనే పరిగణించబడుచున్నది. జెర్మేనియమ్ నకు అధాతుధర్మములకన్న ధాతుధర్మములు ఎక్కువ. తగరము, సీసము బాహ్యముగా ధాతువులు. కార్బన్ యొక్క ధర్మములు అసాధారణములు. అందువలననే దాని రాసాయనికప్రవృత్తి సాటిలేనిది. జెర్మేనియమ్, తగరము సీసములతో సరిపోల్చిచూచిన సిలికన్ కొంత భిన్నముగా అగుపించును. కాని ఖిన్నత్వముకన్న సాదృశ్యములే ఎక్కువ ప్రచురముగా నున్నవి.

ఆవర్తక్రమములో వీటిస్థానమున కనుగుణముగా ఈ మూలద్రవ్యముల గరిష్ఠయోజనీయత నాలుగు. తక్కిన వర్గములందువలె ఈ వర్గమునందుకూడ మొదటిరెండును దృష్టాంతద్రవ్యములు, తక్కినవర్గద్రవ్యములకన్న చాల భిన్నములుగా కన్పట్టును. తక్కినవర్గములందువలె ఇందు

కూడ ధనవైద్యుతీయధాతుధర్మములు పరమాణు భారముతో ఎక్కువగుచున్నవి. తగరము, సీసము రెండు, నాలుగు యోజనీయతలుగల రెండురకముల యోగికములను ఇచ్చును. కార్బన్, సిలికన్ లు ఒకేవిధమున చతుర్వ్యజనీయతనే చూపును :

| పరమాణ్వంకము | పేరు        | సంకేతము | పరమాణుభారము | విద్యుత్ గురుత్వము | ద్రవంకము°C | యోజనీయత     |
|-------------|-------------|---------|-------------|--------------------|------------|-------------|
| 6           | కార్బన్     | C       | 12.011      | 3.51*<br>2.80†     | —          | IV, III, II |
| 14          | సిలికన్     | Si      | 28.09       | 2.33               | 1413°      | IV, II      |
| 32          | జెర్మేనియమ్ | Ge      | 72.60       | 5.35               | 958.5°     | IV, II      |
| 50          | తగరము       | Sn      | 118.70      | 7.28               | 231.8°     | IV, II      |
| 82          | సీసము       | Pb      | 207.21      | 11.84              | 327.4°     | IV, II      |

ఇందలి మూలద్రవ్యము అన్నియు  $RH_4$  సాంకేతికము గలిగి బాష్పశీలములగు హైడ్రైడ్లను ఇచ్చును. సిలికన్ ఇంకను మరికొన్ని హైడ్రైడ్లను ఈయగలదు. కార్బన్ హైడ్రైడ్ల సంఖ్యకు లెక్కయేలేదు.

అన్ని మూలద్రవ్యములును క్లోరీన్ తో టెట్రాక్లోరైడ్లు ( $RCl_4$ ) ఏర్పడును. ఈ టెట్రాక్లోరైడ్లు అన్నియు ద్రవములు; అందువలన నివి సమయోజనీయ యోగికములు. తగరము, సీసము ఘనస్థితిలో నుండు ద్వియోజనీయత కలిగిన అయన్ క్లోరైడ్లను ఇచ్చును.

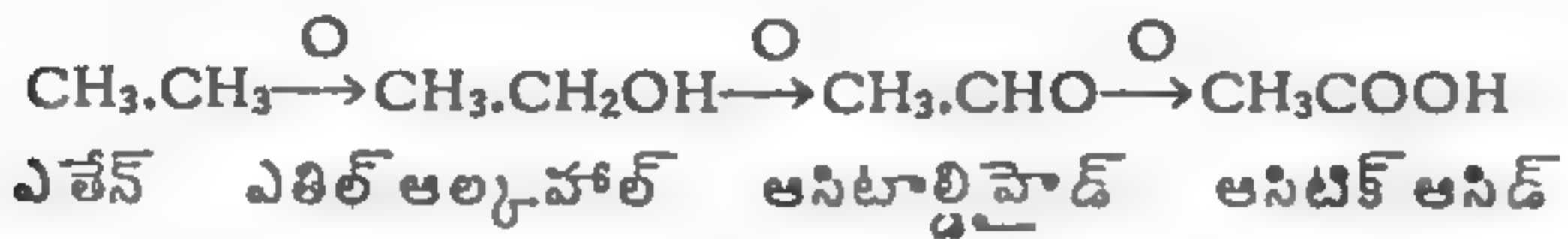
వీటి సామాన్య ఆక్సైడ్ల సంఘట్టనమును  $RO_2$  అను సాంకేతికముచే తెల్పవచ్చును. ఈ ఆక్సైడ్లు అన్నియు స్థిరములు; ఆప్లజనకములు. లెడ్ డైఆక్సైడ్ ఆక్సికారక ద్రవ్యము.  $RO$  సాంకేతికముగల ఆక్సైడ్ కూడ ఈ మూలద్రవ్యములతో ఏర్పడును. కాని  $SiO$  (సిలికన్ మోనాక్సైడ్) బాష్పస్థితిలోనే ఉండును. అదియును చాల నిలకడ లేనియోగికము. ఈ వర్గములోని మూలద్రవ్యములన్నిటిలో కార్బన్ అపారసంఖ్యగల యోగికములను ఇచ్చుటలో అతివిశిష్టలక్షణము గలది. దీనికి కారణము కార్బన్ పరమాణువులు ఒకదానితోనొకటి గొలుసులుగా గాని, వలయములుగాగాని సంయోగించ కలుగుటయే. సిలికన్ కూడ అట్టిగొలుసులను ఈయగలదు; అవి చాల తక్కువ. కార్బన్ పరమాణువుల మధ్య అగవడు ద్వి, త్రి బంధములవంటివి సిలికన్ విషయమై కానరావు. సిలికన్ కూడ వలయాకారస్థితిలో అనుబంధించ గలదు. కాని దానికి ఆ సామర్థ్యము ఆక్సిజన్ సాహచర్యమున్నపుడే సంభవించును. అనగా దాని ఆక్సిజన్ యోగికములగు

\* వజ్రము, † గ్రాఫైట్.

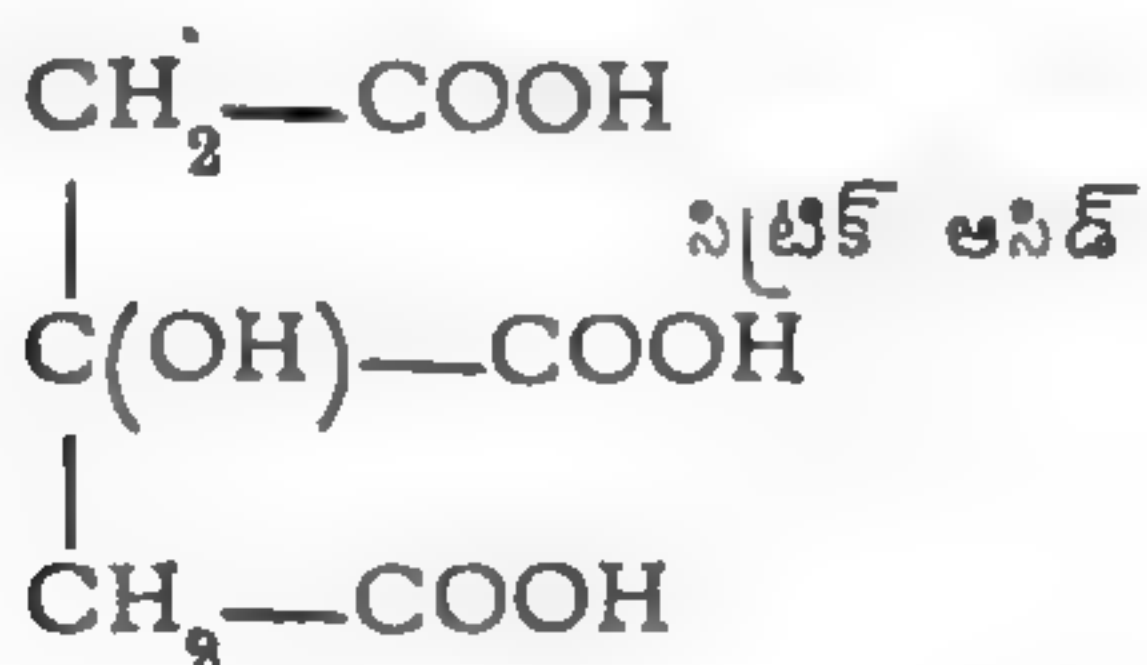
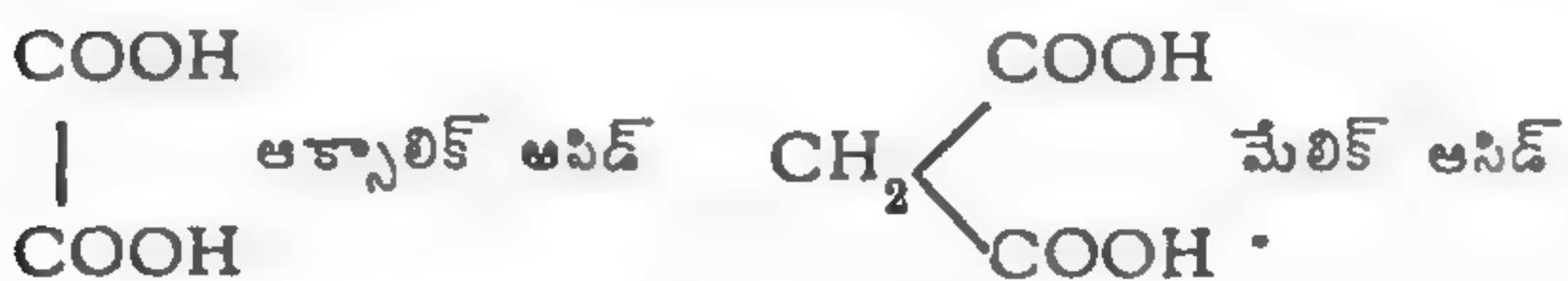


సిలికేట్ల రచనలోనే మధ్యమధ్య ఆక్సిజన్ పరమాణువులు గల సిలికన్ పరమాణువలయములు సిద్ధించును (చూ. కార్బన్, సిలికన్, జెర్మేనియమ్, తగరము, సీసము). పి.రా.

**కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లు :** కార్బన్ పరమాణుసంఖ్య తగ్గకుండ హైడ్రో కార్బన్ లను ఆక్సికరించినపుడు లభ్యమగు ఆక్సికృతయోగికముల క్రమములో కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ చివరది.



కార్బాక్సిల్ ( $-\text{COOH}$ ) గణము కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లయొక్క విశిష్టభాగము. ఒకేగణమున్నచో ఆప్లము నకు ఏకకార్బాక్సిల్ ఆసిడ్ అనియు, ఒకటికన్న ఎక్కువ గణములున్నప్పుడు బహుకార్బాక్సిల్ ఆసిడ్ అనియు పేర్లు.



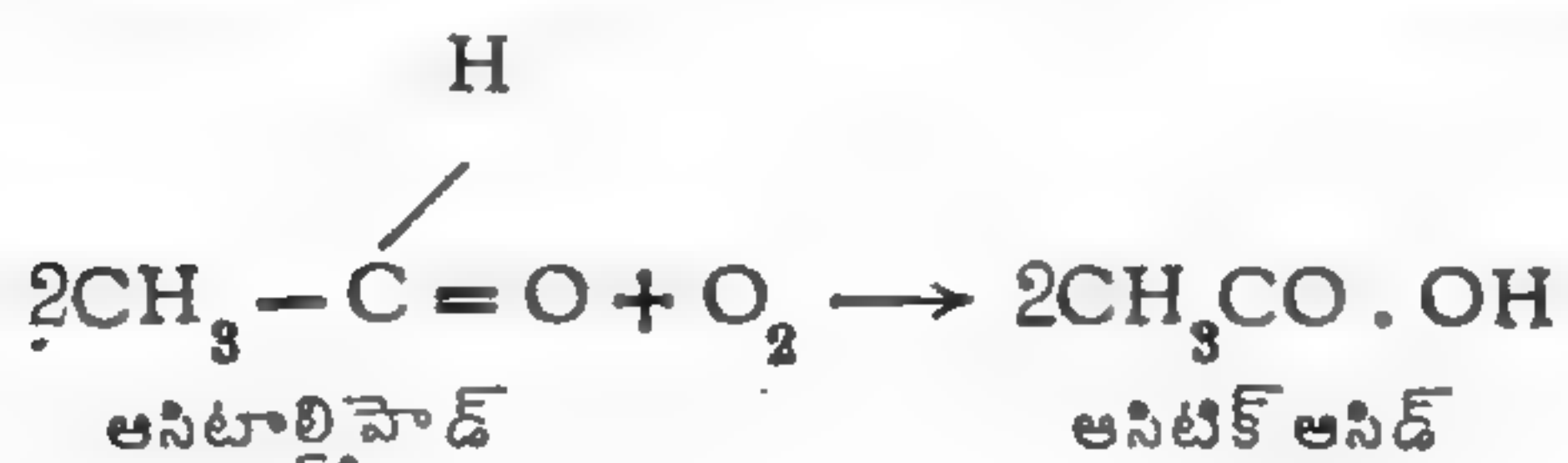
ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్, మేలిక్ ఆసిడ్ ద్విపదాప్లము; సిట్రిక్ ఆసిడ్ త్రిపదాప్లము.

**ఏకపదాప్లములు :** ఆలిఫాటిక్ ఏకపదాప్లముల సామాన్య సాంకేతికము  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ .

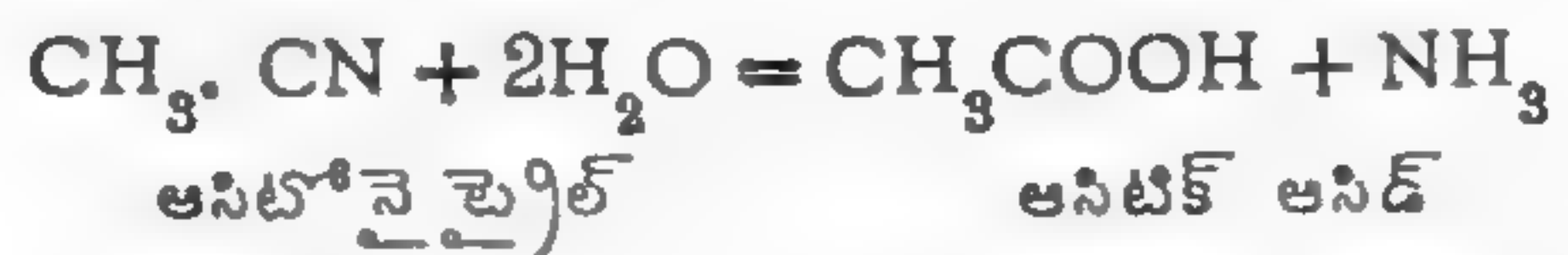
ఏకపదాప్లముల హెమోలగీయశ్రేణి.

| నామము; సాంకేతికము   | దొరకుచోటు         |
|---|-------------------|
| ఫార్మిక్ ఆసిడ్ ( $\text{H}_1\text{COOH}$ )                  | ఎర్రచీమలశరీరము    |
| ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )                  | సెనగపులుసు        |
| ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ )    | ఫ్యూనెల్ ఆయిల్    |
| బూటిరిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ )        | మురిగిన వెన్న     |
| వెలిరియానిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$ )    | వెలిరియన్ మూలిక   |
| పామిటిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_{16}\text{H}_{31}\text{COOH}$ )  | కొబ్బరినూనె       |
| స్టియరిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ) | తిమింగలపుక్రొవ్వు |
| ఆరకిడిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_{19}\text{H}_{39}\text{COOH}$ )  | వేరుసెనగ          |

**రచనావిధానములు :** ఆల్డిహైడ్ల ఆక్సికరణమువలన :

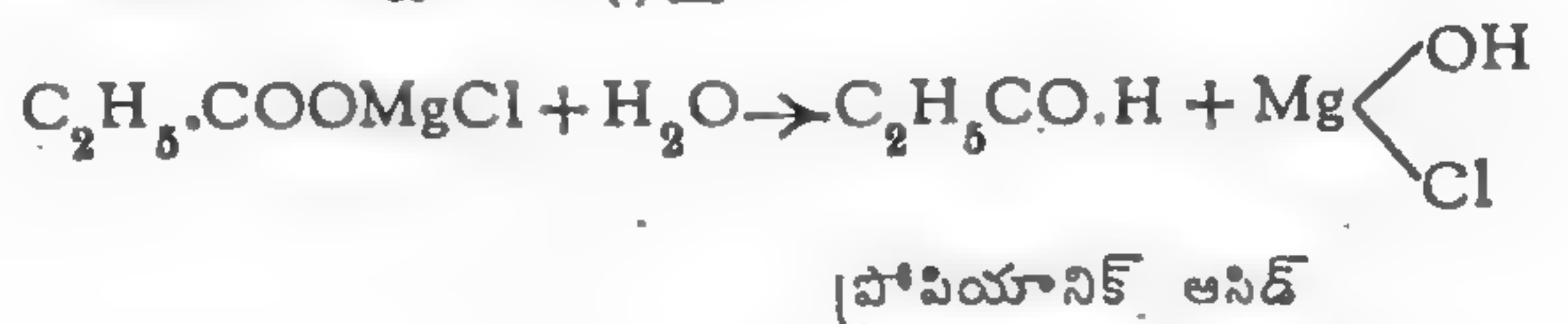
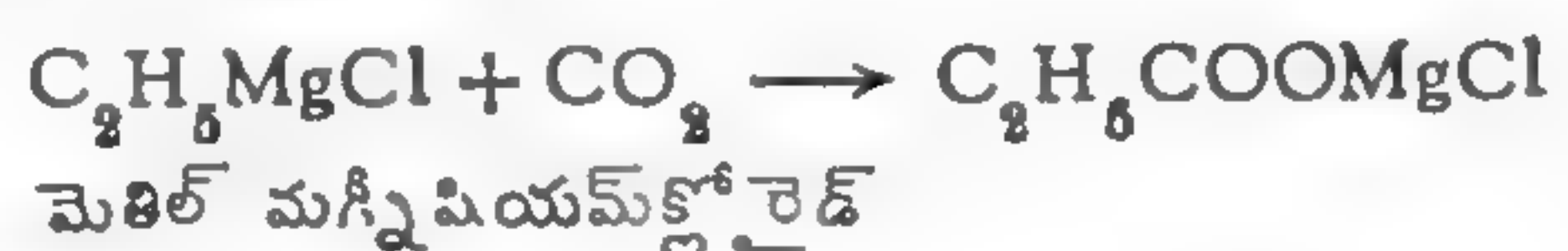


ఆల్కిల్ నైట్రైడ్లు లేదా నైట్రైల్ ల జలవిశ్లేషణము వలన :

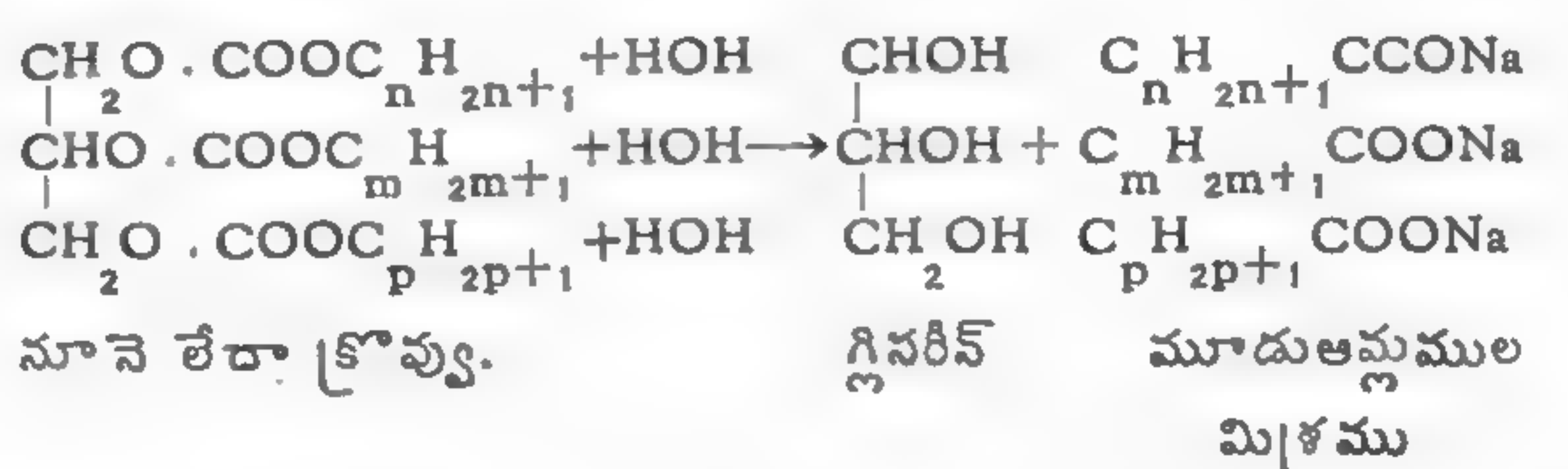


ఈ జలవిశ్లేషణము ఊరపరిసరములోగాని, అకర్బనాప్లముల సమక్షములోగాని జరుగును. ఆప్లములను ఉపయోగించినపుడు ఆ ఆప్లముయొక్క అమోనియమ్ లవణము, కార్బన్ ఆసిడ్ సిద్ధించును. ఊరమును ఉపయోగించినపుడు కార్బన్ ఆసిడ్ లవణము, అమోనియా లభించును.

ఆల్కిల్ మగ్నీషియమ్ లవణము (గ్రీన్ యార్డ్ యోగికము)ను ఈతర్లో కరగించి ఆ ద్రావణములోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును పంపించగా లభ్యమైన యోగికమును జలముచే విశ్లేషించుట (చూ. కార్బన్ ధాతుయోగికములు : పు. 282).



క్రొవ్వులను, నూనెలను ఊరసంపర్కమున జలవిశ్లేషణము కావించుటవలన అనేక కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ లను, వాటి మిశ్రములను రచించవచ్చును. నూనెలు, క్రొవ్వులు హైడ్రోజెన్ ఆల్కహాల్ అగు గ్లిసరిన్ యొక్క ఎస్టర్లు: వీటిని ఊరములతో జలవిశ్లేషణము కావించిన అవి ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్, గ్లిసరిన్ అను రెండు భాగములుగా విడిపోవును ;

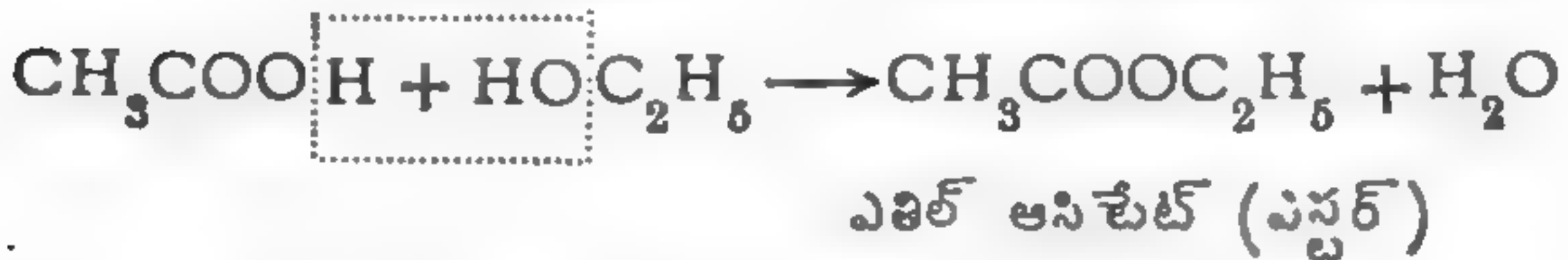
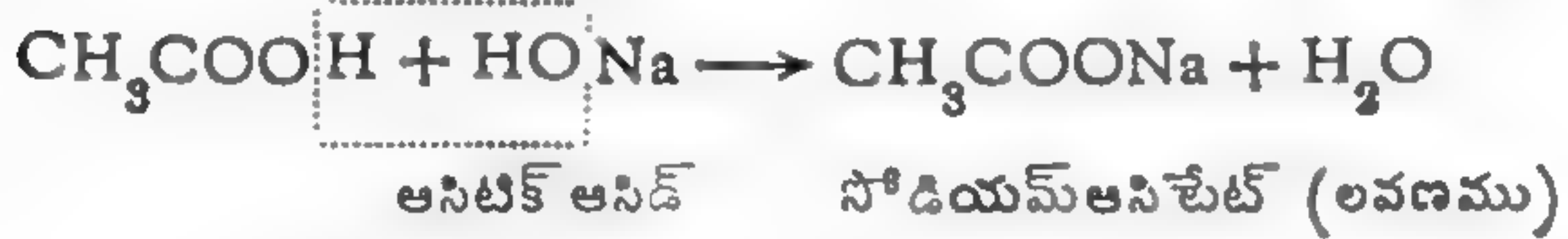


**భౌతికధర్మములు :** శ్రేణిలో ఆరంభములోనివి ద్రవములు; మధ్యనుండునవి నూనెవలె జిడ్డుగానుండును; క్రిందివి స్ఫటికరూపముగల ఘనములు. మొదటి ఆప్లములు ఘాతైన వాసనలు గలవి; మధ్యవి మురిగిన వెన్నవలె దుర్వాసనగలవి; క్రిందివి బాష్పశీలములు కానట్టి వాసన లేని ద్రవ్యములు. మొదటిమూడు అనగా, ఫార్మిక్, ఆసిటిక్, ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్లు నీటిలో పూర్తిగా కరుగును. అణుభారము హెచ్చుకొద్దీ నీటిలో వీటిద్రావ్యత తగ్గుచు, చివరనున్నవి కరుగనేకరుగవు.



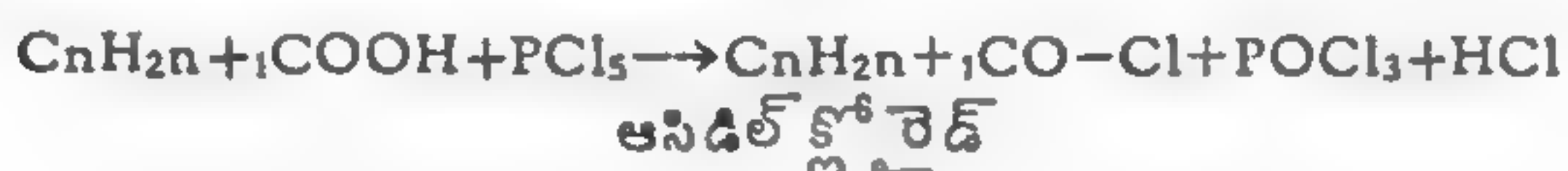
## కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లు

రాసాయనిక ధర్మములు : ఈ ఆమ్లములలో నున్న, కార్బాక్సిల్ గణమునందుగల హైడ్రోజన్ పరమాణువు నకు బదులుగా ఏకయోజనీయధాతువు ఆదేశముగా వచ్చినచో కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ యొక్క ధాతులవణములు ఏర్పడును. ధాతువుకు బదులుగా ఆల్కిల్ గణము ( $C_nH_{2n+1}$ ) ఆదేశముగా వచ్చినపుడు ఎస్టర్లు ఏర్పడును.

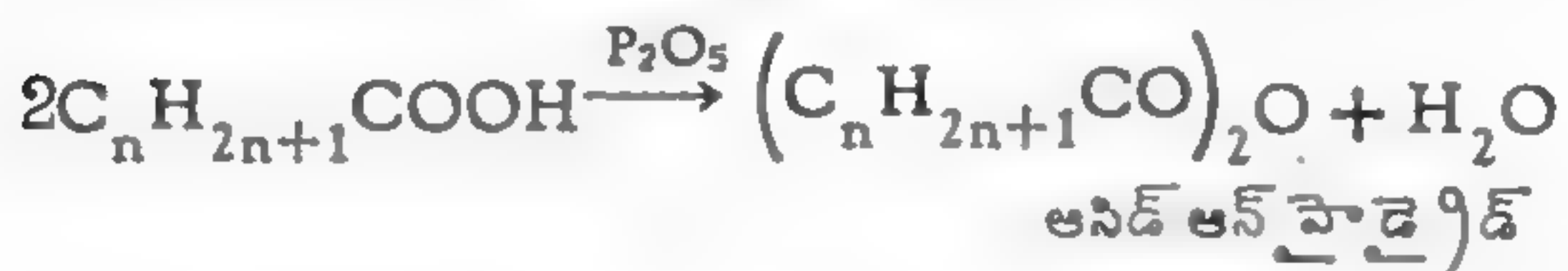


కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్ల యందుండు హైడ్రాక్సిల్ (OH) గణము, మిక్కిలిరాసాయనిక ప్రవృత్తికలది. Cl,  $NH_2$  వంటి పరమాణువులచేగాని, పరమాణుకూటములచేగాని తొలగించబడును.

ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ చర్యవలన OH గణము క్లోరిన్ చే ఆక్రమించబడును :



కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్ను నీటిని పీల్చెడిద్రవ్యములు ఆన్ హైడ్రైడ్లుగా అనగా నిర్జలములుగా మార్చును.



కార్బాక్సిల్ గణము ఉచితపరిస్థితులలో  $CO_2$  వాయువును విడిచిపెట్టి, అందున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఆల్కిల్ గణముతో కలిసి పారఫిన్ హైడ్రో కార్బన్ ఏర్పడును (చూ. హైడ్రోకార్బన్లు).



ఈ ప్రక్రియకు వికార్బానికరణము అనిపేరు.

ఫార్మిక్ ఆసిడ్ : సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ చూర్ణమును ఎనిమిది వాతావరణముల ఒత్తిడిలోనున్న కార్బన్ మోనాక్సైడ్తో కలిపి వేడిచేయుటవలన సోడియమ్ ఫార్మేట్ లభించును. ఈ వద్దతి పారిశ్రామికముగా ముఖ్యమైనది. మెథిల్ ఆల్కహాల్ కార్బన్ మోనాక్సైడ్ నుండి చౌకగా తయారగును. కనుక ఇటీవల మెథిల్ ఆల్కహాల్ యొక్క ఆక్సీకరణముకూడ ఫార్మిక్ ఆసిడ్ రచనకు చాల ప్రధానమైన ప్రక్రియగా పరిణమించినది.

గుణములు : కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లలోనెల్ల ఫార్మిక్ ఆసిడ్ చాల బలమైనది. గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్తో వేడి

చేసినపుడు నీటినికోలుపోయి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ గా మారును. ప్రబలఆక్సిహర ద్రవ్యమగుటవలన సిల్వర్ నైట్రేట్ నుండి ధాతువును వేరుచేయును.



వస్త్రములకు రంగువేయుటకు వర్ణబంధకముగా వాడుకలో ఉన్నది. దీనికి సూక్ష్మజీవినాశకగుణ ముండుటచే, ఫలరసములు చెడిపోకుండ ఉంచుటకు దీనిని కలుపుదురు.

ఆసిటిక్ ఆసిడ్ : సిరకా లేదా సెనగపులుసులో ఇది ముఖ్యమైనద్రవ్యము. సారాయిని పులియబెట్టి సిరకాను తయారుచేయుదురు :

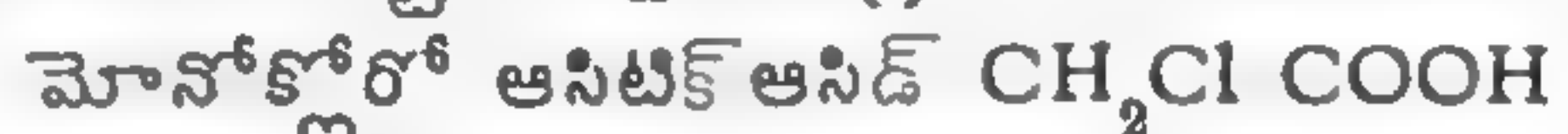
సిరకాచేయు విధానము : ఆల్కహాల్ ద్రావణమును పొదుగైన తొట్టెలలోనికి బిందువులుగాపడునట్లు చేయుదురు. ఆ తొట్టెలలో అమర్చిన - అరలపైని సిరకాలో ముంచిన కర్రముక్కల ఉంచుదురు. దీనిమూలమున ఆల్కహాల్ ను సిరకాగా మార్చునట్టి పులియుప్రక్రియకు ఆవశ్యకమగు సూక్ష్మజీవులు విరివిగా తయారగును. తాపక్రమమును  $30^\circ\text{C}$  వద్ద నిలిపి తొట్టెలలోనికి క్రిందినుండి గాలిని మీదికి ప్రవహింపజేయుదురు. ఇట్టిప్రక్రియ వారము, పదిరోజులవరకు సాగించుదురు. ఈ ప్రక్రియలో ఆల్కహాల్ సూక్ష్మజీవినంపర్కమువలన గాలిలోనున్న ఆక్సిజన్ చే ఆక్సీకరించబడును.



ఇదిగాక పై రోలిగ్నన్ ఆసిడ్ నుండికూడ దీనిని తయారు చేయవచ్చును. (చూ. ఆల్కహాల్లు : మెథిల్ ఆల్కహాల్ పు. 191). నేటి మరియొక ముఖ్యమైన రచనావిధానము నందు కాల్షియమ్ కార్బైడ్ నుండి లభించునట్టి ఆసిటిలిన్ వాయువు ముడిద్రవ్యము. ఆసిటిలిన్ రాసాయనికముగా జలముతో కూడి ఆసిటాల్డిహైడ్ ను ఇచ్చును. దానిని ఆక్సిహరించుటవలన ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడును.

భౌతికగుణములు : స్వచ్ఛమైనఆమ్లము. తీక్షణమైనవాసన గలిగి తేటగానుండు ద్రవము. నిర్జలాప్లము  $16.7^\circ\text{C}$  వద్ద గడ్డకట్టును. ఈ గడ్డను కరగించగా వచ్చిన శుద్ధమైన ఆమ్లమునకు గ్లేషియల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ అని పేరు (క్వథనాంకము  $118^\circ\text{C}$ ).

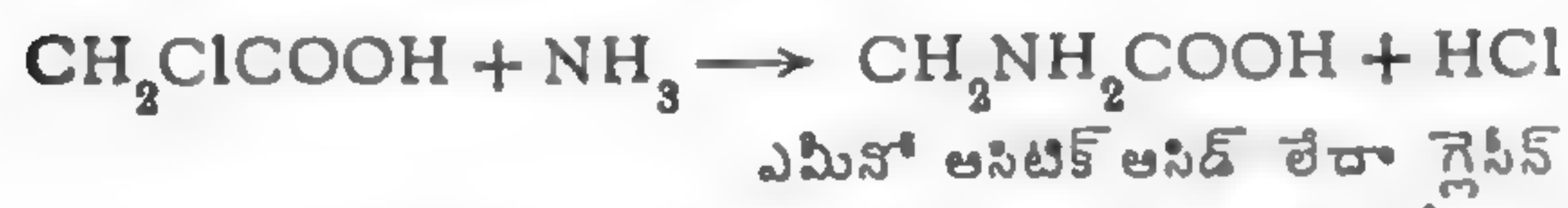
రాసాయనిక ధర్మములు : ఏక కార్బాక్సిల్ గణముకలదై ఊరములతోను, ధాతుఆక్సైడ్లతోను నీటిలో కరిగెడి స్వభావముగల ఆసిటేట్లను ఇచ్చును. మరుగుచున్న ఆమ్లములోనికి క్లోరిన్ పంపినచో ఆమ్లమును ప్రవేశించిన క్లోరిన్ రాశినిపట్టి వేర్వేరు ఆమ్లములు లభించును.



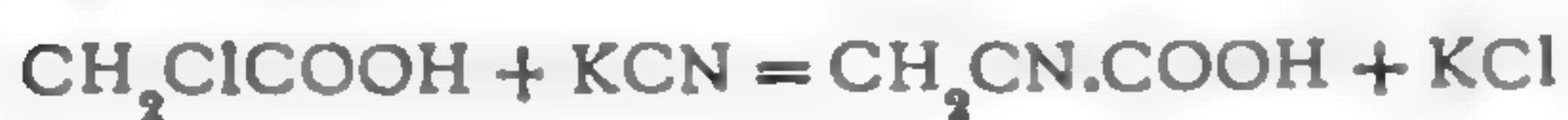


ప్రైక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్  $\text{CCl}_3\text{COOH}$

ఈ క్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్లు ఆసిటిక్ ఆసిడ్ కన్న చాల బలవత్తరమైనవి; చాల చురుకైనవి. మోనోక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ పై అమోనియాచర్యవలన క్లోరీన్ స్థానమును  $\text{NH}_2$  గణము ఆక్రమించును.



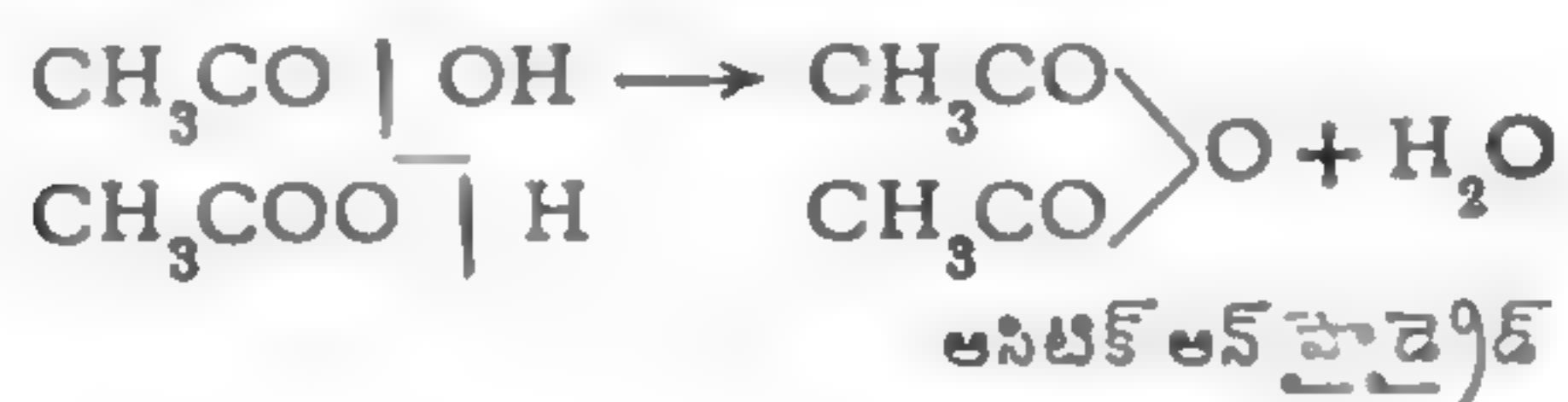
మోనోక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ పై పొటాసియమ్ సైనైడ్ చర్యవలన సైనోఆసిటిక్ ఆసిడ్ తయారగును.



పారిశ్రామికముగా ఉపయోగించుకొనియమ్, కావర్, లెడ్ ఆసిటేట్ లను తయారుచేయుటయందు ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ముఖ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది. పి. సూ. ప్ర. రా.

కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు : కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ నుండి వ్యుత్పన్నములుగా భావించతగ్గ యాగికములు నాలుగు ప్రధానవర్గములుగా ఉన్నవి. 1. ఆన్ హైడ్రైడ్లు, 2. ఆసిడ్ క్లోరైడ్లు, 3. ఆసిడ్ ఎస్టర్లు, 4. ఎస్టర్లు.

ఆన్ హైడ్రైడ్లు : ఆమ్లముల నుండి నీటిని తొలగించగా లభ్యమగు యాగికములకు ఆన్ హైడ్రైడ్ లని పేరు.



ఆమ్లము యొక్క సోడియమ్ లవణముతో, దాని క్లోరైడ్ ను వేడిచేయుటవలన ఆన్ హైడ్రైడ్ లభించును :



ఈ యాగికములలో మీదివి ద్రవములు; క్రిందివి ఘనములు.

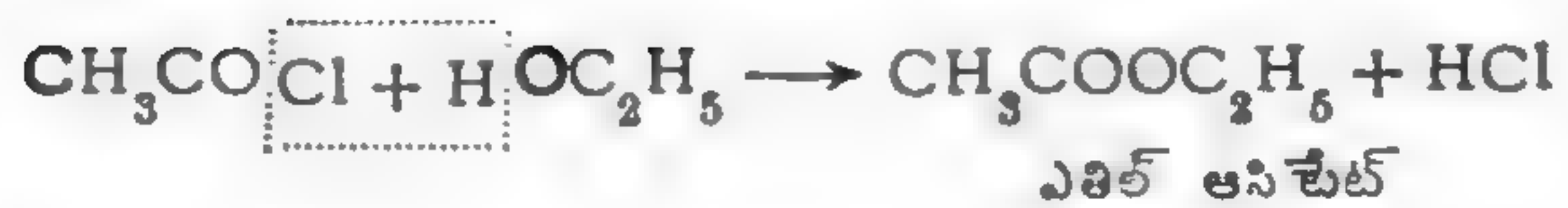
ఆసిడ్ క్లోరైడ్లు : నీటి సామాన్యసాంకేతికము :



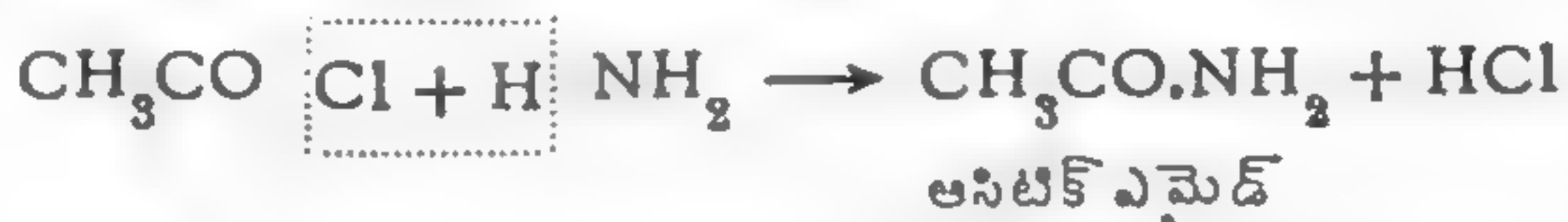
ఆమ్లములపై ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ యొక్క చర్యవలన నీటిని తయారుచేయవచ్చును :



ఇవి రంగులేనిద్రవములు. నీటితో చేర్చినపుడు విశ్లేషించి ఆమ్లము, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లముల క్రింద విడిపోవును. ఆల్కహాల్ లతో ఎస్టర్లు లభ్యమగును.



అమోనియాతో ఆసిడ్ ఎస్టర్ లను ఇచ్చును.

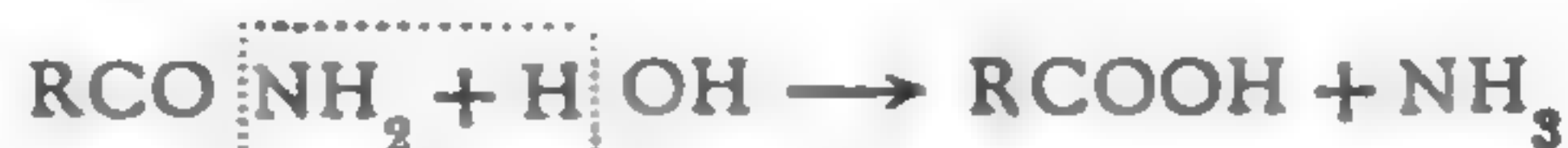


ఆసిడ్ ఎస్టర్లు ( $\text{R.CO.NH}_2$ ) : ఆసిడ్ క్లోరైడ్ పై అమోనియాచర్యవలన ఏర్పడును :

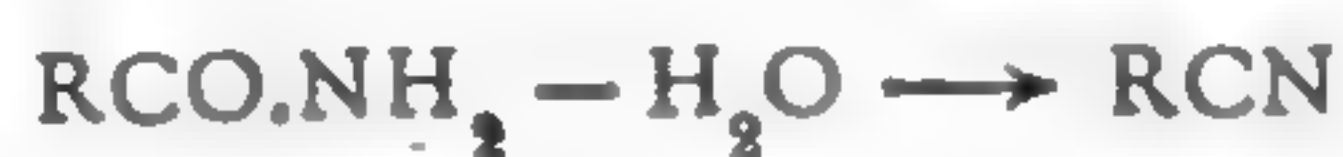
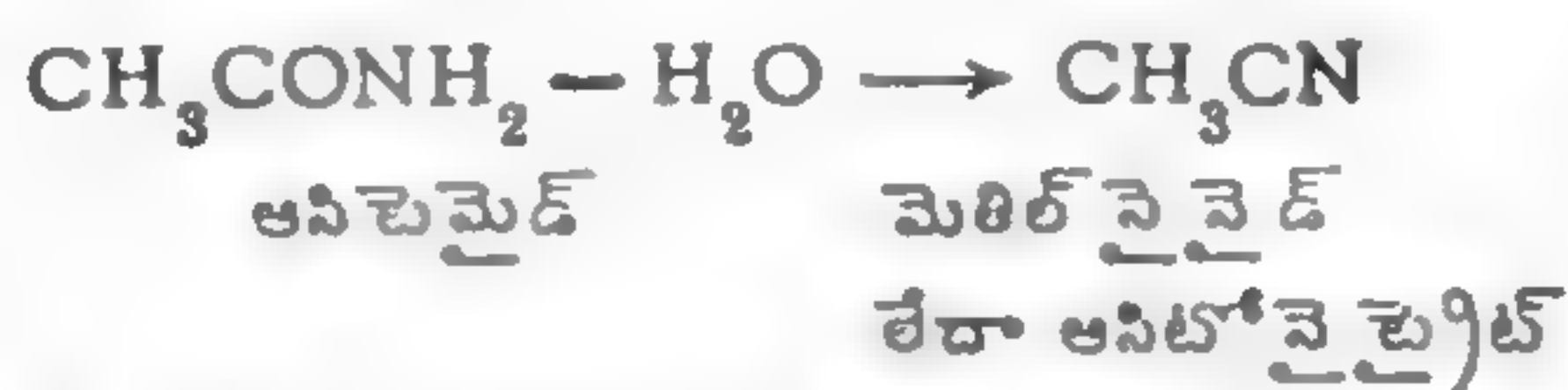


ఒక్క ఫార్మామైడ్ తప్ప తక్కిన ఎస్టర్ లన్నియు స్పటిక ఘనద్రవ్యములు.

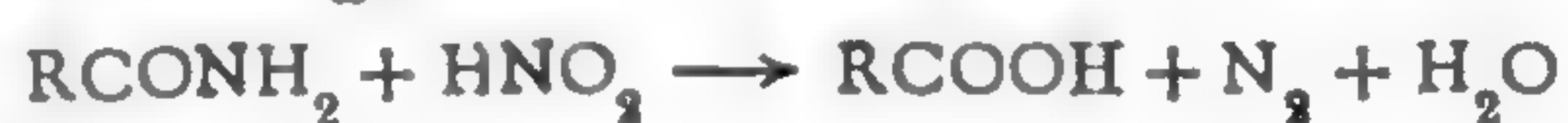
నీటిని సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణముతో వేడి చేసినపుడు జలవిశ్లేషణము జరిగి ఆమ్లము, అమోనియా ఏర్పడును :



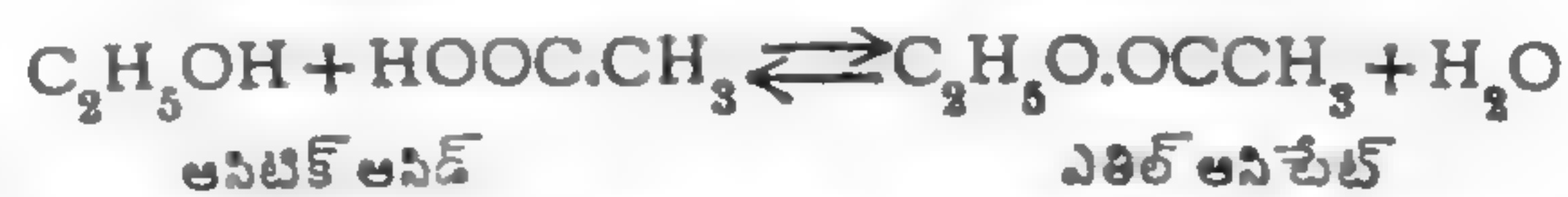
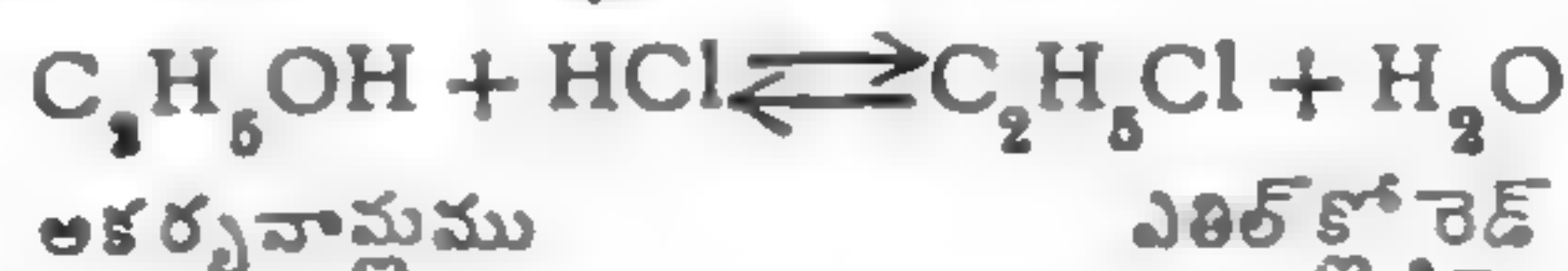
జలవిసర్జనవలన నైట్రైల్ లు లేదా సైనైడ్ లు ఏర్పడును :



నైట్రస్ ఆసిడ్ చర్యవలన ఆమ్లము, నైట్రోజన్ వాయువు ఏర్పడును.



ఎస్టర్లు : అకర్పనరాసాయనికశాస్త్రమందు ఆమ్లముల, లవణాధారముల పరస్పర తటస్థీకరణమువలన లవణములు ఎట్లు సిద్ధించునో అట్లే కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ లచే గాని, అకర్పనామ్లములచేగాని ఆల్కహాల్ లను తటస్థీకరించినపుడు ఎస్టర్లు లభ్యమగును. ఈ తటస్థీకరణమునకు 'ఎస్టరీకరణ'మని పేరు. ఈ ప్రక్రియ సాధారణముగా పూర్తిగా సాగదు. ఏలిన ఎస్టరీకరణప్రక్రియ కొంత వరకు సాగిన తరువాత, దానికి ఎదిరిప్రక్రియయగు జల విశ్లేషణము ప్రారంభమై, కొంతకాలమైన తరువాత రెండు ప్రక్రియలును సమతాస్థితికి చేరును.



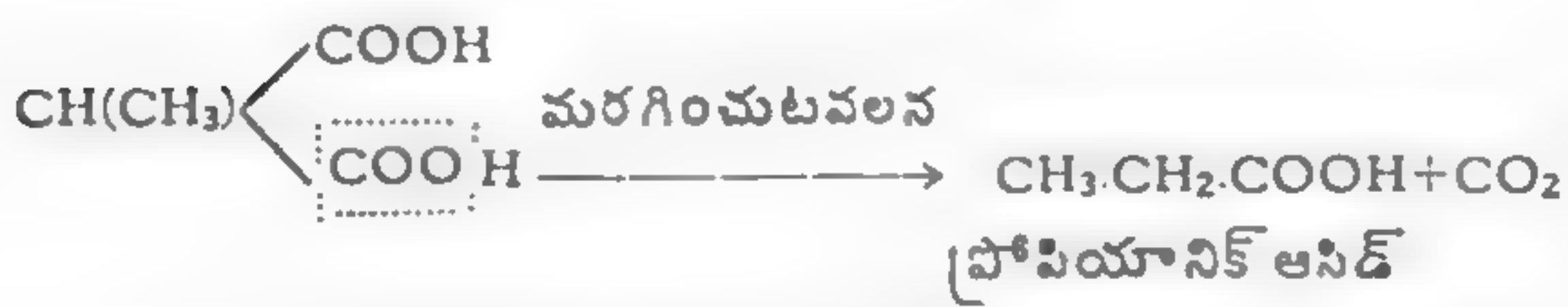
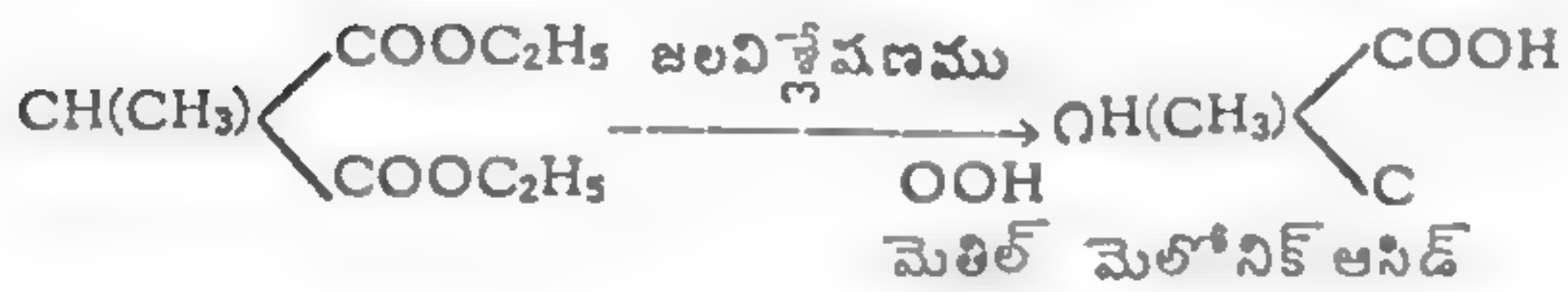
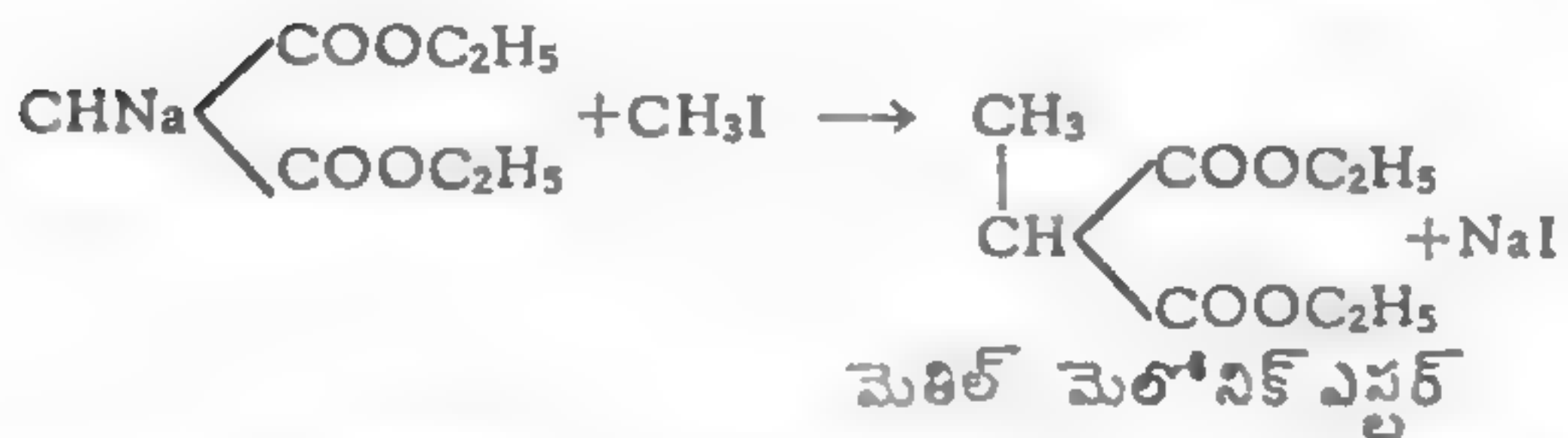
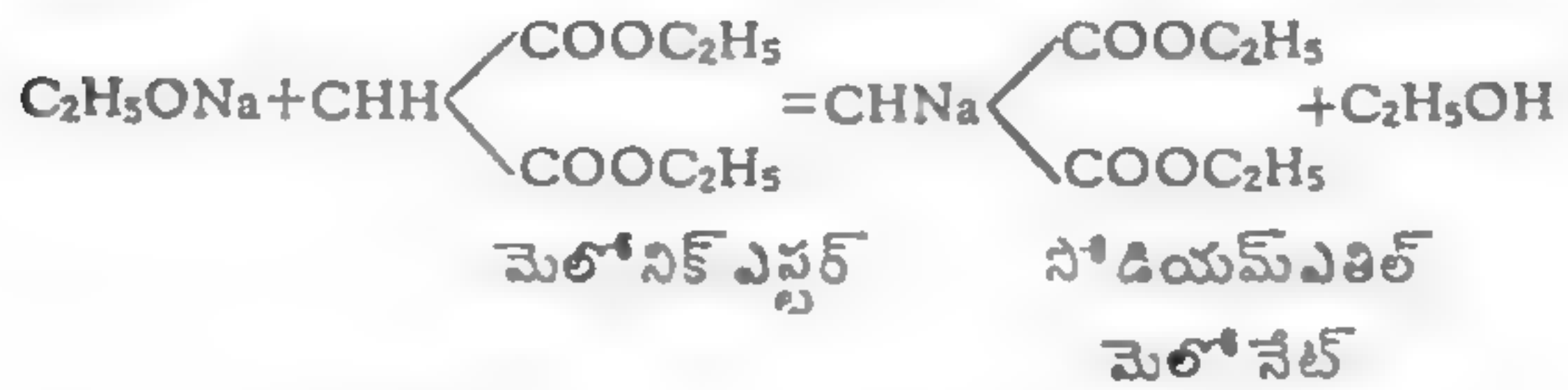
శీతలపరిస్థితిలో ఈ సమతాస్థితి సంభవించుటకు కొన్ని రోజులు పట్టును. వేడిచేసినచో ఎస్టరీకరణము చురుకుగా



276



ఈ సంయోజన విధానము కేవల మెథోనిక్ ఆసిడ్ తో జరుగదు ; దాని డైఎథిల్ ఎస్టర్ తో సాధించవలెను. పలన ప్రత్యేకాష్టుముతో ఏదేని రాసాయనిక ప్రక్రియను జరిగించినప్పుడు అది రాసాయనికముగా విడిపోవును. కార్బన్ శాస్త్రమందు ఈ సంయోజనప్రకరణమునకు మెథోనిక్ ఎస్టర్ సంయోజన మని పేరు. క్రింది ఉదాహరణము వలన ఈ ప్రక్రియ విశదమగును :



ఇట్లు సంయోజనీయప్రక్రియలకు వీలిచ్చు చురుకైన మెథిలిన్ గణము ( $-\text{CH}_2-$ ) ఆసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్ నందుకూడ కలదు.

త్రిపదాష్టుములు : కేవల త్రిపదాష్టుము లంతగా ముఖ్యమైనవి కావు. నిమ్మ, దబ్బ జాతుల పండ్లలోనుండు పులుపు రసమునకు కారణమగు సిట్రికాష్టుము హైడ్రాక్సిగణము గల త్రిపదాష్టుము.

అనంతప్ర ఏకపదాష్టుములు : వీటిలో మొదటివి ఆక్రిలిక్ ఆసిడ్ ( $\text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{COOH}$ ), క్రోటానిక్ ఆసిడ్ ( $\text{CH}_3\text{CH} : \text{CH} \cdot \text{COOH}$ ). ఆష్టుములను రచించు మామూలుపద్ధతులను ఉపయోగించి వీటిని తయారుచేయవచ్చును. ఈ శ్రేణికి చెందిన ఒలిక్ ఆసిడ్ సాధారణముగా మనము వాడు నువ్వులు, ఒలిశల, కొబ్బరి, బాదము, ఆలిపు మొదలగు నూనెలలో ఉండును. దీని సాంకేతికము :



అనంతప్ర ద్విపదాష్టుములు : ఎథిలిన్ ( $\text{CH}_2 : \text{CH}_2$ ) నుండి వ్యుత్పన్నమైన మెలియిక్, ఫ్యుమేరిక్ ఆష్టుములు ముఖ్యమైనవి. ఈ రెండింటి అణుసాంకేతిక మొక్కచే  $(\text{CH})_2(\text{COOH})_2$ . ఇవి రెండును జ్యామితీయ సమాంగతాసంఘటనకు తొలిఉదాహరణములగుటచే వీటి గుణములచర్య కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రమందు పెల్లుగా పెరిగినది (చూ. జ్యామితీయసమాంగరూపత).

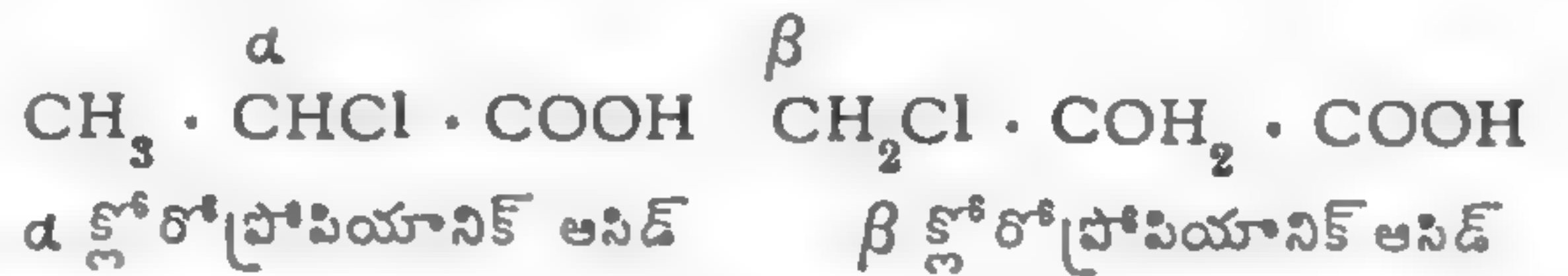
ప్రతిస్థాపిత కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ : కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ యొక్క చివర నుండు కార్బాక్సిల్ గణమునకు వరుసగా వెనుక నుండు పల్కిల్ గణము యొక్క హైడ్రోజన్ స్థానమునందైనను, హేలోజన్, హైడ్రాక్సి (OH), ఎమీనో గణములు వచ్చిన ఆ ఆష్టుములకు ప్రతిస్థాపితఆష్టుములని పేరు. వీటిలో ప్రధానవర్గములు : 1. హేలోజన్ ఆసిడ్లు ; 2. హైడ్రాక్సిఆసిడ్లు ; 3. ఎమీనోఆసిడ్లు.

ఉదాహరణము - ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నుండి వ్యుత్పన్నమైన :

1. మోనోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ( $\text{CH}_2\text{Cl} \cdot \text{COOH}$ )
2. హైడ్రాక్సిఆసిడ్ ( $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{COOH}$ )
3. ఎమీనోఆసిడ్ ( $\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{COOH}$ )

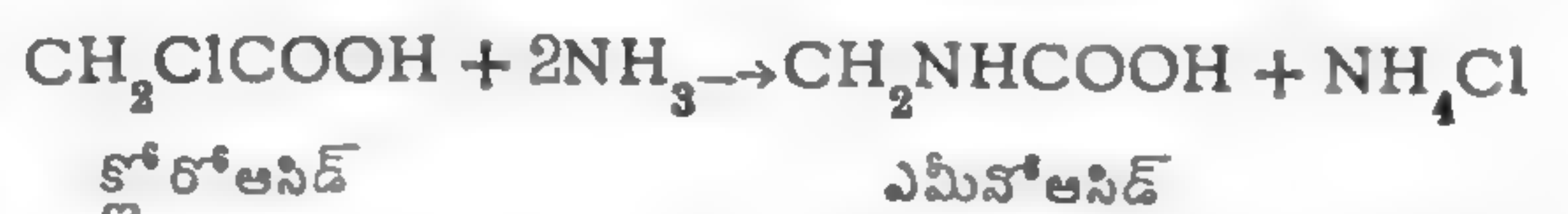
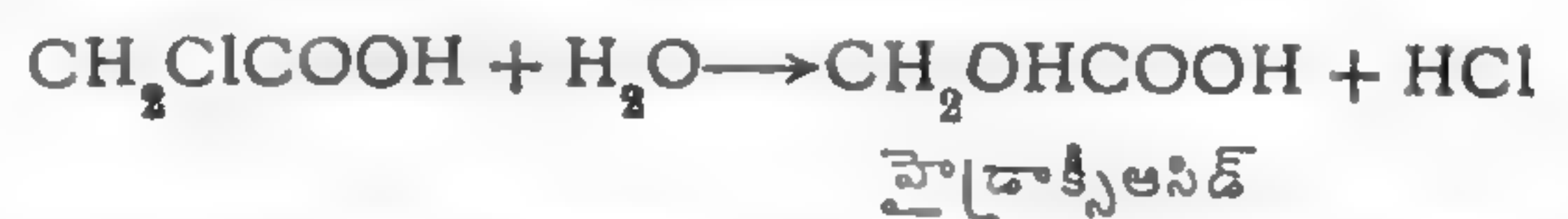
ఆదేశముగా వచ్చిన గణము కార్బాక్సిల్ గణమునకు సాపేక్షముగా తీసికొన్నస్థానమునుబట్టి, ఈ ప్రతిస్థాపిత యోగికములకు  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  - ప్రతిస్థాపిత ఆష్టుములని పేరు.

హేలోజన్ ప్రతిస్థాపితయోగికములు : ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్ లో COOH గణముకాక  $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2$ , అను రెండు ఆల్కిల్ గణములుండుటచే రెండుభిన్నప్రతిస్థాపన స్థానములు ఉన్నవి. వీటి కనుగుణముగ రెండు మోనోక్లోరోప్రోపియానిక్ ఆసిడ్లు కలవు.



క్లోరోఆసిటిక్ ఆసిడ్ ను రచించు విధానములోవలె హేలోజన్ ని ఆష్టుముతో ప్రత్యక్షసంపర్కమునకు తెచ్చినపుడు హేలోజన్ పరమాణువు ఎప్పుడును ఆష్టుణు రచనలో  $\alpha$  - స్థానమునే తప్పక స్వీకరించును.  $\beta$  - ప్రతిస్థాపిత ఆష్టుములను తయారుచేయవలెననిన విశేష విధానములను ఉపయోగించవలెను.

ఈ హేలోజన్ ప్రతిస్థాపితాష్టుములు, హేలోజన్ ప్రతిస్థాపిత హైడ్రోకార్బన్ లవలె చాల చురుకైనవి. తక్కిన వర్గములకుచెందిన ప్రతిస్థాపితాష్టుములను రచించుటకు ఇవి మొదటి ద్రవ్యములుగా ఆచరించును.



హైడ్రాక్సి ఆసిడ్లు : కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ నందుండు ఆల్కిల్ గణములకు చెందిన హైడ్రోజన్ యొక్క స్థాన



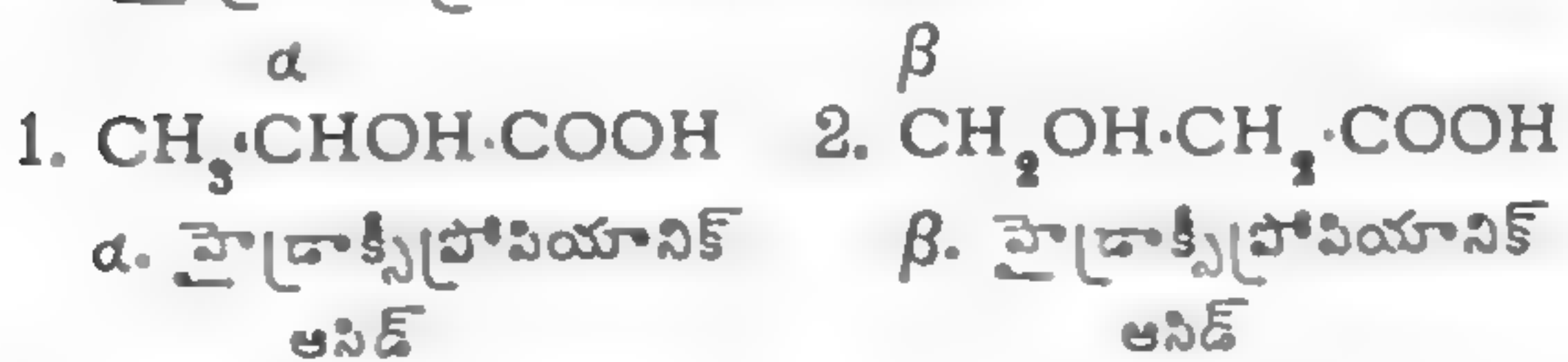
కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ పుష్కన్నములు

మును హైడ్రాక్సిల్ గణము (OH) ఆక్రమించినచో, హైడ్రాక్సిఆసిడ్లు ఏర్పడును.

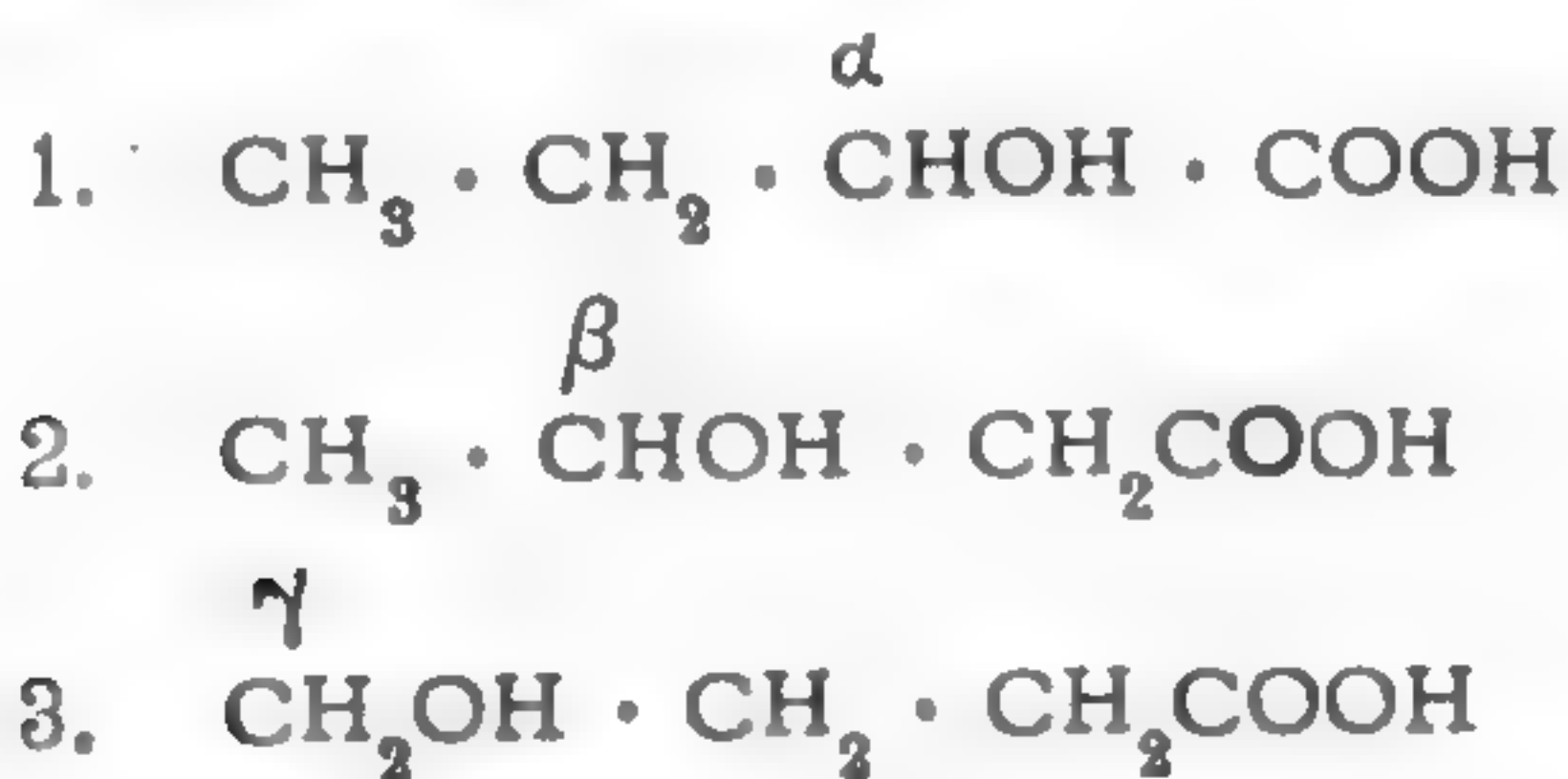


ఒకే అణుసాంకేతికముగల ఆమ్లమందు కార్బాక్సిల్ గణమునకు సాపేక్షముగా హైడ్రాక్సిల్ గణముయొక్క స్థానము భేదించుటచే ఈ ఆమ్లముల సమాంగరూపములు ఏర్పడును.

హైడ్రాక్సి ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్లు.



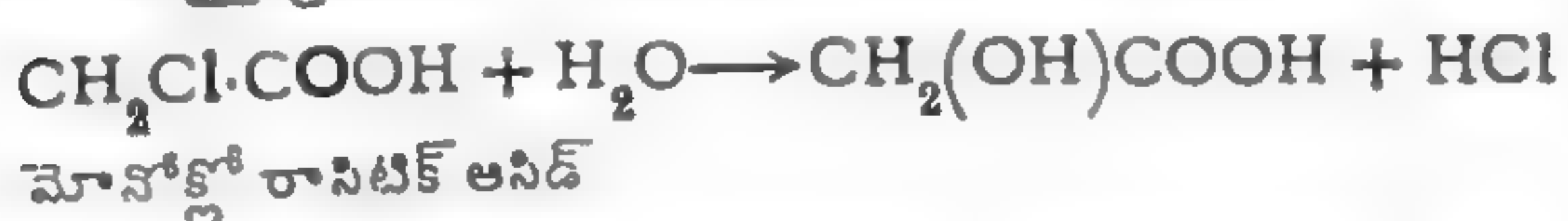
హైడ్రాక్సిబూటిరిక్ ఆసిడ్లు:



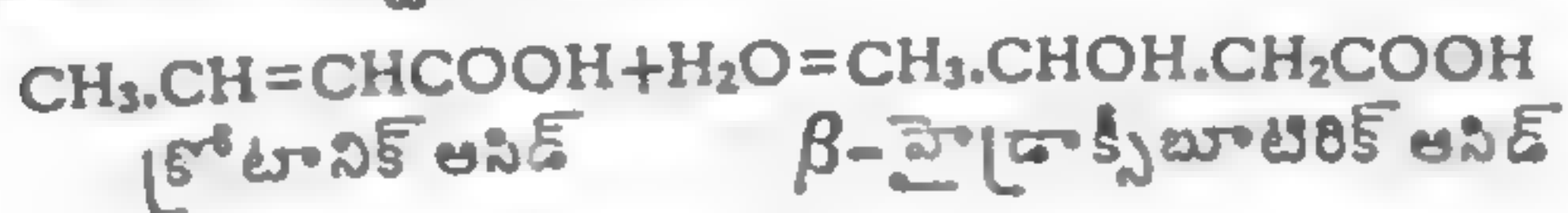
రచనావిధానములు: హేలోజన్ ప్రతిస్థాపిత కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లను నీటితో మరగించుటచే, హేలోజన్ స్థాన



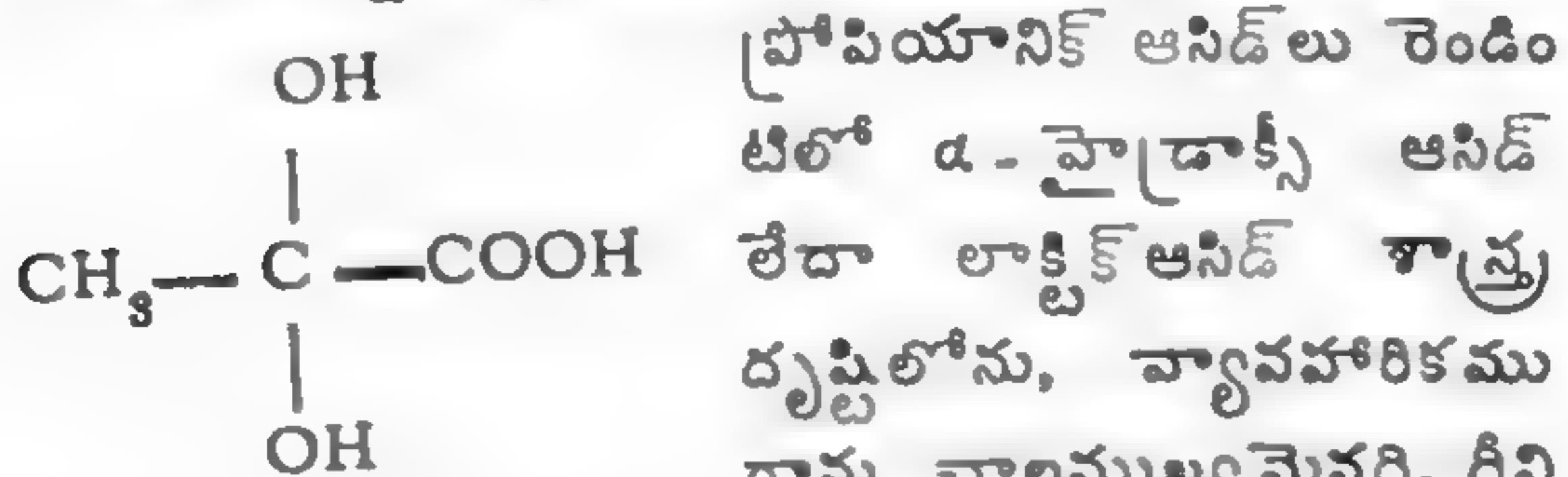
మన హైడ్రాక్సిల్ గణము ఆదేశముగా వచ్చును.



అసంతృప్తకార్బాక్సిల్ ఆసిడ్లకు నీటిని చేర్చుటవలన నీటిఅణువులోనున్న H, OH భాగములు ద్విబంధమునకు ఈవలావల సద్దుకొనును.



హైడ్రాక్సిలిక్ ఆసిడ్లు ప్రకృతిలో అచటచట దొరుకును. గ్లైకోలిక్ ఆసిడ్ ద్రాక్ష కాయలలో ఉండును. దీనినిటీవల బట్టలలద్దకములపై వాడుచున్నారు. హైడ్రాక్సి



అణురచనయందు అసౌష్ఠ్యవకార్యవరమాణువులు ఉండు

టచే కలిగిన దీని కాంతిచైతన్యగుణమువలన సిద్ధాంతమందు దీనికి విశిష్టస్థానము కలదు.

పాలయందుండు పాలవంచదార బేసిలస్ లాక్టస్ ఆసిడ్ అను సూక్ష్మజీవుల ప్రభావమువలన లాక్టిక్ ఆసిడ్ గా పులియును; మజ్జిగపులుపు దీనివలన వైనదే. ఇదికాక గ్లూకోస్, మాల్టోస్లు (పంచదార) బేసిలస్ డెల్ బ్రీకి వలన లాక్టిక్ ఆసిడ్ గా మారును.

ఎమీనో ఆసిడ్: కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లందున్న ఆల్కిల్ గణమునకు చెందిన హైడ్రోజన్ యొక్క స్థానములో ఎమీనో ( $-\text{NH}_2$ ) గణము వచ్చినచో, ఎమీనో ఆసిడ్లు ఏర్పడును. హైడ్రాక్సిలిక్ ఆసిడ్లకువలె వీటికికూడ హేలోజన్ ప్రతిస్థాపితకార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ లే ముడియొగికములు.



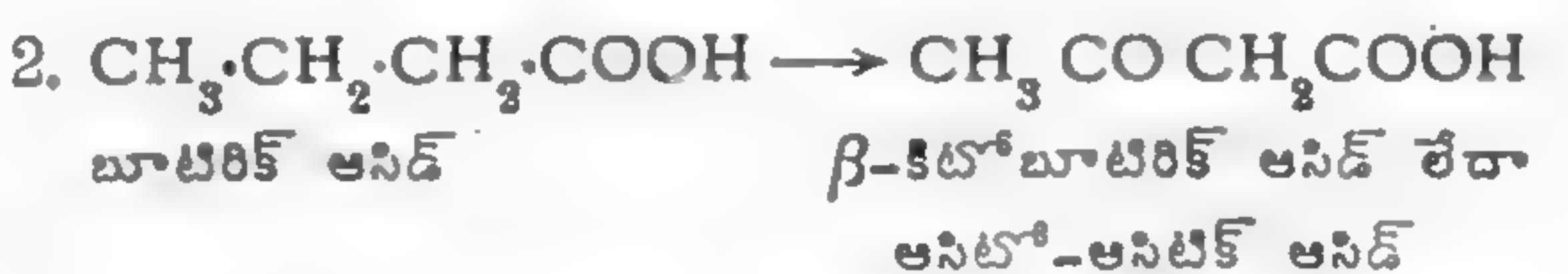
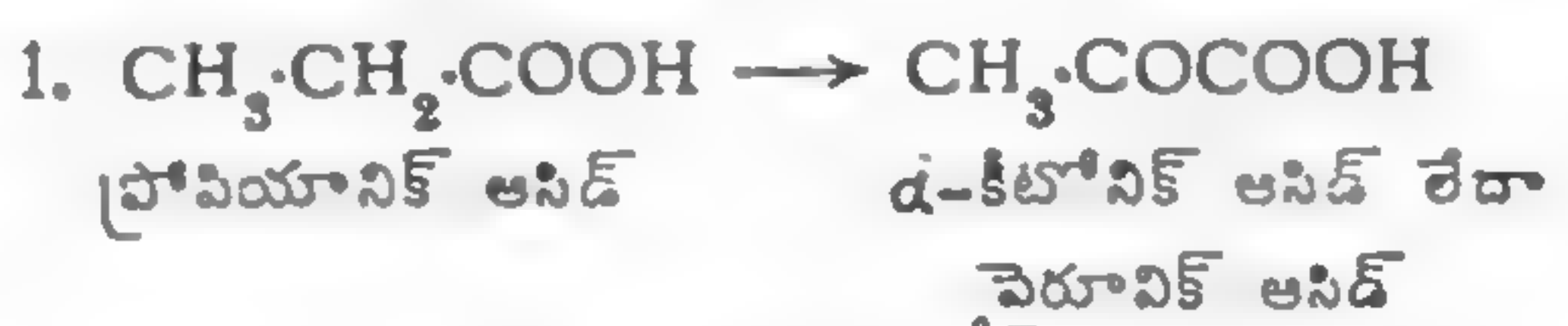
మోనోక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్      ఎమీనో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ లేదా గైసిన్ (గ్లైకోకోల్)

స్ప్రెకర్ సంయోజనవిధానము: ఆల్డిహైడ్లు హైడ్రోజన్ సైనైడ్ (HCN)తో సంయోగించునపుడు లభ్యమగు ఆల్డిహైడ్ సైనోహైడ్రైడ్లను అమోనియా చర్యవలన ఎమీనో ఆసిడ్లుగా మార్చవచ్చును:



ప్రకృతిలో ఎమీనో ఆసిడ్లకుగల ప్రాధాన్యము జంతు శరీరపోషణకు అత్యంతావశ్యకమైన ప్రోటీన్లతో (చూ. ప్రోటీన్లు) వీటికిగల సంబంధము వలన వచ్చినది.

కీటోనిక్ ఆసిడ్: కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ యొక్క సాంకేతిక మునందు మధ్యనుండు  $\text{CH}_2$  గణముయొక్క స్థానమును కార్బోనిల్ (CO) గణము ఆక్రమించగా వచ్చిన ప్రతిస్థాపిత ఆమ్లములుగా కీటోనిక్ ఆసిడ్ భానించవచ్చును. ఏకవచాస్లుగుణములను, కీటోన్ గుణములను కూడ ఈ ఆమ్లములు కనవచ్చును.



వీటిలో మొదటియొగికము టార్టారిక్ ఆసిడ్ను స్వేదించుట వలన లభించును. ఇది అంతముఖ్యమైనది కాదు. రెండవదియగు ఆసిటోఆసిటిక్ ఆసిడ్ను దాని

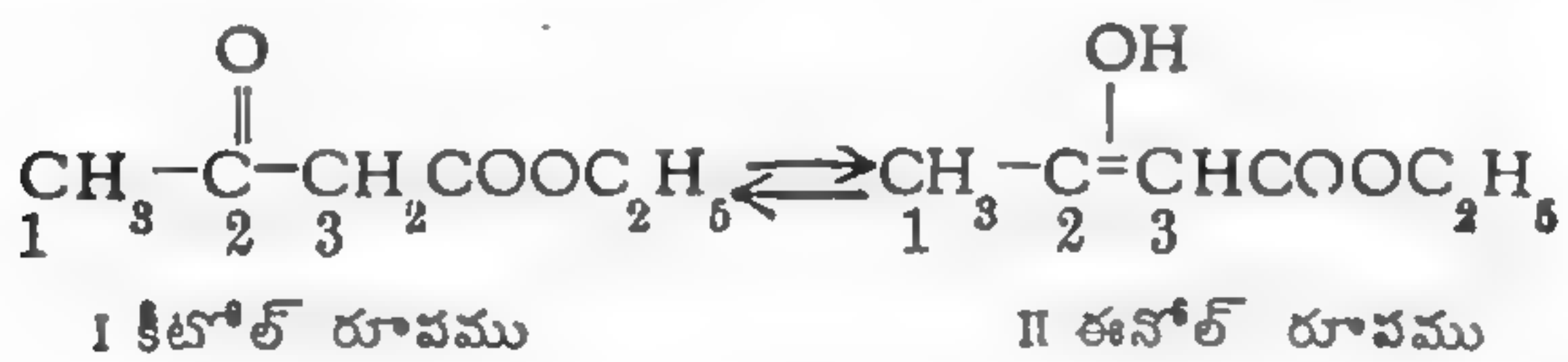


ఎతిల్ ఎస్టర్ ( $\text{CH}_3\text{CO}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOC}_2\text{H}_5$ ) రూపమున సులభముగా తయారుచేయ వచ్చును.

అసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్ : గాఢ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ తో చేర్చిన ఎతిల్ ఆసిటేట్ ద్రవముపై తీగరూపముననున్న సోడియమ్ ధాతువుచర్య వలన అసిటోఆసిటిక్ ఆసిడ్ ఎస్టర్ ను తయారుచేయ వచ్చును. ఈ ద్రవమిశ్రమును నీచప్రేషములో స్వేదించినచో ఎతిల్ ఆసిటోఆసిటేట్ సంగ్రహకములో చేరును. ఈ ప్రక్రియకు క్లెయిసన్ ప్రక్రియ అని పేరు.

గుణములు : అసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్ ఆపిల్ ఫలము వాసనగల ద్రవద్రవ్యము (కృతనాంకము  $181^\circ\text{C}$ ).

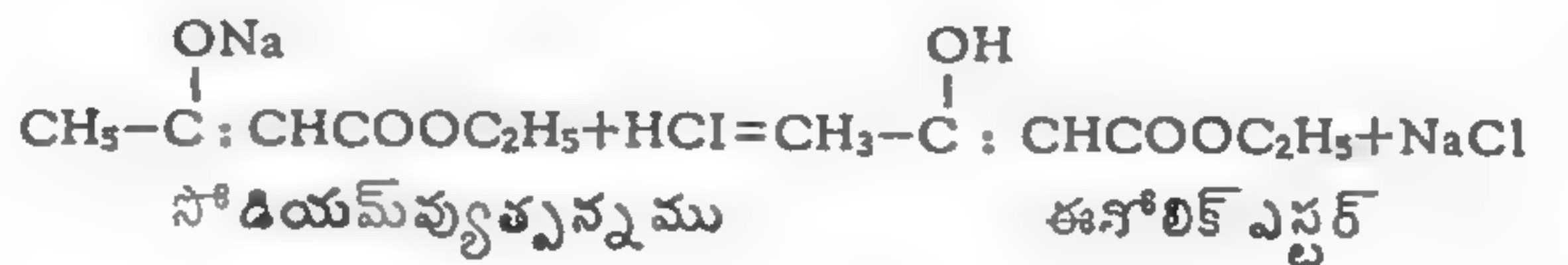
ఇతర ద్రవ్యములతో రాసాయనిక మార్పును చెందు సందర్భమున, ఈ ఎస్టర్ కీటోన్ వలెను, హైడ్రాక్సీ యోగికమువలెను కూడ ఆచరించును. ఆక్సిమ్ ను ఇచ్చుటలో కీటోన్ స్వభావమును చూపును. ఫెరిక్ క్లోరైడ్ తో ఊదారంగును ఇచ్చుటలో హైడ్రాక్సీయోగికపు స్వభావమును ప్రదర్శించును. సాధారణ తాపక్రమములో పరస్పరము సమతాస్థితిలోనున్న కీటోల్ రూపము, ఈనోల్ రూపము అను రెండు సమాంగరూపముల మిశ్రము ఈ ఎస్టర్ అని అనుకొనినచో పై ప్రక్రియాఫలములను బోధపరచుకొనవచ్చును.



ఈ పై సమీకరణములో చూపినమార్పు మొదటి యోగికములో మూడవ కార్బన్ పరమాణువుతో కలిసియున్న రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులలో ఒకటి, రెండవ యోగికములలో రెండవ కార్బన్ పరమాణువుతో కలిసియున్న ఆక్సిజన్ పరమాణువులతోచేరి హైడ్రాక్సిల్ గణముగా ఏర్పడినది. ఇచ్చట హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక కార్బన్ పరమాణువునుండి ఇంకొక దానిపైకి చలించినది కనుక, ఈ సంఘటనకు చలాంగరూపత (టాటోమరిజమ్) అనిపేరు (చూ. సమాంగరూపత).

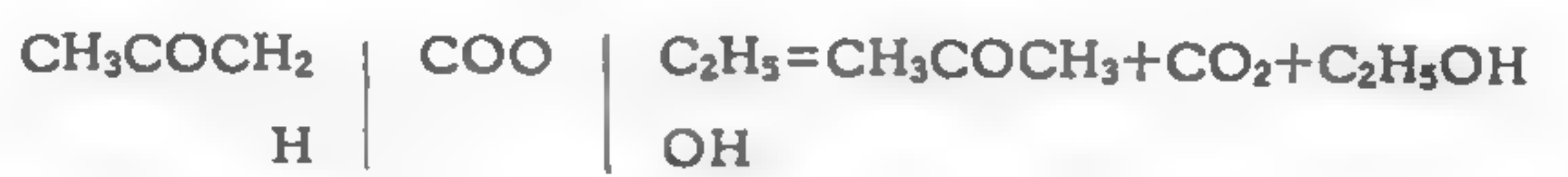
చలాంగరూపతా సంఘటన కారణముగ ఏర్పడినరెండు రూపములను విడదీయుట సాధారణముగా కష్టసాధ్యమైనను, అసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ పట్ల అట్టి పృథక్కరణము వీలైనది. ఈ సౌలభ్యమునకు కారణము, ఈ రెండురూపములమధ్య వినిమయము అల్పతాపక్రమములలో చాల మందముగా జరుగుట. ఎస్టర్ ను  $-78^\circ\text{C}$  కు శీతలీకరించినచో కీటోల్ రూపము స్ఫటికస్థితిలో లభ్యమగును. ఈ

ఎస్టర్ యొక్క సోడియమ్ వ్యుత్పన్నమును పెట్రోలియములో కరిగించి  $-78^\circ\text{C}$  వద్ద నిర్జల హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువు యొక్కచర్యకు గురిచేసినచో ఈనాలిక్ రూపము సిద్ధించును.

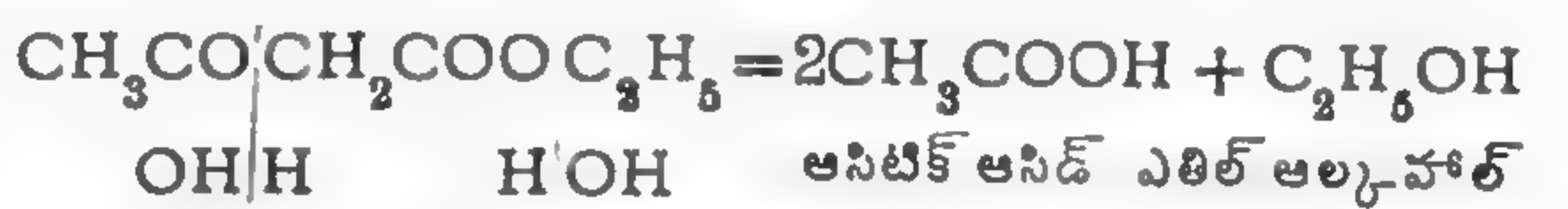


సాధారణ తాపక్రమములలో ఎస్టర్ మిశ్రములో 90% కీటోల్ రూపముండును. మిశ్రముయొక్క అణువక్రీభవన సామర్థ్యమును నిర్ణయించుట వలన కీటో, ఈనోల్ ప్రత్యేక రూపముల రాశి నిష్పత్తిని గణించవచ్చును.

అసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ రెండు విధములగు జలవిశ్లేషణ ప్రక్రియలకు లోనగును. విలీనసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తోగాని, లేదా విలీనజార ద్రావణముతోగాని వేడిచేసినపుడు అసిటోన్, కార్బన్ డైఆక్సైడ్, ఎతిల్ ఆల్కహాల్ అను మూడు యోగికములుగా ఈ ఎస్టర్ విడిపోవును, ఈ ప్రక్రియకు కీటోన్ జలవిశ్లేషణమని పేరు.



గాఢ ఆల్కహాలిక్ పొటాష్ తో జలవిశ్లేషణప్రక్రియను జరిగించినపుడు ఆసిటిక్ ఆసిడ్, ఎతిల్ ఆల్కహాల్ అను రెండు యోగికములుగా విడిపోవును; దీనికి ఆమ్లజల విశ్లేషణమని పేరు.



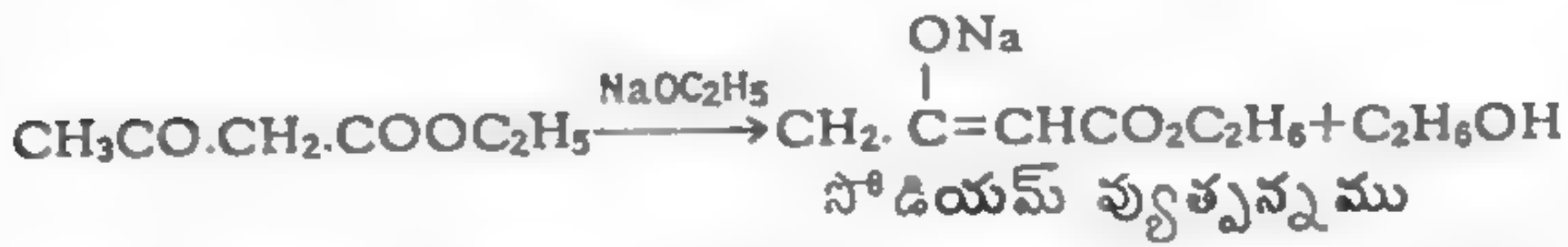
వివిధములగు కీటోన్ లను, ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్ లను సంయోజన పద్ధతిని తయారుచేయుటకు పై రెండు జల విశ్లేషణ ప్రక్రియలు మిక్కిలి ఉపయోగములో ఉన్నవి. ఇట్టి ఉపయోగ్యతకు కారణము ఎస్టర్ లో రెండు కార్బోనిల్ గణములమధ్యనున్న మెతిలీన్ ( $-\text{CH}_2-$ ) గణము యొక్క చురుకుదనము. ఈ మెతిలీన్ గణములోనున్న రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ఒకదాని తరువాత నొకటి సోడియమ్ పరమాణువులచే తొలగించవచ్చును. ఆ తరువాత సోడియమ్ పలురకముల ఆల్కిల్ గణములచే తొలగింపబడునట్లు చేయవచ్చును. దీనివలన మొత్తపుఫలిత మేమన, ఎస్టర్ లో మెతిలీన్ హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములో ఒకటిగాని, రెండుగాని ఆల్కిల్ గణములను ప్రవేశపెట్టవచ్చును. ఈ ఆల్కిల్ వ్యుత్పన్నములను పై చెప్పిన రెండు విధములగు జలవిశ్లేషణ ప్రక్రియలకు గురి



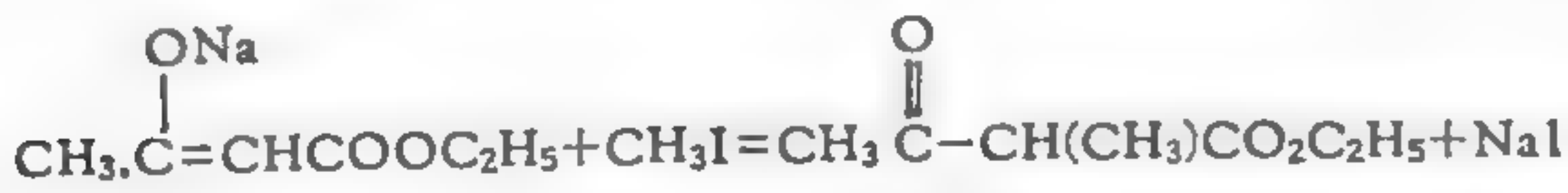
కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ ప్యూర్పన్నములు

చేసినచో ఇచ్చవచ్చిన కీటోన్లను, ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్లను సాధించవచ్చును.

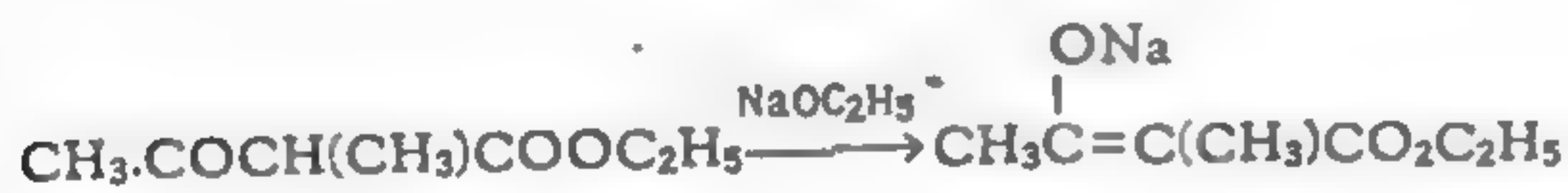
ఆసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్ పై [సోడియమ్ ఎథాక్సైడ్ ( $C_2H_5ONa$ ) రూపములో] సోడియమ్ థామయొక్క చర్యవలన సోడియమ్ ప్యూర్పన్నము ఏర్పడును.



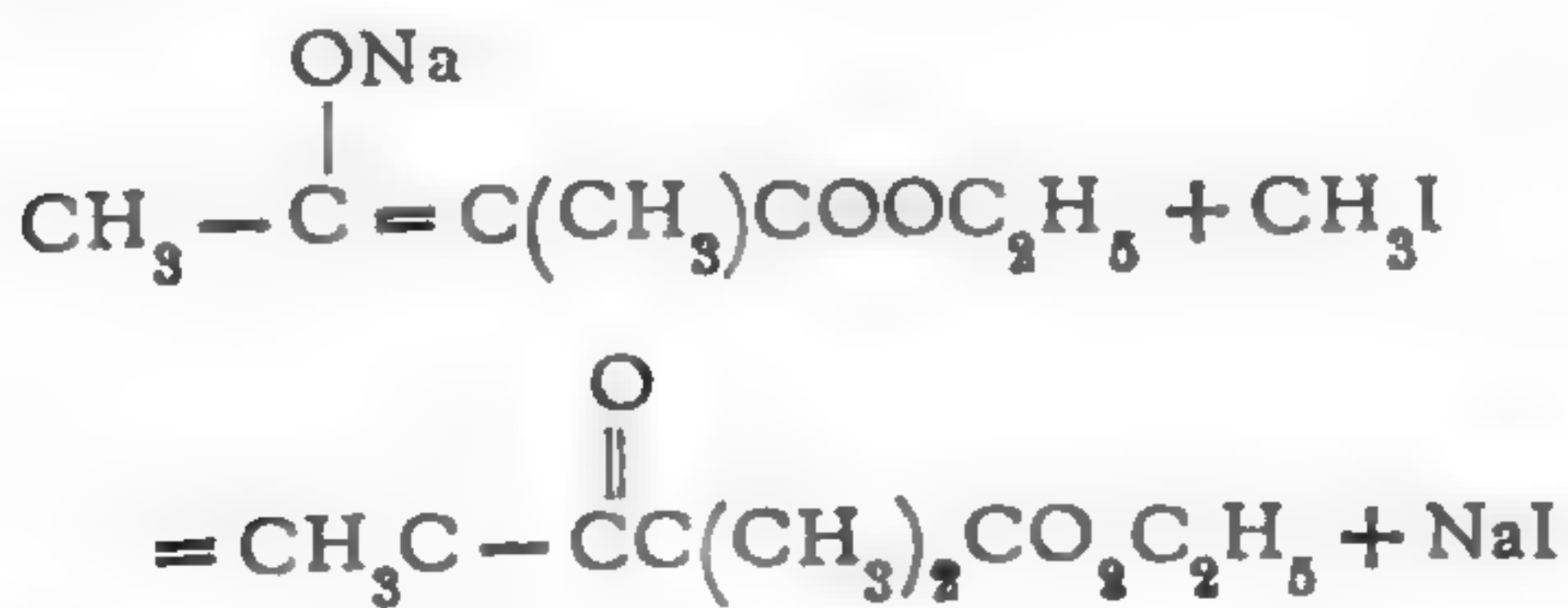
మెథిల్ అయిడైడ్ రూపమున మెథిల్ గణముతో పై సోడియమ్ ప్యూర్పన్నమును సంపర్కమునకు తెచ్చినపుడు మెథిల్ గణమునకు సోడియమ్ తనచోటును ఇచ్చి సోడియమ్ అయిడైడ్ రూపమున తొలగిపోవును.



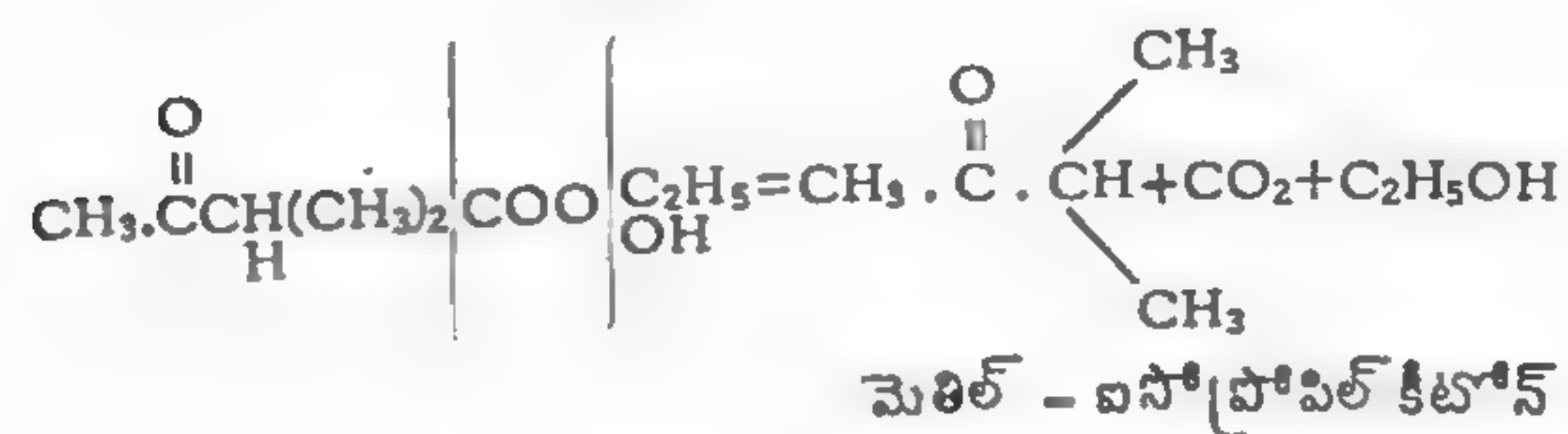
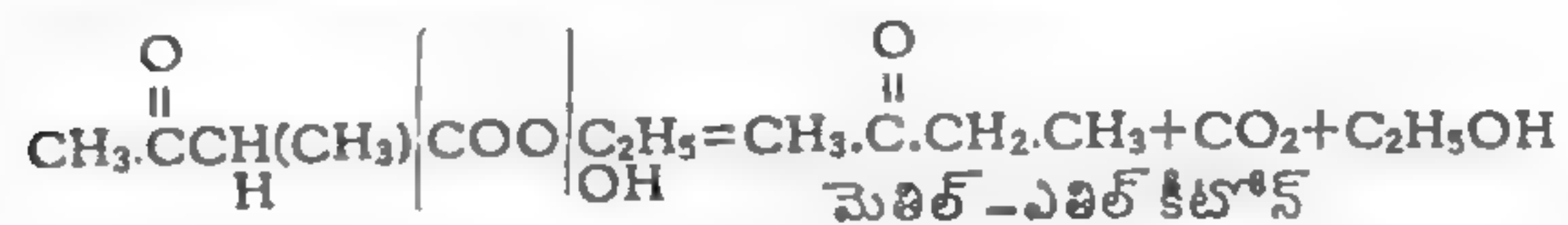
తరువాత మెథిలిన్ గణములోని మరియొక హైడ్రోజన్ పరమాణువును సోడియమ్తో తొలగజేసి ఇంకొక ఆల్కిల్ గణమును చేర్చవచ్చును (రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ఒకేసారి సోడియమ్చే స్థానచ్యుతిని పొందించుట వీలు కాదు.



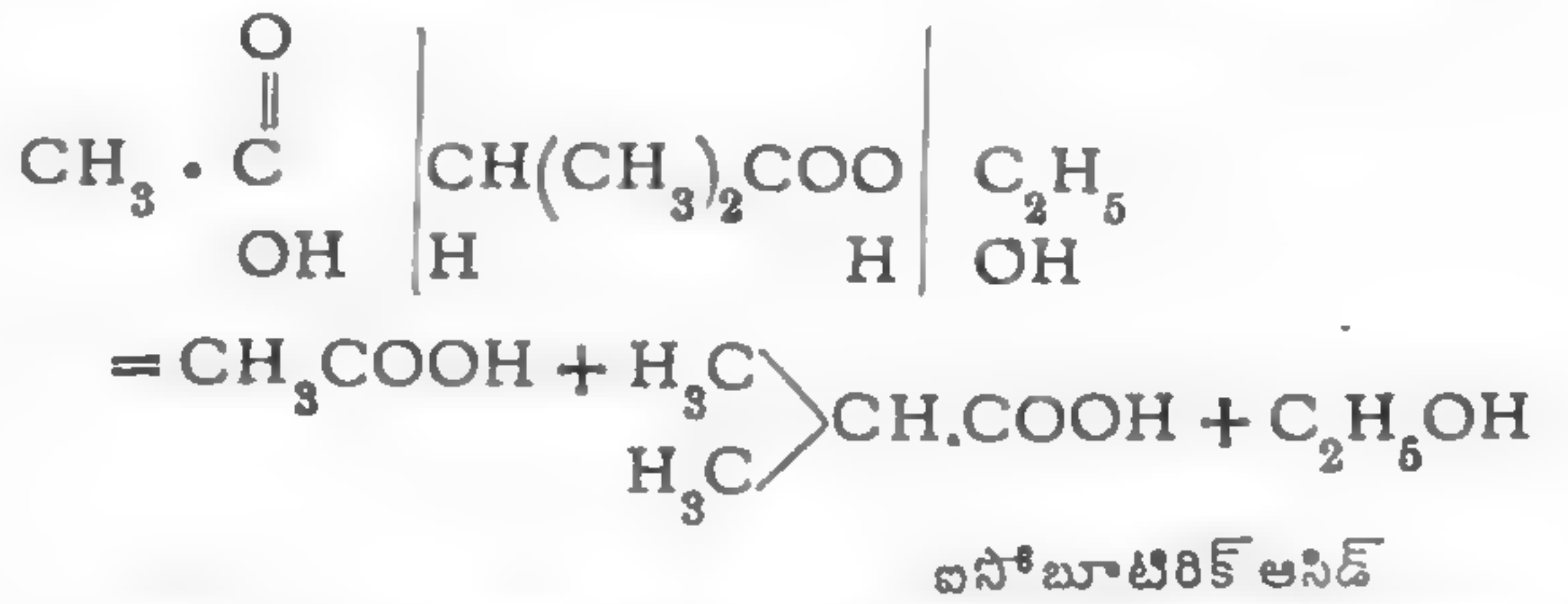
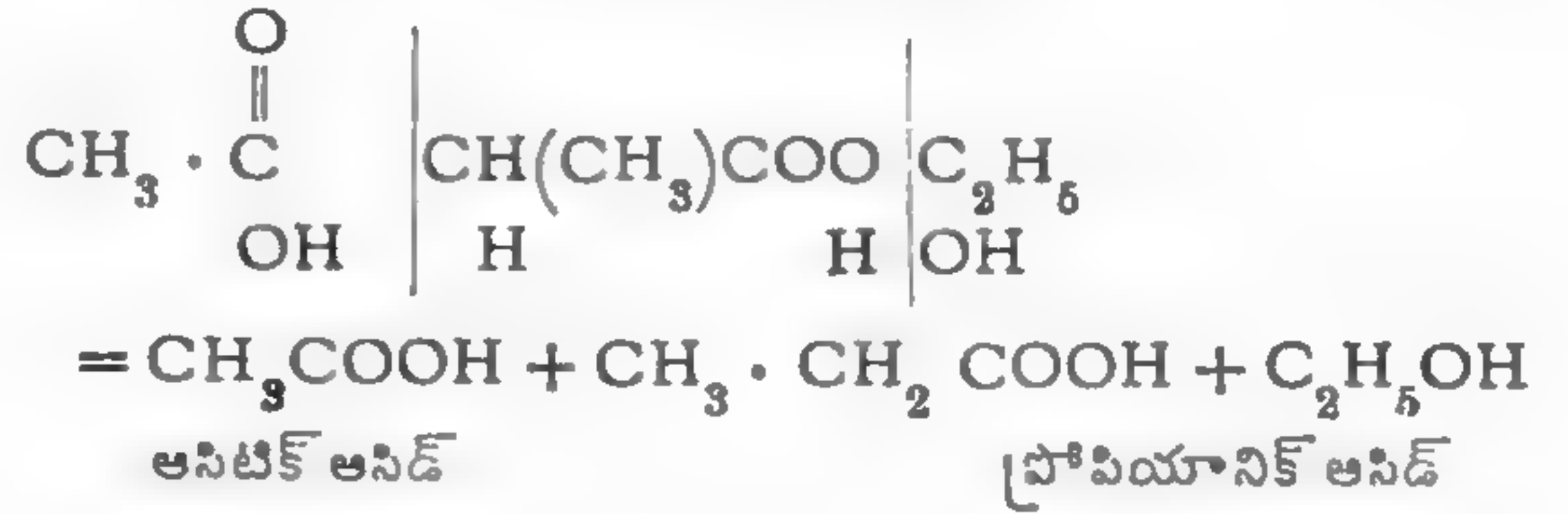
తరువాత మెథిల్ అయిడైడ్తో క్రిందిప్రక్రియ సిద్ధించును.



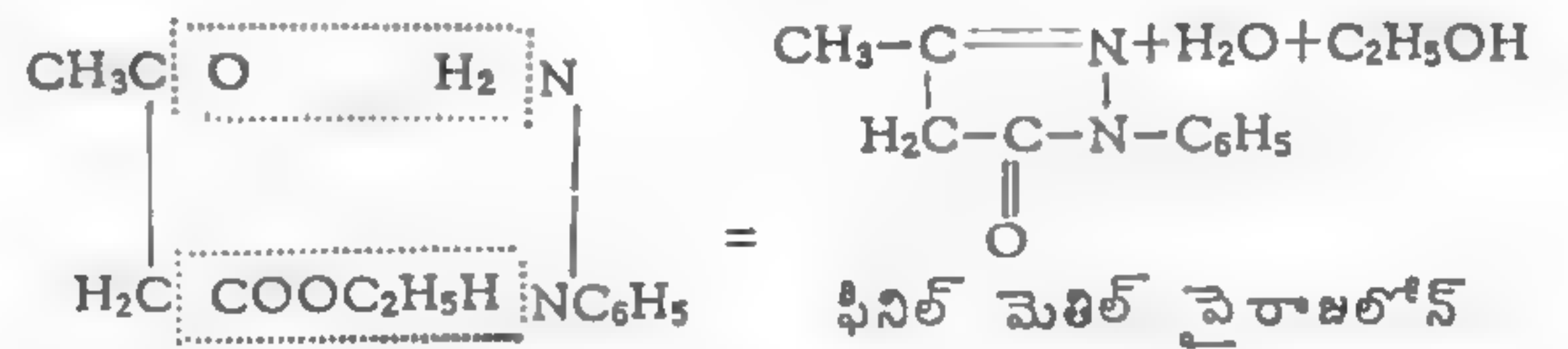
ఈ ఆల్కిల్ గణ ప్యూర్పన్నములతో, జలవిశ్లేషణప్రక్రియను కావించినచో, పై చెప్పిన పరిసరపరిస్థితులనుపట్టి కీటోన్ ప్యూర్పన్నములుగాని, ఆమ్లప్యూర్పన్నములుగాని లభించును. విలీనసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సన్నిధిని కావించిన జలవిశ్లేషణమువలన కీటోన్లు లభ్యమగును:



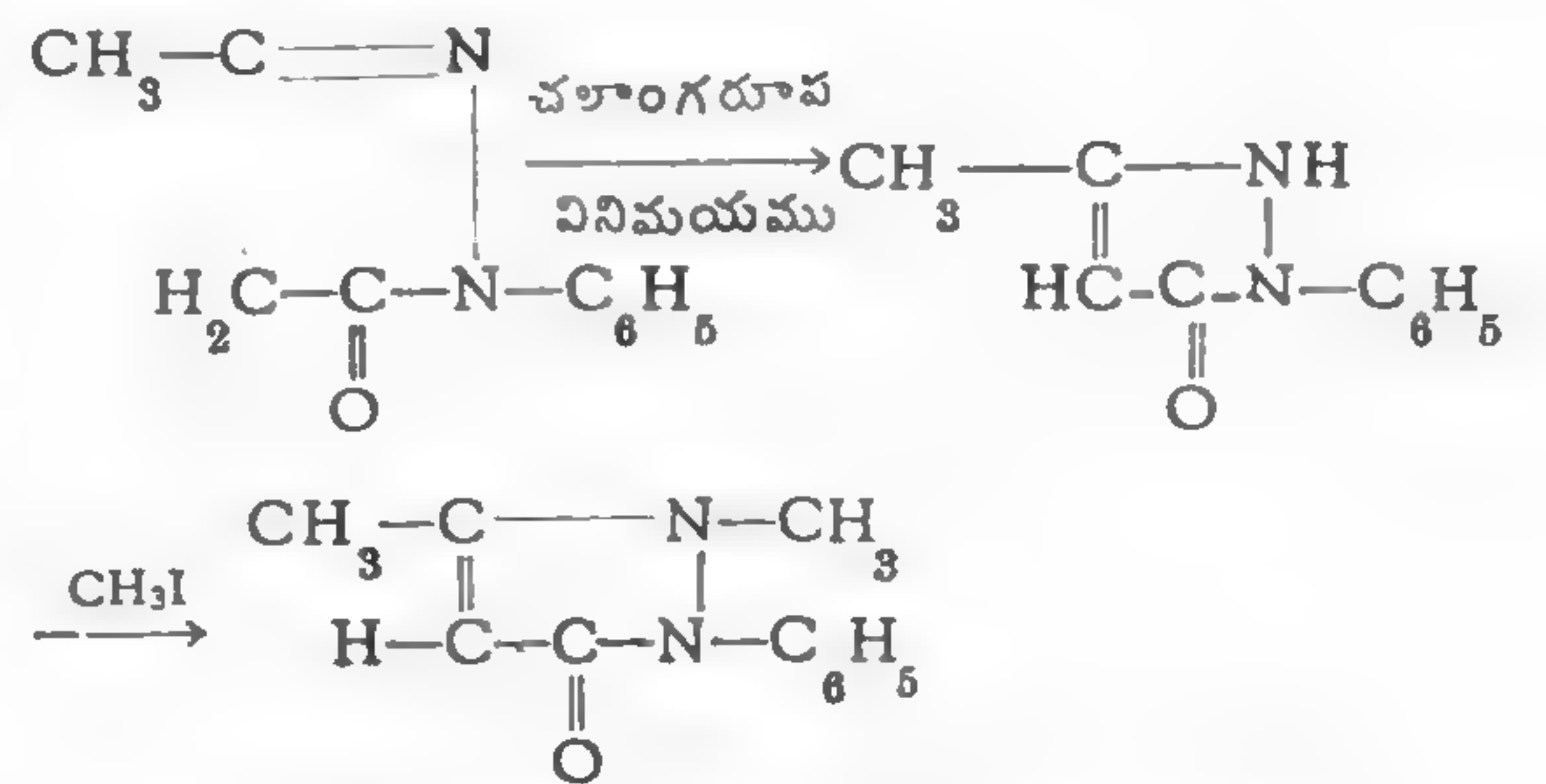
గాఢ సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిసరములందు కావించిన జలవిశ్లేషణమువలన ఆమ్లములు సిద్ధించును.



వలయ యోగికములను తయారు చేయుటకుకూడ ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ ఉపయోగించును. ఫీనిల్ హైడ్రజీన్ ( $C_6H_5 \cdot NH \cdot NH_2$ )తో వేడిచేసినపుడు ఈ ఎస్టర్, 'ఫీనిల్ మెథిల్ పైరాజలోన్' అను పంచఘటకవలయ యోగికమును ఇచ్చును.



మూడు కార్బన్ పరమాణువులు, రెండు నైట్రోజన్ పరమాణువులు ఘటకములుగాగల వలయములుగల యోగికములకు పైరాజోల్లు అని పేరు. ఆంటిపైరిన్ అను జ్వర శామకమగు యోగికమును పారిశ్రామికముగా తయారు చేయుటలో 'ఫీనిల్ మెథిల్ పైరాజలోన్' మధ్యస్థయోగికముగా ఆచరించును. మెథిల్ అయిడైడ్, కాస్టిక్ పొటాష్ మిశ్రమముతో 'ఫీనిల్ - మెథిల్ పైరాజలోన్'ను వేడిచేసినపుడు ఆంటిపైరిన్ (ఫీనిల్ డై మెథిల్ పైరాజలోన్) లభించును.



మే. వ. న.



కార్బానిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు: కార్బానిక్ ఆసిడ్ ద్విపదాస్లుము. ఇందు  $\left( \text{CO} \begin{array}{l} \text{OH} (1) \\ \text{OH} (2) \end{array} \right)$  ఏక యోజనీయ

ధాతువులచే స్థానచ్యుతినిచెందెడి రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నవి. అందుచే ఇది సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వలె ఆస్థలవణములను, తటస్థలవణములను ఇచ్చును. తక్కిన ద్విపదాస్లుములు ఇచ్చు యోగిక భేదముల నన్నిటిని కార్బానిక్ ఆసిడ్ నుండి సాధించవచ్చును. 1. సామాన్యలవణములు; 2. క్లోరైడ్ లేదా ఫాస్ఫీన్ ( $\text{COCl}_2$ ); 3. ఆస్టు ఎమైడ్ లేదా యూరియా  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$  & కార్బామిక్ ఆసిడ్  $\text{CO} \begin{array}{l} \text{NH}_2 \\ \text{COOH} \end{array}$ ; 4. ఎస్టర్లు  $[\text{CO}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2]$ .

ఈ యోగికములన్నిటిలో కార్బోమైడ్ చాల ముఖ్యమైనది; దీనినే యూరియా అందురు. జంతు, పక్షుల మూత్రములో యూరియా కలదు. శోధనాగారమందు కృత్రిమముగా తయారుచేయబడిన (వలర్) కార్బన్ యోగికములలో యూరియా మొదటిది. దీనిని తయారు చేయుటకు రెండు పద్ధతులు కలవు:

ఫాస్ఫీన్ పై అమోనియా చర్యనలన:

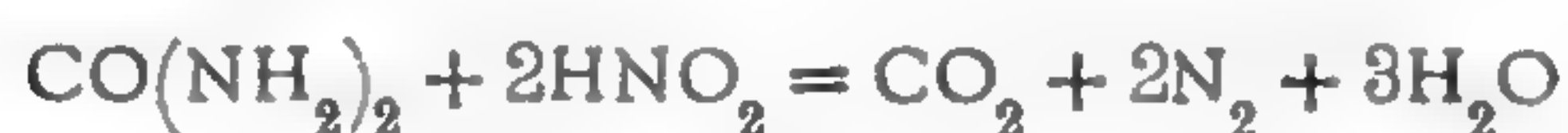


కార్బన్ డైఆక్సైడ్ తో కొంచెము నీటియావిరి సంపర్కమున  $185^\circ\text{C}$  వద్ద అమోనియాను సూటిగా సంయోగింపచేయుట:



ఇదియే నేటి పారిశ్రామికపద్ధతి.

యూరియా నీటిలో సులభముగా కరుగు స్ఫటిక ద్రవ్యము. ఆస్టుఎమైడ్లు ఆచరించునట్లే యూరియా కూడ నైట్రస్ ఆసిడ్ తో ఆస్టుమును, నైట్రోజన్ ని విడుదల చేయును:



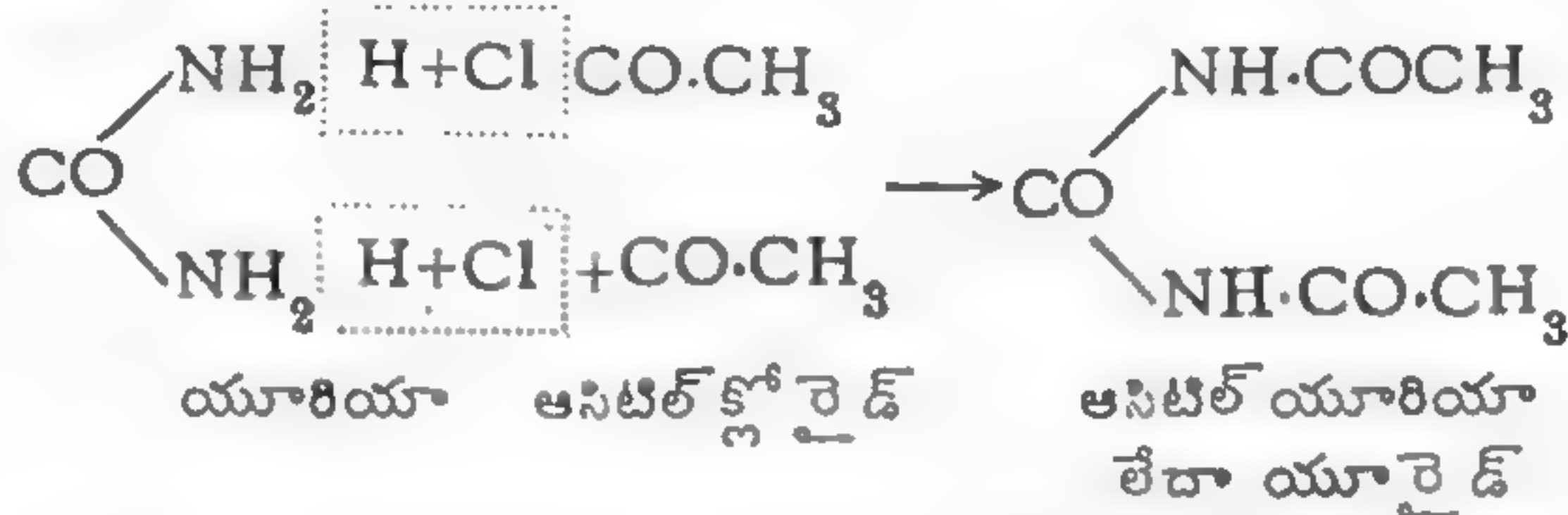
ఫాటాసియమ్ హైపోబ్రోమైట్ తో యూరియా ఆక్సికరించబడి కార్బన్ డైఆక్సైడ్, నైట్రోజన్, నీరుగా మారును.



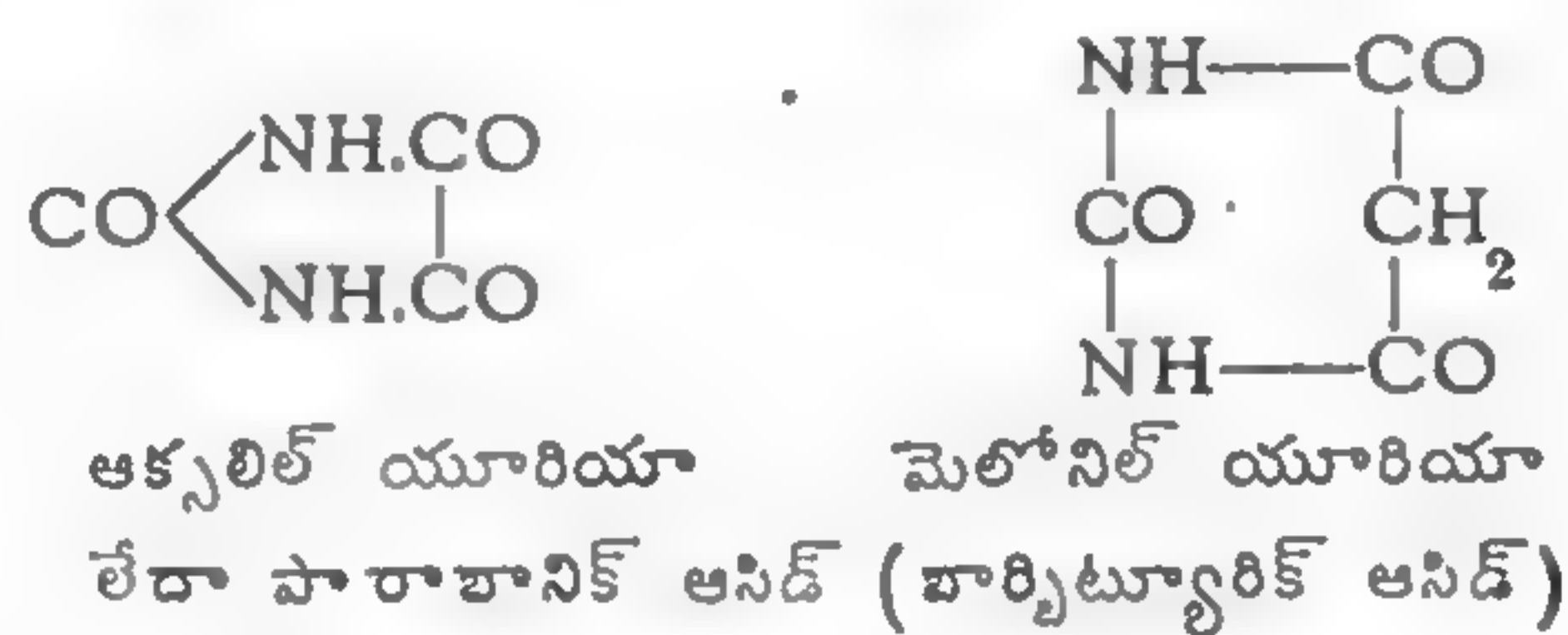
ఈ ప్రక్రియలో విడుదలైన నైట్రోజన్ యొక్క ఆయతనము ప్రమాణప్రేషతాపక్రమ పరిస్థితులలో కొలుచుట వలన యూరియాను పరిమాణాత్మకముగ నిర్ణయించవచ్చును.

యూరియా హైడ్రోజన్ రచనలోనున్న రెండు ఎమీనో గణములలో ఒక్కొక్క హైడ్రోజన్ పరమాణువును

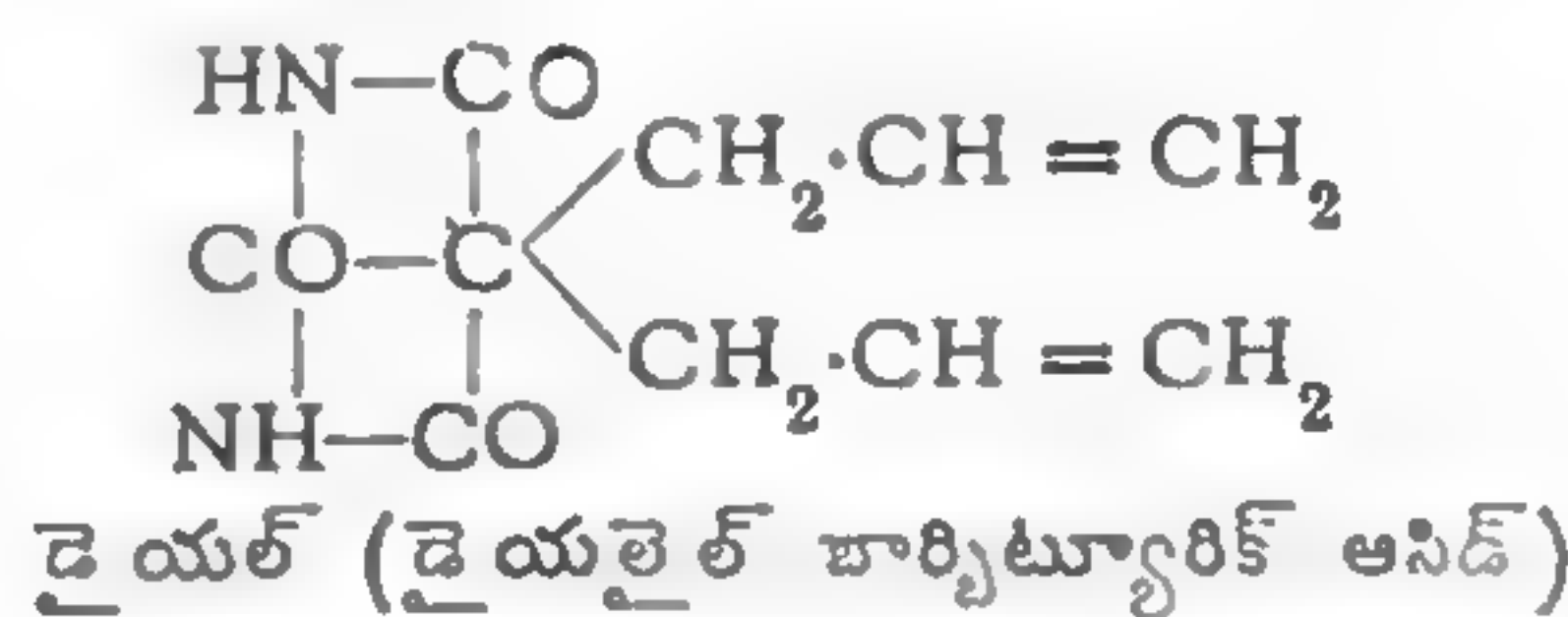
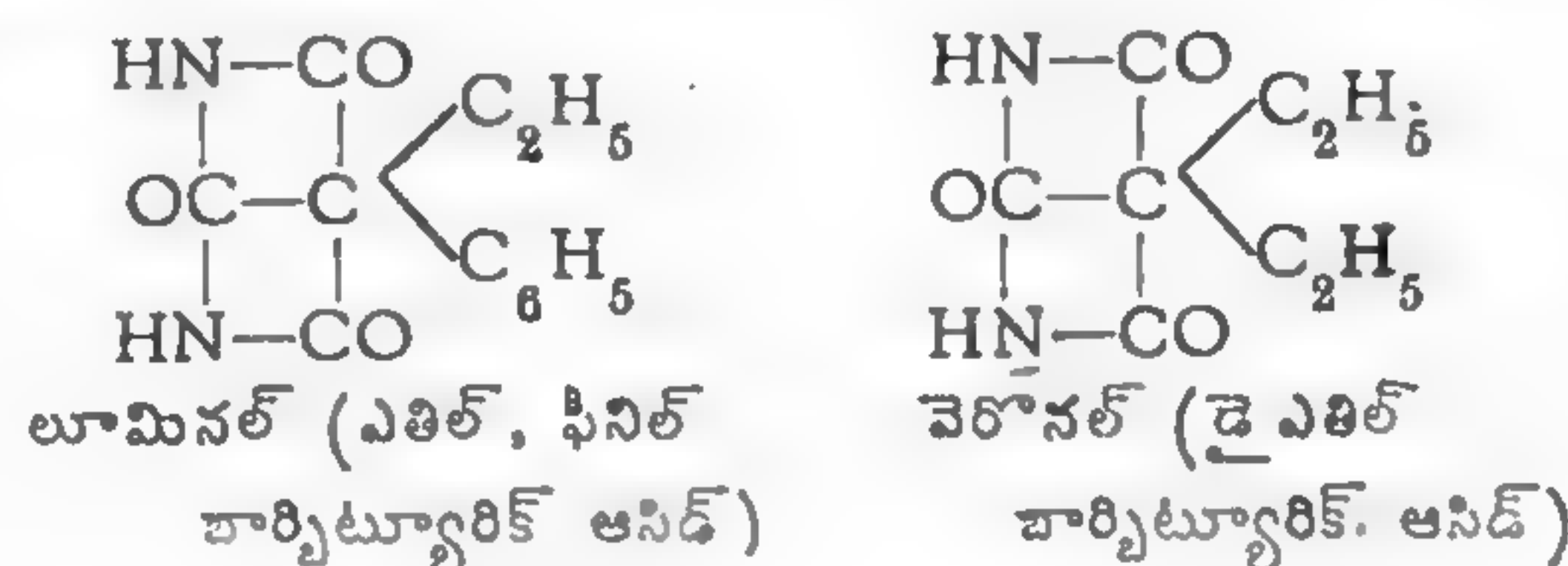
ఆసిటిల్ ( $\text{CH}_3\text{CO}$ ) వంటి ఆస్థగణములచే తొలగించవచ్చును. అట్లు వచ్చిన యోగికములకు యూరైక్లు అని పేరు.



ఇట్లు ద్విపదాస్లుములతో యూరియాజనిత యోగికములు కొన్ని యూరిక్ ఆసిడ్ విశ్లేషణమందు లభ్యమగుటచే నివి కొంత రాసాయనిక ప్రాముఖ్యమును గడించెను. అట్టి విశ్లేషణ ఫలితములే ఈ రెండు యోగికములును:



బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్ నుండి వ్యుత్పన్నములయిన యోగికముల నేకములు నిద్రపట్టుటకు మందులుగా సుప్రసిద్ధముగా వాడుకలోనున్నవి. వాటిలో జౌషధ వ్యాపార రంగమున లూమినల్, వెరొనల్, డైయల్ అనుమూడు ముఖ్యమైనవి.



ఇవి చాల ప్రాణాపాయకరమైన మందులు. మోతాదు ఎక్కువైనచో మరణము సంభవించవచ్చును.

యూరిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$ ): మాంసాహారులగు జంతు మూత్రమందును, పక్షుల, సరీసృపముల విసర్జిత ద్రవ్యము లందును ఉండును. పాము విడచిన కుబుసమునందు యూరిక్ ఆసిడ్ మెండుగా నుండును. గ్వానో అను (గబ్బిలములు మొదలగువాని) రెట్టలలో ఉండును. దీనిని ఇండియాలో కడవజిల్లాలోని సిద్ధవట్లములో దోసపండ్లకు ఎరువుగా వాడుదురు.

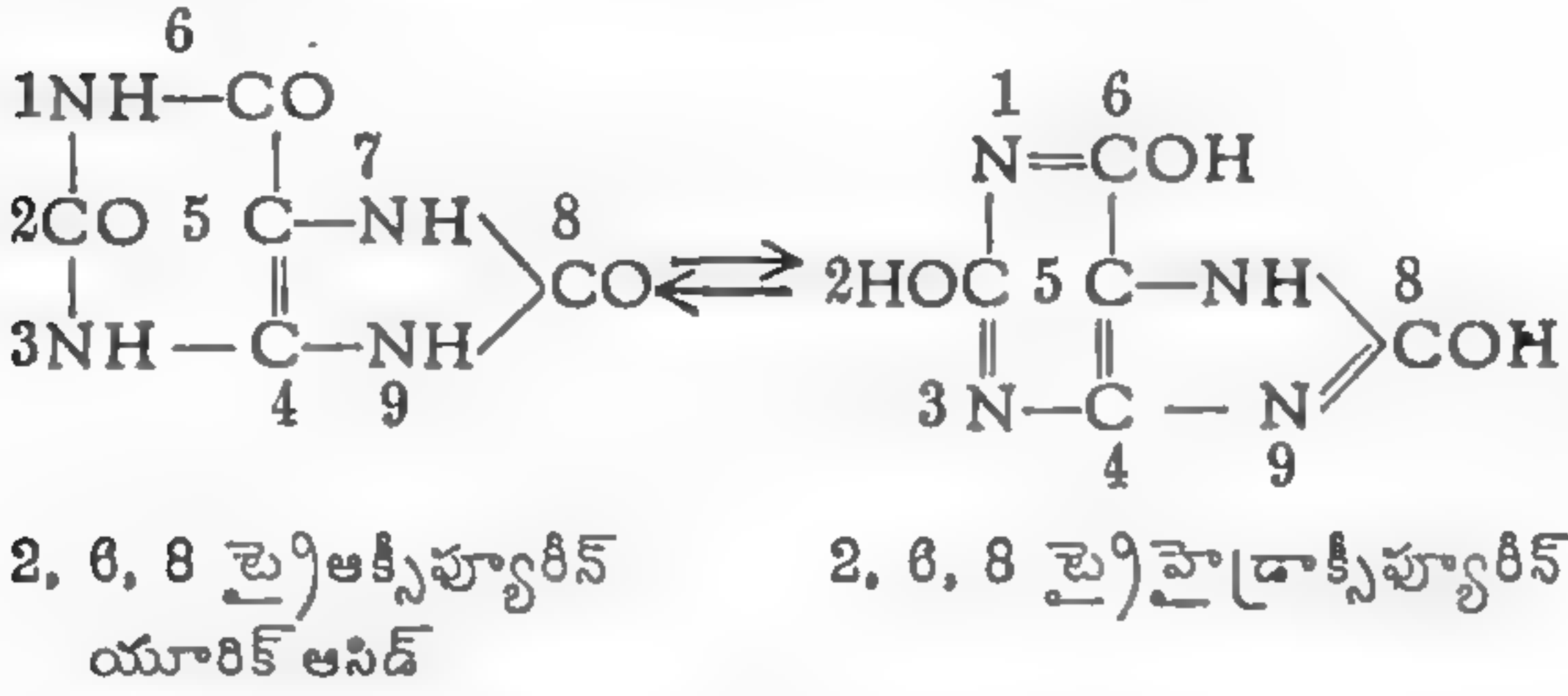


## కార్బోహైడ్రేట్లు, పంచదారలు

గ్వానోను కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణముతో అమోనియా రాకుండువరకు మరగించి, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో ఆమ్లిక రించినచో యూరిక్ ఆసిడ్ అవక్షిప్తమగును.

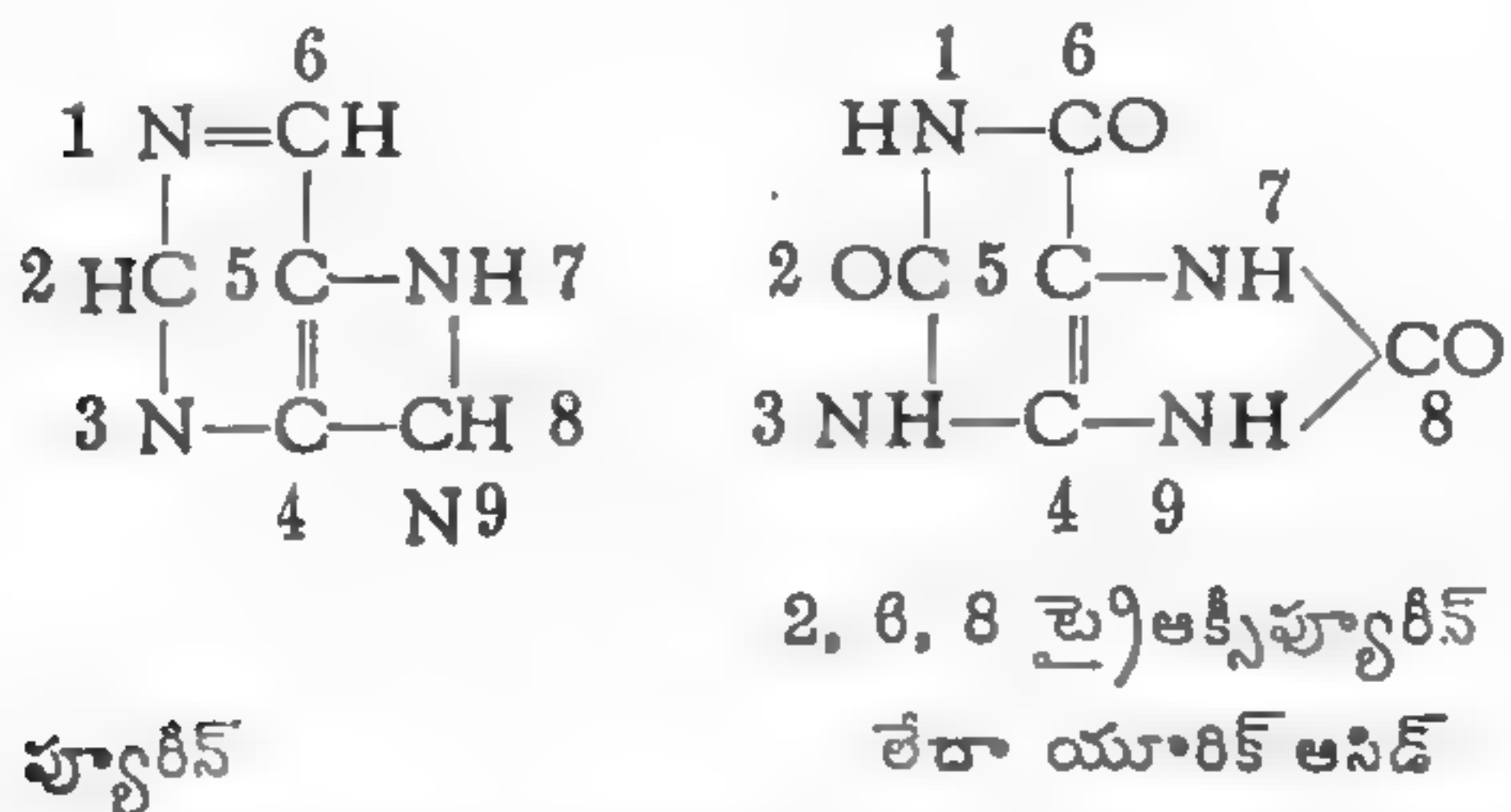
యూరిక్ ఆసిడ్ నీటిలో విశేషముగా కరుగని తెల్లని స్ఫటికములు. ఇది చాల బలహీనమైన ఆమ్లము. రెండు తరగతుల లవణములను ఇచ్చును. విలీననైట్రిక్ ఆసిడ్ తో యూరిక్ ఆసిడ్ ను వేడిచేసి ఆద్రావణమును తడిపోవువరకు ఇగిర్చి అమోనియా ద్రావణమును ఎక్కువగా కలిపినచో చినానిరంగుగల మ్యూరాక్సైడ్ ఏర్పడును. ఈ ప్రక్రియ యూరిక్ ఆసిడ్ ను గుర్తించుట కుపయోగించును.

అణురచన: యూరిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయు సంయోజ నీయపద్ధతుల వలనను, దానిగుణముల అనుశీలన వలనను దానికి క్రింది అణురచన ఆరోపించవచ్చును:



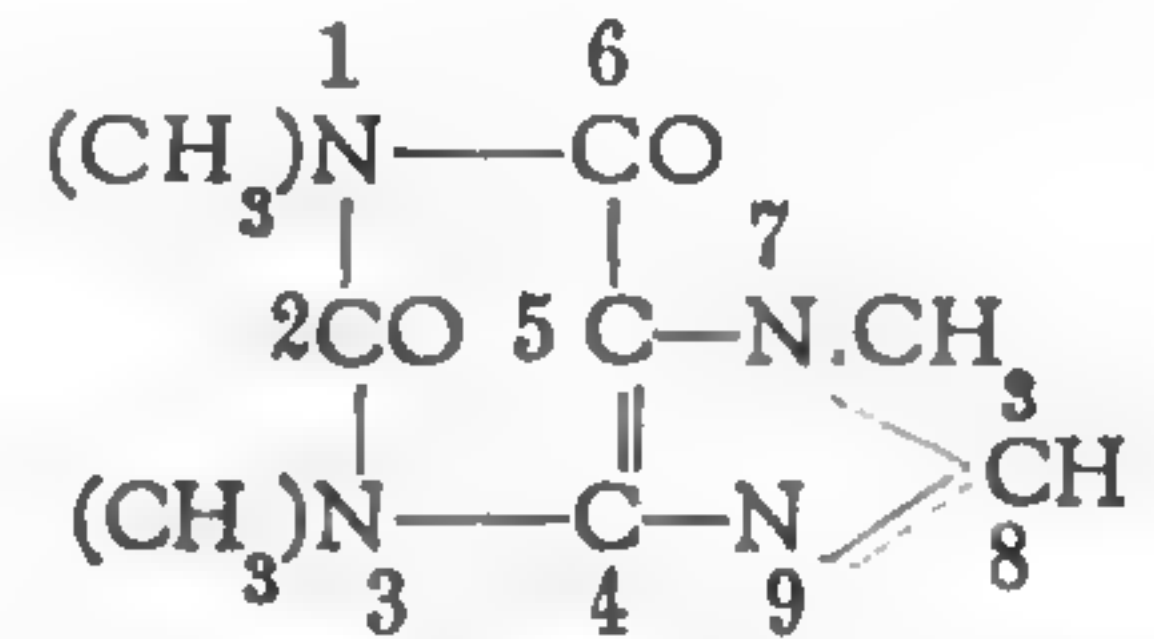
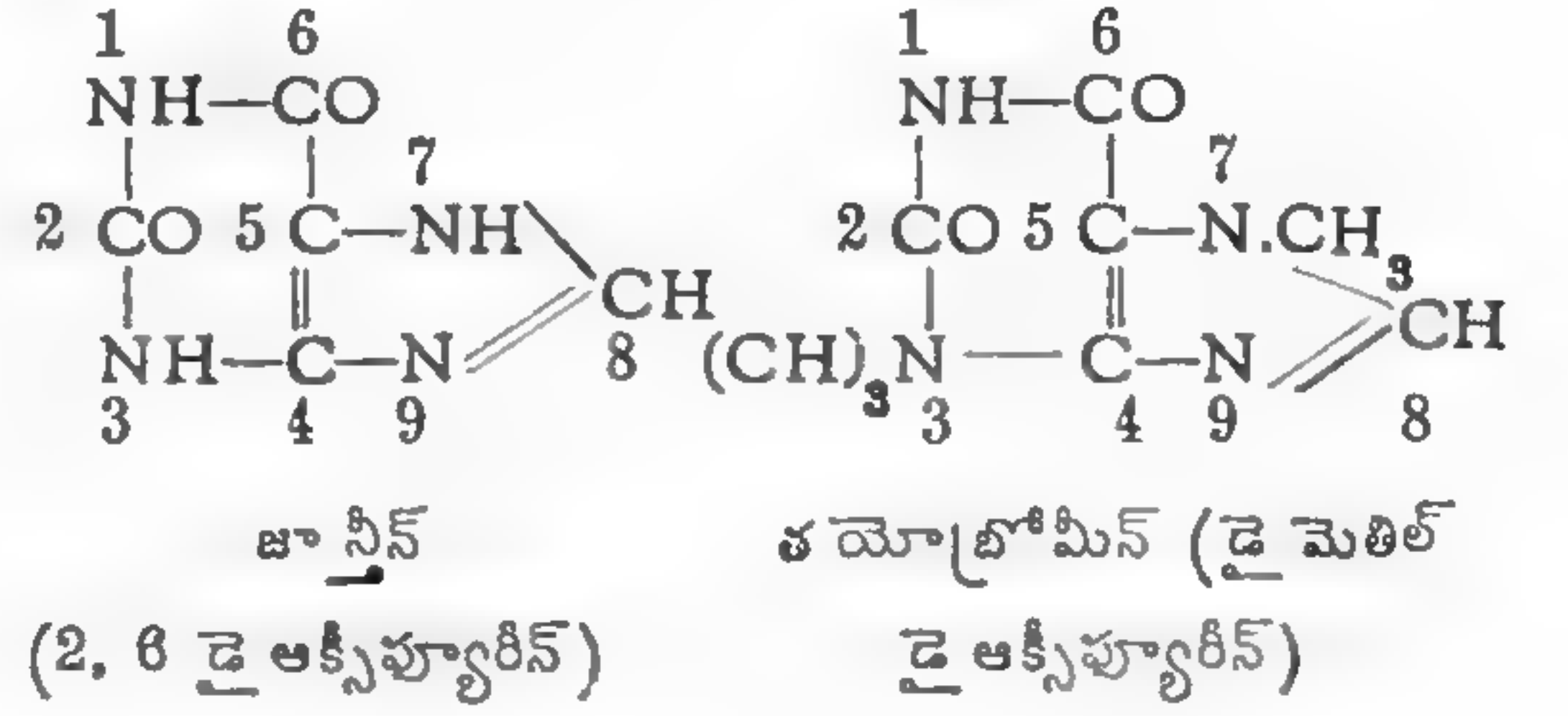
యూరిక్ ఆసిడ్ ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ తో మూడు హైడ్రాక్సిల్ గణములు ఉన్నట్లు ప్రవర్తించును కనుక అది పైనిచూపిన రెండు చలనసమాంగ రూపములలో ఉండవచ్చునని ఊహించవలసి యున్నది.

యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క రాసాయనిక ప్రాముఖ్యత దాని అణురచనతో సంబంధముకలిగిన అనేకములగు ఆల్కలాయిడ్లవల్ల కలిగినది. ఈ ఆల్కలాయిడ్లు జంతు విసర్జనములలో సంభవించును. వీటిని, యూరిక్ ఆసిడ్ లలో హైడ్రోజన్ పరమాణువులను వివిధ ఆల్కిల్ గణములచే ప్రతిస్థాపించినప్పుడు లభ్యమగు యోగికము లుగా నిరూపించవచ్చును. యూరిక్ ఆసిడ్ ను ప్రకృతిలో లభ్యముగాని ఫ్యూరిన్ అను యోగికమువంటి రచన కలదిగా ఎమిల్ ఫిషర్ నిరూపించెను:



యూరిక్ ఆసిడ్ నుండి వ్యుత్పన్నములైనట్లు నిరూపించు

టకు వీలైన కొన్ని ముఖ్యమగు ఆల్కలాయిడ్ల అణు రచనలు క్రింద చూపబడినవి:



కాఫిన్ (1, 3, 7 ట్రైమెథిల్ డై ఆక్సిఫ్యూరిన్)

జాన్సిన్ జంతువిసర్జనములలో ఉండును. తయో బ్రోమిన్ కోకోగింజలలో ఉండును. కాఫిన్ తేయాకు లోను, కాఫీగింజలలోను ఉండును.      మే. వ. న.

కార్బోహైడ్రేట్లు, పంచదారలు(పిండివస్తువులు):

వీటిలో పంచదారలు ప్రకృతిలో జంతువులయొక్కయు, వృక్షముల యొక్కయు శరీరములందు అపారముగా విస్తరించియున్నవి. ప్రోటీన్లు చాల జంతువులకు ఎట్లు జీవనాధారములగుచున్నవో కార్బోహైడ్రేట్లుకూడ వృక్షములకు, కొన్ని జంతువులకుకూడ శక్తిజనకములు గను, శరీరధారకములుగను ఆచరించు చున్నవి. జీవి శరీర పోషణకు, అభివృద్ధికి నిమిత్తములగు ప్రోటీన్లు, క్రొవ్వులు అను ప్రధానమగు రెండువృక్షజద్రవ్యములును, వీటి నుండియే జనించునట్లు తోచుచున్నది. శరీరాభివృద్ధికి తోడ్పడు విటమిన్లలో రెండు (విటమిన్ C, ఇనో సిటోల్), అణురచనయందు కార్బోహైడ్రేట్ల పోలి యున్నవి. కార్బోహైడ్రేట్లు ఎనలేని జీవప్రవృత్తుత్తేజ కములు. వీటిలో చాలద్రవ్యముల సాంకేతికములను  $\text{C}_m\text{H}_{2n}\text{O}_n [\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n]$  అని నిరూపించుటకు వీలుగా నుండుటచే నియతసంఖ్యగల కార్బన్ పరమాణువులతో నియతసంఖ్యజలాణువులు రాసాయనికముగా సంయోగించి ఉన్నట్లు అగపడును. కనుక వీటికి కార్బన్ యొక్క హైడ్రేట్లు లేదా 'కార్బోహైడ్రేట్లు' అని పేరు వచ్చినది. కాని ఈ సంఘటన వాస్తవికము కాదు. కార్బోహైడ్రేట్ల మోనో, డై, ట్రై, టెట్రా, పాలీ సాకరైడ్లని స్థూల ముగా వర్గీకరించవచ్చును. ఇవి నీటిలో కరుగు స్ఫటిక ద్రవ్యములు. తియ్యగానుండుటవలన అవి పంచదార





కీటోస్

ఈ రెండు రూపములలో ప్రతిదానియందును నాలుగు అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువులు ఉండుటచే, ప్రతిదానికి మరల  $2^4 = 16$  చాతుష సమాంగరూపములు కలవు. హెక్సోస్ నకు మొత్తముమీద 32 సమాంగరూపములు ఉన్నవి.

గ్లూకోస్ : ఇది ఆల్డిహైడ్ గణముకల హెక్సోస్  $[\text{CH}_2\text{OH} \cdot (\text{CHOH})_4 \cdot \text{CHO}]$ . ఇది విరివిగా ద్రావ్య పండ్లలో నుండుటచే దీనికి 'ద్రావ్యచక్కెర' అనిపేరు. ప్రకృతిలో దొరకు గ్లూకోస్ అపసవ్య\* చాతుషరూప మగుటచే దీనికి డెక్స్ట్రోస్ (=కుడి చక్కెర) అనికూడ పేరుకలదు; తేనెలో ఇదిముఖ్యముగా ఉండును. గ్లూకోస్ రోగికి సులభముగా జీర్ణమై, వేడినిచ్చు ఆహారమగుటచే

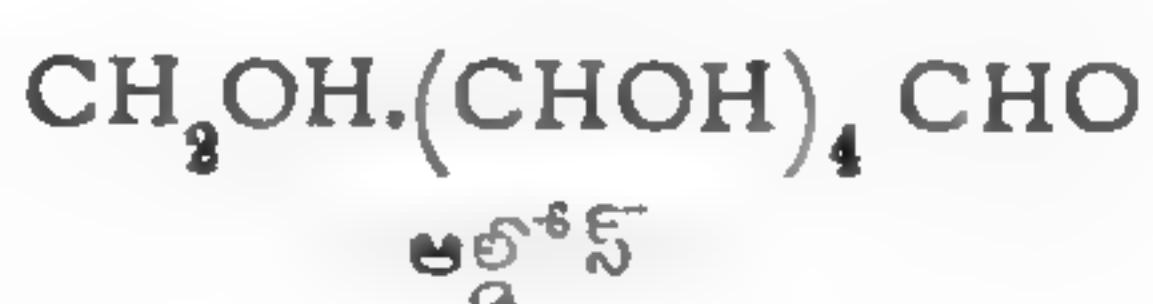
లనబడుచున్నవి. రెండు పెంటోజ్ అణువులుగాని, లేదా రెండు హెక్సోజ్ అణువులుగాని సంహతములై ఏర్పడు యోగికములకు డై సాకరైడ్లని పేరు. ఇవి కూడ మోనోసాకరైడ్లనుపోలు పంచదారలే. పాలీసాకరైడ్లు అనేక మోనోసాకరైడ్లు అణువుల సంఘాతములు. ఇవి చప్పని అద్రావ్య, అస్ఫటికద్రవ్యములు. వీటిని  $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n \cdot \text{H}_2\text{O}]$  అనిగాని, లేదా  $[(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4)_n \cdot \text{H}_2\text{O}]$  అనిగాని నిరూపించవచ్చును. ఇచ్చట n అను సంఖ్య చాల పెద్దది. జలవిశ్లేషణము వలన ఈ సంకీర్ణ కార్బోహైడ్రేట్లు అన్నియు  $\text{C}_6 -$  లేదా  $\text{C}_5 -$  పంచదారలుగా విడిపోవును. మోనోసాకరైడ్లు మరల వాటిరచనలోనున్న ఆక్సిజన్ పరమాణుసంఖ్యనుబట్టి 3 తరగతులుగా విభజింపబడినవి. వీటిలో మరల ఆల్డిహైడ్ గణముగలవి ఆల్డోస్ అని, కీటో గణముగలవి కీటోస్ అని పిలువబడును.

| ఆల్డోస్లు   |           | కీటోస్లు  |
|---|-----------|---|
| $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHO}$                   | బయోజ్     | $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$                   |
| $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHO}$ | ట్రై యోజ్ | $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$ |
| $\text{CH}_2\text{OH} (\text{CHOH})_2 \cdot \text{CHO}$   | టెట్రోజ్  | $\text{CH}_2\text{OH} (\text{CHOH})_2 \text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$         |
| $\text{CH}_2\text{OH} (\text{CHOH})_3 \cdot \text{CHO}$   | పెంటోజ్   | $\text{CH}_2\text{OH} (\text{CHOH})_3 \text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$         |
| $\text{CH}_2\text{OH} (\text{CHOH})_4 \cdot \text{CHO}$   | హెక్సోజ్  |   |

పెంటోజ్లు : వీటిలో మూడు అసౌష్ఠవకార్బన్ పర మాణువులు కలవు.  $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHO}$  (ఆల్డోస్); అందువలన ఇవి ఎనిమిది చాతుష సమాంగరూపములను ఈయవలయును. ఈ రూపము లన్నియు సాధించబడినవి. ఇందులో ముఖ్యమైనవి తుమ్మబంకలో నుండు అరాబినోస్, జైలోజ్ కర్రనుండి లభించు రామ్నోజ్, ఫుకోజ్, అనునవి. ఇవి విలీనసత్ ప్యూరిక్ ఆసిడ్ తో మరగించినచో ఫర్ ప్యూరార్డిహైడ్ ను ఇచ్చును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ మరగించి, ఫ్లోరోగ్లూసినాల్ అను యోగికమును కలిపినచో ఎర్రటిరంగును ఇచ్చుట పెంటోజ్ల ముఖ్యరాసాయనిక లక్షణము.

హెక్సోజ్లు ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) : వీటిలో ముఖ్యమైనవి గ్లూకోస్, ఫ్రక్టోస్ ఈ పంచదారల రాసాయనిక రచనను కూలంకషము అనుశీలించినవాడు ఎమిల్ ఫిషర్.

ప్రతిమోనోసాకరైడ్ ను ఆల్డిహైడ్ గణము కలది (లేదా ఆల్డోస్), కీటోగణము కలది (లేదా కీటోస్) అను రెండు రూపముల నుండును. హెక్సోజ్ కూడ నీరెండు రూపముల స్వీకరించును.



దీనిని పారిశ్రామికముగా చెరకు చక్కెరనుండిగాని, లేదా పిండిద్రవ్యములనుండిగాని ఖనిజ ఆమ్లముల సన్నిధిని జల విశ్లేషణమును ఉపయోగించి తయారు చేయుదురు.

గుణములు : రంగులేని స్ఫటికములు; జలద్రావణము నుండి ఒక జలాణువుతో స్ఫటికీభవించును. ఆక్సికరిం చుట వలన గ్లూకోస్ మొదట ఏకపదాష్టమగు గ్లూకోనిక్ ఆసిడ్ గాను, పిమ్మట ద్విపదాష్టమగు సాకరిక్ ఆసిడ్ గాను మారును.



ఆల్డిహైడ్ గణము కలదగుటచే గ్లూకోస్ ఫెలింగుద్రావణ మును ఆక్సిహరించి కూప్రస్ ఆక్సైడ్ ను అవక్షేపించును. ఈ ప్రక్రియ గ్లూకోస్ యొక్క రాశి నిర్ణయమునకు ఉప యోగపడును. ఆక్సిహరించినచో 3 హైడ్రాక్సిగణములు గల సార్పిటాల్ అను ఆల్కహాల్ గా గ్లూకోస్ మారును :



\* సవ్య = ఎడమ; అపసవ్య = కుడి.



అమెరికన్ : ఆర్థిప్రైడ్ గుణములు కలిగియుండుటచే  
గ్లాకోస్ నందు ఆర్థిప్రైడ్ గణమున్నట్లు నిశ్చయము.  
ఆసిటిల్ క్లోరైడ్ తో పెంటాఆసిటిల్ ను ఇచ్చుటచేత దీని  
యందు ౮ హైడ్రాక్సిల్ గణములున్నట్లు రుజువైనది. ఒక  
కార్బన్ పరమాణువు ఒకటికన్న ఎక్కువ హైడ్రాక్సిల్  
గణములను తీసికోలేదు. గనుక ఆర్థిప్రైడ్ గణమున్న  
కార్బన్ పరమాణువును శృంఖలముయొక్క చివరనుంచి  
౮ హైడ్రాక్సిల్ గణములును, మిగిలిన ౮ కార్బన్ పరమాణు  
వులకు పంచి వ్రాయవచ్చును. ఇట్లు వ్రాసినచో క్రింది  
ముఖశృంఖలా సాంకేతికము లభ్యమగును :

ప్రెస్టోన్: ఈచక్కెర తేనెలోను, కొన్నిపండ్ల జాతుల రసములలోను ఉండును. గ్లూకోస్ ను చెరకుచక్కెరనుండి తయారుచేయు విధానమందు ఈ చక్కెరకూడ లభించును. చెరకుచక్కెరను విలీనసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో జలవిశ్లేషణము కావించినప్పుడు లభ్యమగు ద్రావణములో గ్లూకోస్, ఫ్రక్టోస్ రెండును కలసి ఉండును. ఈ మిశ్రమునకు సున్నపునీటిని చేర్చినచో చక్కెరలు రెండును వాటి కాల్షియమ్ యాగికములుగా మారును. ఫ్రక్టోస్ యొక్క కాల్షియమ్ యాగికము అద్రావ్యమగుటచే ద్రావణమునుండి వేరగును. దీనిని వడపోయగా వచ్చిన ఫ్రక్టోస్ యాగికమును నీటితోకలిపి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ను దానిలోనికి ప్రవహింప నిత్తురు. ఫ్రక్టోస్ నుండి కాల్షియమ్ కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ గా అవక్షిప్తమై ద్రావణములో ఫ్రక్టోస్ నిలచియుండును. ఈ ద్రావణమును వడపోసి ఇగుర బెట్టినచో ఫ్రక్టోస్ లభించును.

$$(C_6H_{10}O)_n + nH_2O = nC_6H_{12}O_8$$

ఇస్సులిన్                      ఫ్లోక్స్

$$\text{CH}_2\text{OH}.\text{CHOH}.\text{CHOH}.\text{CHOH}.\text{CO}.\text{CH}_2\text{OH}$$

ఉండును; ఇంకొకటియగు మేనోజ్, వెదురుపాలను జలముచే విశ్లేషించుట వలన లభించును.

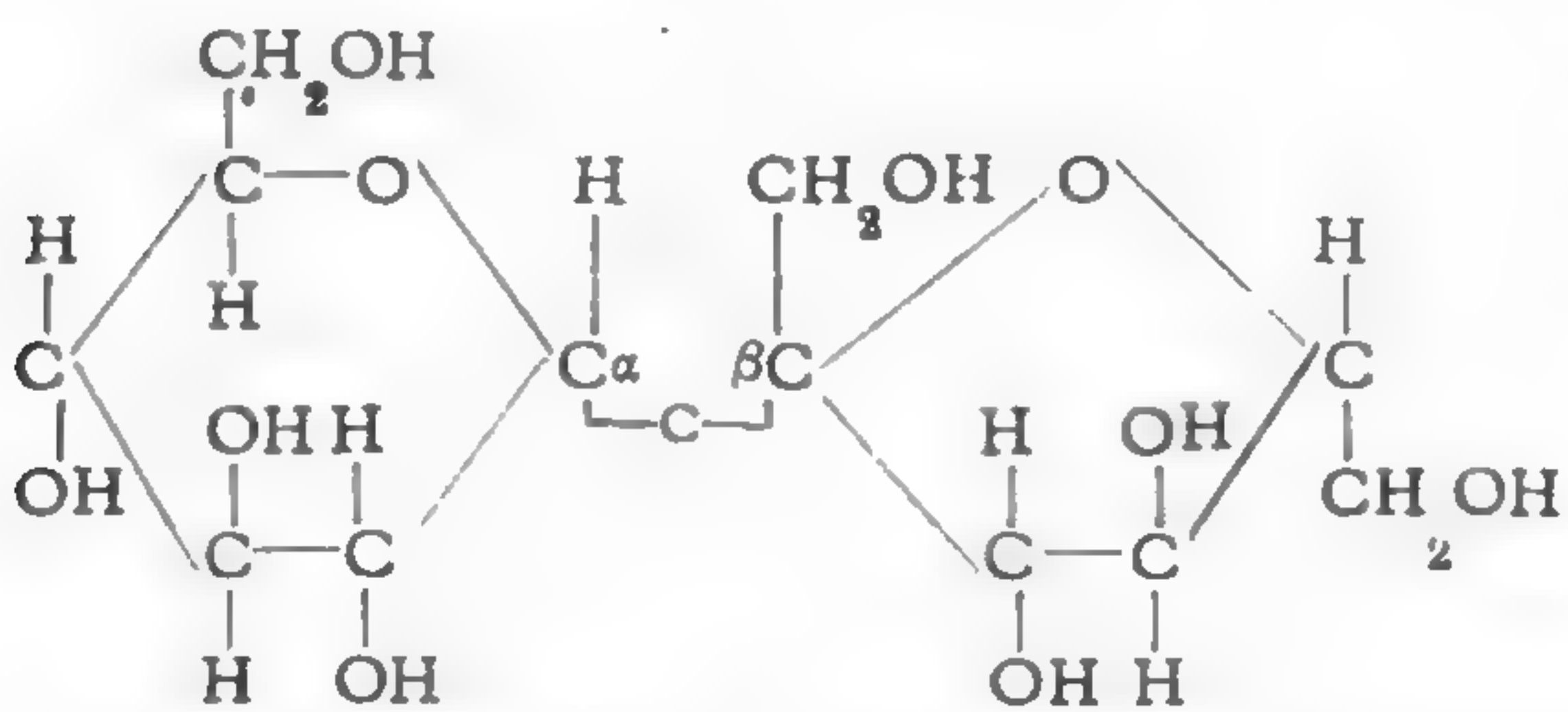
$$2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$$
$$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$C_{12}H_{22}O_{11}$ 
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{ఒక అణువు సూక్రోస్} \rightarrow 1 \text{ అణువు గ్లూకోస్} + \\ \text{(చెరుకుచక్కెర)} \quad \rightarrow 1 \text{ అణువు ఫ్రక్టోస్} \\ \text{ఒక అణువు మాల్టోస్} \rightarrow 2 \text{ అణువులు గ్లూకోస్} \\ \text{(మాల్టా చక్కెర)} \\ \text{ఒక అణువు లాక్టోస్} \rightarrow 1 \text{ అణువు గ్లూకోస్} + \\ \text{(పాల పంచదార)} \quad \rightarrow 1 \text{ అణువు గాలక్టోస్} \end{array} \right.$

గుణములు : నీటిలో సులభముగా కరుగును. ఆల్కహాల్ లో అతిస్వల్పముగా కరుగును. జలద్రావణములు అవసవ్యకాంతి ధ్రువీకరణ గుణము కలవి. ఆప్లుసంపర్కమున జలవిశ్లేషణమునొంది చెరకుచక్కెర గ్లూకోస్ + ఫ్రక్టోస్ మిశ్రముగా మారిపోవును. సవ్యధ్రువీకరణము గల ఈ మిశ్రమునకు ఇన్వర్ట్ చక్కెర అనిపేరు. పంచదారకు కొంచెమునీరు కలిపి వేడిచేసి కరగించి చల్లారనిచ్చి నచో పంచదార చక్కిలు ఏర్పడును. పంచదార ద్రావణమును మెల్లగా స్ఫటికీకరించినప్పుడు పెద్ద స్ఫటికములు లభ్యమగును. ఈ స్ఫటికములకు కలకండ లేదా పటికపంచదారయని పేరు. పంచదార గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను చేర్చినచో నీటిభాగము లుత్తమై బొగ్గుగా మారిపోవును. గ్లూకోస్ ఫ్రక్టోస్ లనుండి సూక్రోస్ ఏర్పడినట్లు రుజువైనను దీనియందు, గ్లూకోస్ కనపరచు ఆర్డిపైడ్ గుణములు



గాని, ఫ్రక్టోస్ కనపరచు కీటోన్ గుణములుగాని కనపడవు. అందువలన గ్లూకోస్ ఫ్రక్టోస్లు సూక్రోస్ గా సంయోగించుటలో, గ్లూకోస్ లోనున్న ఆల్డిహైడ్ గణమునకు సంబంధించిన కార్బన్ పరమాణువు ఫ్రక్టోస్ లోనున్న కీటోన్ గణమునకు చెందిన కార్బన్ పరమాణువుతో సంధించి బంధమేర్పడినట్లు ఊహించవలెను. ఈ ఊహననుసరించి ఈ సాంకేతికము సూక్రోస్ యొక్క అణురచనను సూచించును :



లాక్టోస్ (పాలచక్కెర): జంతువులపాలలో ఉండును. చనుపాలలో 5%-8% ను, ఆవుపాలలో 4%-8% వరకు నుండును. పాలను విరిచి తయారుచేసిన తేటనుండి ఈపాలచక్కెరను చేయుదురు. లాక్టోస్ ఆక్సిహరణద్రవ్యము; ఫెలింగు ద్రావణమును ఆక్సిహరించును. అందువలన యాగికాణువునందు ఆల్డిహైడ్ గణమున్నది. ఇది గ్లూకోస్, గాలక్టోస్ ల కూర్పు.

మాల్టోస్ (మాల్టుచక్కెర): బార్లీ మొలకలనుండి తయారగు మాల్టును గంజితో కలిపినచో మాల్టులో నుండు డైఎస్టేస్ అను ఎన్జైమ్ యొక్క చర్యవలన గంజి 80% వరకు మాల్టోస్ గా మారును. మాల్టోస్ యొక్క జలవిశ్లేషణమువలన గ్లూకోస్ ఒక్కటే లభించును. గనుక మాల్టోస్, గ్లూకోస్ అణువుల కూడికయై ఉండవలెను. దీనికి ఆక్సిహరణగుణము కలదు. అందువలన ఈయాగికమందుకూడ లాక్టోజ్ యందువలె ఆల్డిహైడ్ గణము బహిరంగముగా ఉన్నట్లు తలంచవలెను.

పాలీసాకరైడ్లు: వీటిలో ముఖ్యమైనవి పిష్టద్రవ్యము, సెల్యులోజ్ (కర్రగుఱ్ఱ), గైకోజిన్. పిష్టద్రవ్యము, దుంపలలోను, గింజలలోను, పండ్లలోను లభ్యమగును. వృక్షములకిది ఆహారనిధిగా ఆచరించును.

పారిశ్రామికముగ బియ్యమునుండి, మొక్కజొన్ననుండి, బంగాళాదుంపలనుండి తయారగుచున్నది. దుంపపిండి, కర్ర పెండలముదుంపలపిండి (టాపియోకా లేదా టుపాకిబియ్యము), మన్యప్రాంతములలో దొరకు పాలగుండకూడ దుంపపిండిరకములే. సగ్గుబియ్యముకూడ పిండిద్రవ్యమే. వేడినీటిలో కరగించుటవలన పిండిని రెండు

భాగములుగా విడదీయవచ్చును. అందొకటి ద్రావ్యము 10% 20%; దీనికి ఆమిలేస్ అని పేరు. మిగిలినది అద్రావ్య భాగము (80% 90%); దానికి ఆమిలో పెక్టిన్ అని పేరు. రెండు ద్రవ్యముల నుండియు జలవిశ్లేషణము వలన గ్లూకోస్ ను కాని, మాల్టోస్ లుకాని తయారుచేయవచ్చును. కాని వీటిగుణములలో భేదము కలదు. అయిడిన్ తో ఆమిలేస్ నీలిరంగును. ఆమిలో పెక్టిన్ ఊదారంగును ఇచ్చును. ఆమిలేస్ అణుభారము 10,000-50,000 మధ్య నుండును. ఆమిలో పెక్టిన్ యొక్క అణుభారము 50,000 1,000,000 మధ్య నుండును. రెండిటి అణురచన ఒకే మాదిరిగా నుండును. ఘటకములసంఖ్యలో భేదముతప్ప అణురచనలో అసంఖ్యాకములగు  $\alpha$ -గ్లూకోస్ అణువులు గొలుసుకట్టుగా కలిసియుండును.

సెల్యులోస్ (కాష్టద్రవ్యము): సెల్యులోస్ అను పాలీసాకరైడ్ వృక్షశరీరమునకు అస్థిపంజరముగా ఆచరించుచున్నది. కర్రయొక్కయు, తక్కిన వృక్ష భాగముల యొక్కయు జీవకణములలోనుండు ద్రవ్యములో నించుమించు సగము సెల్యులోస్. ప్రత్తి దూది శుద్ధమైన సెల్యులోస్. జనపనార, గోగునారకూడ కాష్టద్రవ్యమే. దూదిని జిడ్డు పదార్థములు పోవునట్లు శుద్ధిచేసి మిగిలియున్న మలినములను తొలగించుటకు విలీనజారద్రావణముతో శుద్ధిచేయుదురు. కాగితపుపరిశ్రమకు వలయు కర్రగుఱ్ఱలో సెల్యులోస్ తో రచనా సామ్యముకల హేమిసెల్యులోస్ అను కొన్ని ద్రవ్యములు, పాలీసాకరైడ్ కాని లిగ్నిన్ అను నింకొకద్రవ్యము కలిసియుండును. సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ తో గాని, కాస్టిక్ సోడాద్రావణముతో కాని ఉడకపెట్టుట వలన కర్ర సెల్యులోస్ నుండి లిగ్నిన్ ను తొలగించవచ్చును. కర్రలనుండి లభ్యమగు సెల్యులోస్ ఏకజాతీయద్రవ్యము కాదు. అది  $\alpha$ -సెల్యులోస్,  $\beta$ -సెల్యులోస్ అను రెండు ద్రవ్యముల మిశ్రమ. వీటిని సోడాజారద్రావణముతో వేరుచేయవచ్చును. ఏలన  $\alpha$ -రూపము జారములో అద్రావ్యము; రెండవది ద్రావ్యము. రెండును గ్లూకోస్ ఘటకములనుండి ఏర్పడినవే; కూర్పులోను భేదముండవచ్చును. సెల్యులోస్ యొక్క అణుభారము 20,000-40,000 మధ్య ఉండును.

సెల్యులోస్ నుండి ప్యూత్సన్నములగు ద్రవ్యములు నైట్రేట్లు, ఆసిటేట్లు మొదలైనవి. పారిశ్రామికముగా స్టాస్టిక్లు, విదారకద్రవ్యములు చాలముఖ్యమైనవి వీటి వివరములకు ఆయాశీర్షికలను చూడనగును.

గైకోజిన్: పిండి వృక్షములకెట్లో, అల్లె గైకోజిన్ జంతువులకు కార్బోహైడ్రేట్ ను నిల్వయుంచునదిగా ఆచరిం



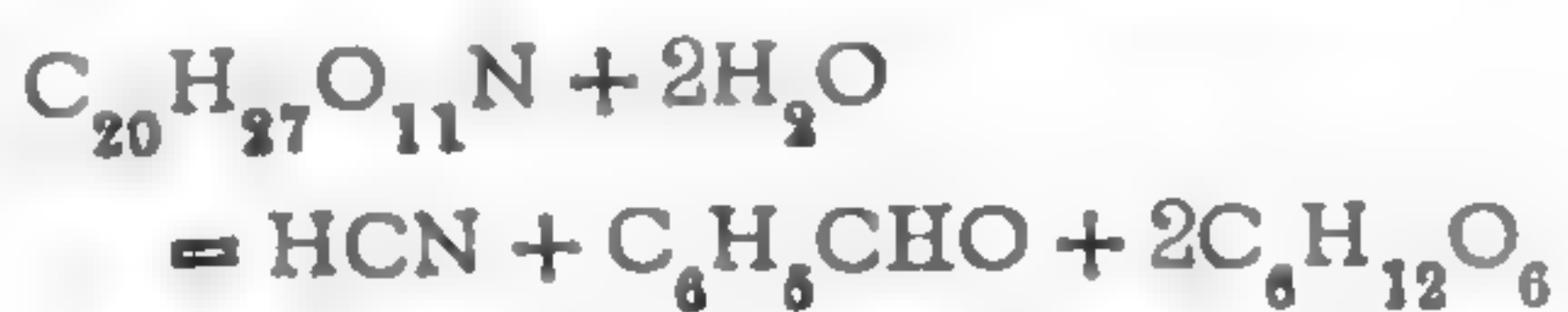
## కాలిఫోర్నియమ్

చును. అది జంతువుల యకృత్తులోను, కండరములలోను ఉండును; అయిడీన్ తో ఊదారంగు నిచ్చును. జలవిశ్లేషణము వలన నిది గ్లూకోస్ గా మారును. మాల్టోస్ వలె ఇది కూడ d-గ్లూకోస్ అణువుల యొక్క వరుస కూర్పు. ఈ కూర్పులో 12-18 గ్లూకోస్ యూనిట్లు ఉన్నట్లు అంచనా వేయబడినది.

మానవాహారములోనున్న గంజినుండి, చక్కెరనుండి యకృత్తు గ్లైకోజన్ ని తయారుచేసి నిలువగా యుంచును. ఈ గ్లైకోజన్ నిర్మాణము యకృత్తు యొక్క ముఖ్య వ్యాపారము. కావలసినప్పుడెల్ల శరీరమునకు యకృత్తు దీనిని సరఫరా చేయుచుండును. శరీరమునకు గ్లైకోజన్, వ్యాపారస్తులకు ముఖ్యమగు మూలధనమువంటిది.

గ్లూకోసైడ్లు : పంచదారజాతికి స్వభావములో చాల దగ్గరనున్న గ్లూకోసైడ్లను ప్రత్యేకతరగతియొగికములు కలవు. ఎస్ జైమ్లచేగాని, లేదా విలీనాప్లములచేగాని జలవిశ్లేషణమును పొందినపుడు ఈ గ్లూకోసైడ్లు ఒక జలాణువును గ్రహించి పంచదారగాను, ఇతరకార్బన్ యొగికములుగాను విడిపోవును.

ఉదా : చేదు కాదం పిక్కలలో ఉండు అమిద్గాలిన్ అను ద్రవ్యమునుండి హైడ్రోపైనిక్ ఆసిడ్ కాక బెన్జాల్ హైడ్రేట్, గ్లూకోస్ అను మరిరెండుయొగికములు విడివడును.



ఇవి సాధారణముగా వృక్షజన్యములు. కొన్ని జంతు శరీరములందుకూడ కన్పట్టును. వీటితో అనుబంధముగా నుండు పంచదార సాధారణముగా పెంటోస్ అయి ఉండును. వీటిని ఆ పంచదారనుండి వ్యుత్పన్నములైన ఈతర్లుగా భావించవచ్చును. (చూ. అంత సైనిక్లు పు. 163) జి. వి. చ.

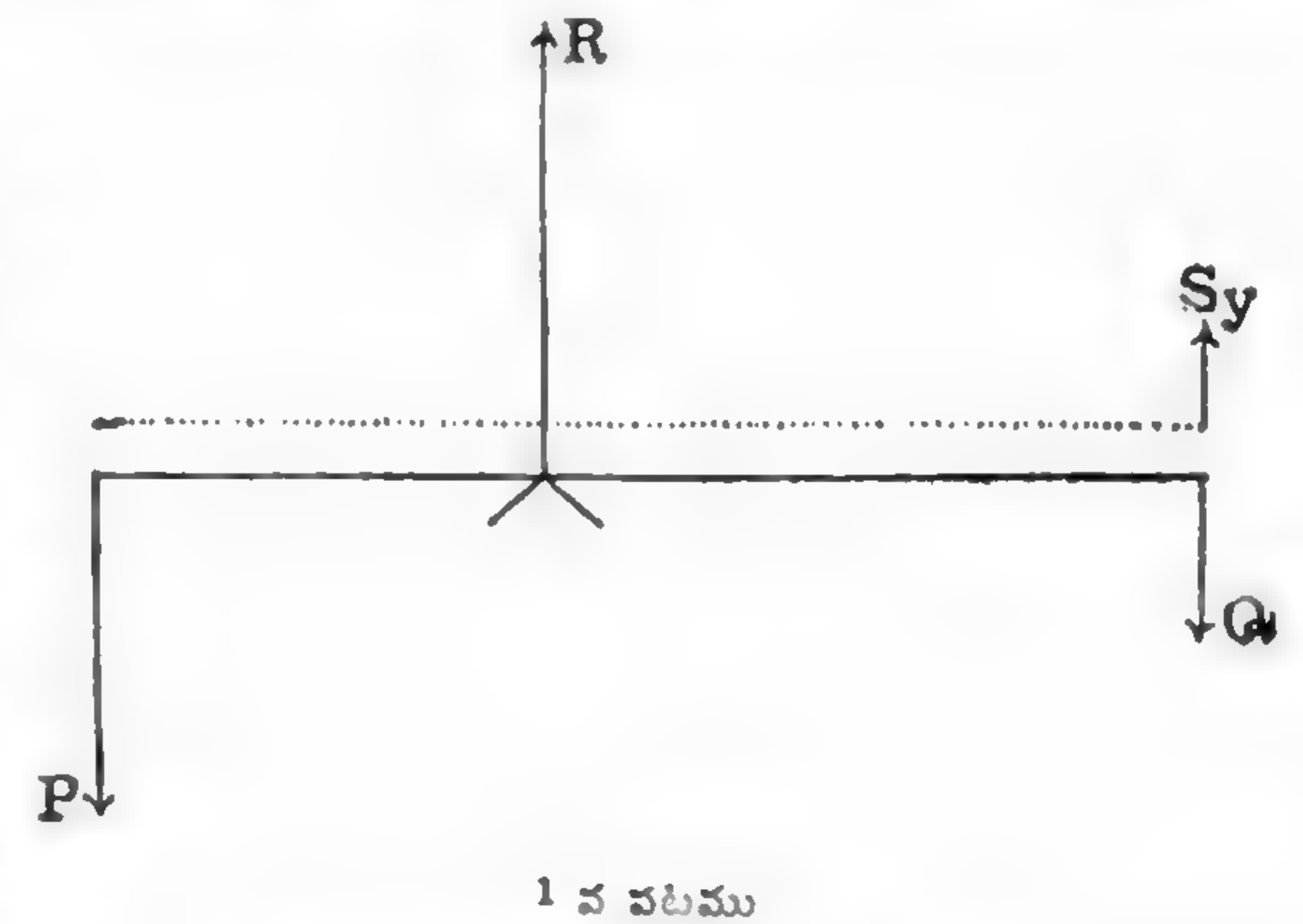
కాలిఫోర్నియమ్ : అతి అస్థిరమైన మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 93. సంకేతము Cf. పరమాణుభారము 251 (స్థూలరాశి)-244 మొదలు 254 పరమాణుభారములు గల పెక్కు సమస్థానీయములు గుర్తింపబడినవి. పరమాణుకేంద్రక పరిశోధనా కార్యక్రమములో కాలిఫోర్నియా రేడియేషన్ లేబోరేటరీలో బయల్పెడలిన మూలద్రవ్యము. పరిశోధనను నిర్వహించిన ఎస్. జి. కాంప్టన్, కె. స్మిత్, ఎ. ఘియోర్సో, జి. టి. సీబార్గ్ ప్రభృతులు నైక్లోట్రాన్ యంత్రములోని క్యూరియమ్<sup>243</sup> లక్ష్యము పైకి హీలియమ్ అయన్లను మర్దించినప్పుడు హీలియమ్ కేంద్రకము క్యూరియమ్<sup>243</sup> కేంద్రకముతో కలిసిపోయి ఒక న్యూట్రాన్ కోల్పోవును.

అప్పుడు 245 పరమాణు భారముగల కాలిఫోర్నియమ్ ఉత్పత్తియగును. \* \* \*

కాల్పనికకర్మతత్త్వము : శాఖ్యాబలనిరపేక్షముగ తోలనస్థితికి భంగము రాకుండునంత స్వల్పముగ నొకవస్తు వ్యూహములో సంభవించిన స్థానచ్యుతియందు ఆ వ్యూహ మందు వివిధబిందువులవద్ద జరిగిన కర్మరాశుల మొత్తమును పరిగణించుటవలన యాంత్రికశాస్త్రమందలి సమస్యలనేక ములను పరిష్కరించవచ్చును. ఈ అతిస్వల్ప స్థానచ్యుతిలో ఆ వస్తువ్యూహపు వివిధ బిందువుల వద్ద వివిధబలములు వివిధ కర్మరాశులను జనింపజేయును. కాని, ఆ వస్తువు మీద పనిచేయు బలము లన్నియు పరస్పరము సమతోలన స్థితిలోనున్నవగుటచే ఆ కర్మరాశుల బీజగణితసంకలనము సున్నకు సమమగును. క్రింది దృష్టాంత పరిగణనలో పై తత్త్వము విశదమగును :

రెండు సమానాంతర బలముల పరిణామితబలమును కనుగొనుట మన సమస్య అనుకొందము.

P, Q అను రెండు సమానాంతరబలములు R అను విరుద్ధ బలమునకు సమమగుపరిణామితబలమును కలిగియున్న సందర్భములో (చిత్రము 1) ఈ సమానాంతరబలములు చేనిమీద పనిచేయుచున్నవో ఆ వస్తువు ఈ సమానాంతర బలప్రయోగదిశలో అతి స్వల్పముగా రీయ అను స్థానచ్యుతిని చెందిన దనుకొందము. అట్టిస్థితిలో వస్తువుపై P చేసినపని



P.రీయ ; Q చేసినపని Q.రీయ ; తుదకు R చేసినపని - R.రీయ. పై కాల్పనికకర్మతత్త్వప్రకారము :

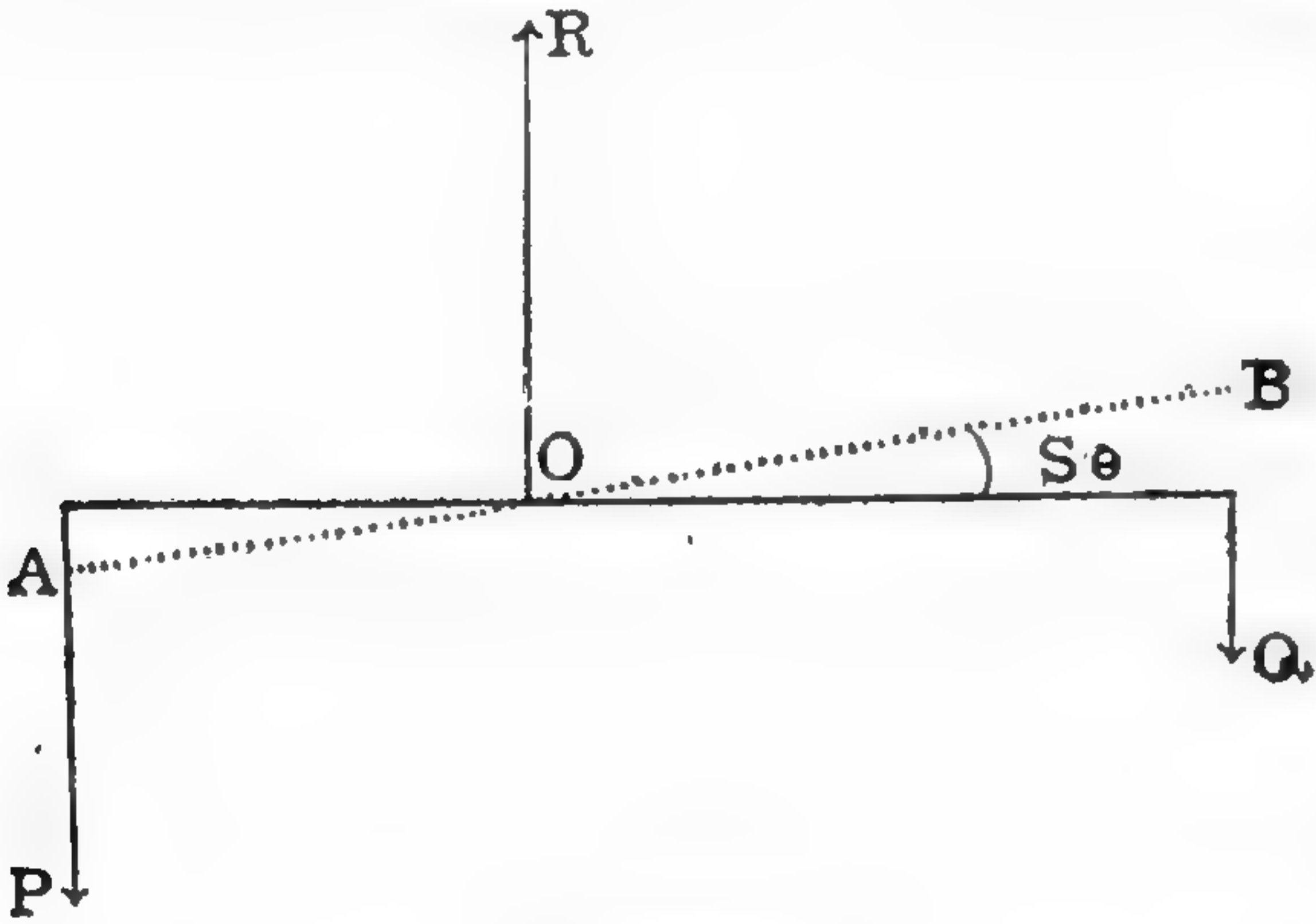
$$P.రీయ + Q.రీయ - R.రీయ = 0 ; \therefore R = P + Q.$$

మరియొక దృష్టాంతము :

'0' అను కేంద్రబిందువుచుట్టు ఒక వస్తువు రీతి అను కోణమునకు తిరిగినదనుకొందము (చిత్రము 2; పు. 297).



కేంద్రబిందువు 'O' వస్తుభ్రమణఫలముగా స్థానచ్యుతిని పొందలేదు. అందుచే 'O' వద్ద పని ఏమియు జరుగ లేదు. కాని P అను బలముయొక్క ప్రయోగబిందువు OA × 80 అను దూరమునకు జరిగినది. అందుచే P అను బలము P.A.O.80 అను పనిని చేసినది. అట్లే Q. Q.O.B. 80 అను పనిని విరుద్ధదిశలో చేసినది. కాల్పనికకర్మత త్త్వ



2 వ పటము

దృష్టిలో కర్మరాశుల బీజగణితయోగము సున్నకు సమ మగును.  $P \times AO \times \theta - R \times OB \times \theta = 0$  లేదా  $P \times OA = Q \times OB$  ఈ ఫలమును ఒక బిందుసాపేక్ష ముగా సమానాంతర బలములబిభ్రమిషలను కనుగొను సందర్భములో అరసియుంటిమి. ఇట్లే ఈ తత్త్వమును ఉపయోగించి అనేక యాంత్రికశాస్త్ర సమస్యలకు సమాధానములను బడయవచ్చును. మే. వ. న.

**కాల్షియమ్:** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 20; సంకేతము Ca; పరమాణుభారము 40.08; విశిష్టగురుత్వము 1.55. ఖనిజములు - వ్యాప్తి : కాల్షియమ్ ముఖ్యమైన ధాతువులలో నొకటి. సున్నము, సున్నపురాయి సాధారణముగ వాడబడువస్తువులే. కాల్షియమ్ ఈ పదార్థములలో సంయోగరూపముననుండు మూలద్రవ్యము. కాల్షియమ్ చురుకైన ధాతువగుటచే ప్రకృతిలో విడిగా లభించదు; యోగికముల రూపముననే దొరకును. అందు ముఖ్యమైనది కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ అను సున్నపురాయి. కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ పలురూపములలో ఉండును. చలువరాయి (మార్బిల్) అనియు, సున్నపు రాయి అనియు, సుద్ధ అనియు, దాని రంగును, స్ఫటికాకారమును, అందు చేరియుండు మాళిన్యములను బట్టియు పలువిధములైన పేరులతో వ్యవహరింపబడుచున్నది. ఈ సున్నపురాతినుండియే పలువిధములుగా ఉపయోగపడు సున్నము తయారగుచున్నది.

ప్రకృతిలో దొరకు మరొక కాల్షియమ్ యోగికము, జిప్సమ్ అను లవణము. ఇది సల్ఫేట్ లవణము; స్ఫటిక జలయుతముగా దొరకును. మరొకటి కాల్షియమ్ కార్బోనేట్, మగ్నీషియమ్ కార్బోనేట్ ల మిశ్రరూపమైన డాలమైట్ ఖనిజము,  $(CaCO_3 MgCO_3)$

ఇంకను జంతువుల ఎముకలలో చాల భాగము (కాల్షియమ్) ధాతులవణములలో నొకటగు కాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్ (భాస్వరామ్లలవణము) అనునది. కాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్ ఆపటైట్ అను భాస్వర ఖనిజములో కూడ ఉన్నది.

**ధాతుసాధన :** కొంచెము కాల్షియమ్ ఫ్లోరైడ్ కలిపిన నిర్జల కాల్షియమ్ క్లోరైడ్ లవణమును వేడిచే కరగించి, ఆ ద్రవమును విద్యుత్ విశ్లేషణమునకు గురిచేసినచో ఋణాగ్రముపై కాల్షియమ్ ధాతువు లభించును.

**గుణములు :** కాల్షియమ్ ధాతువు పరిశుద్ధముగా నున్నపుడు వెండివలెనే మెరయు మెత్తనైన ధాతువు. క్వథనాంకము  $1487^{\circ}C$ ; ద్రవాంకము  $810^{\circ}C$ ; ఇది చాల చురుకైన ధాతువు. కొద్దిగా వేడిచేసినచో హైడ్రోజన్ తోను, నైట్రోజన్ తోను, ఆక్సిజన్ తోను సులభముగా సంయోగించును. ఆమ్లములతో చాలా చురుకుగాను, నీటితో, రాసాయనికముగా ప్రతికరించును.

**ఉపయోగములు :** కాల్షియమ్ ధాతువు, ఇంతకుముందు చాల విరివిగా ఉపయోగింపబడకపోయినను, ప్రస్తుతము కొన్ని ముఖ్యమైన ధాతుమిశ్రములలోను, గాజు గొట్టములలోగాని, గాజు పాత్రలలోగాని, శూన్యప్రదేశ కల్పనకు గెట్టర్\*గాను మొదలగు వాటికి వాడబడుచున్నది.

**యోగికములు :** కాల్షియమ్ యోగికములు నేటి నవ నాగరిక యుగములో విరివిగా వాడబడుచున్నవి. పారిశ్రామికంగా వాటికి గిరాకీ మెండు. అందు కొన్ని దిగువ చర్చించబడినవి.

**సున్నము(పొడి) :** పొడి సున్నమును సాధారణముగా సున్నపురాతిని కాల్షి తయారుచేయుదురు.

సున్నపురాతినుండితయారుచేసిన సున్నమునకు రాతి సున్నమని పేరు. ఇలాగే సున్నపురాతికిబదులు సముద్ర తీరమున దొరకు గవ్వగుల్లలను ఉపయోగపరచి, కాల్షి తయారుచేసిన సున్నమును గుల్లసున్న మందురు.

**సున్నము(తడి) :** పైనివ్రాసినప్రకారము తయారుచేసిన పొడిసున్నమును చల్లారనిచ్చి దానిపైన తగుమాత్రపునీరు

\* గెట్టర్ : రేడియో వాల్ట్యులో, రేచక యంత్రముచే తీసి వేయగా మిగిలిన గాలితో రాసాయనికముగా సంయోగించి శేషించిన గాలిని నిర్మూలించుటకు ఉపయోగించు ధాతుద్రవ్యము.



కాస్మిక్ కిరణములు

చల్లినచో మిక్కిలితీవ్రమైన రాసాయనికపు మార్పు జరుగును. అనగా చల్లిననీరు ఆవిరియగునంతటివేడి జనించి కాలిన రాయిఅంతయు విరియబడి పొడియగును. ఈ పొడి, కాల్షియమ్ ఆక్సైడ్ (పొడిసున్నము) నీరు, సంయోగమున ఏర్పడిన యాగికము. దీనినే తడిసున్నము, లేదా కాల్షియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ లేదా స్లేకెడ్ లైమ్ అందురు. నీటిలో తడిసున్నము యొక్క ద్రావణీయత చాలతక్కువ. సున్నమును ఎక్కువనీటితో కలిపి తేరబెట్టినచో, పైన తేరిన నిర్మలద్రవమునకు సున్నపుతేట అనిపేరు. ఈ నిర్మలమైన సున్నపుతేట గాలిలో నున్న కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును పీల్చుకొని, దానితో సంయోగించి, కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ ఏర్పడుటవలన తేటపై తెల్లని పొర ఏర్పడును. ఈలాగే పరిశోధనశాలలో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును గుర్తించుటకు సున్నపుతేట ఉపయోగింపబడుచున్నది. సున్నపుతేట పాలవర్ణముగా మారుట కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువునకు గుర్తు.

తడిసున్నపువాడుక : సున్నము పలువిధములైన రాసాయనికపుపరిశ్రమలలోను, ఇతర పరిశ్రమలలోను ఉపయోగింపబడు చున్నది. ముఖ్యముగా వ్యవసాయములోను, గృహనిర్మాణ పరిశ్రమలోను, గాజుపరిశ్రమ, ధాతుపరిశ్రమ, కాగితపుపరిశ్రమ, చక్కెర పరిశ్రమలోను, తోట్ల పదునుచేయుటయందును, నీటిని శుభ్ర పరచుటలోను, విస్తారముగా ఉపయోగింపబడుచున్నది. ఇది ఊరములలో చాల చౌకయైనట్టియు, సులభముగా తయారుచేయుటకు వీలగునట్టియు ముఖ్యద్రవ్యము. ముఖ్యముగా కట్టుసున్నమునకు, కాంక్రీట్ తయారుచేయుటకును చాలవరకు వాడబడుచున్నది.

కట్టుసున్నము (మోర్టార్) : పొడిసున్నము ఒక పాలు గండ్రెసుక రెండు లేదా మూడు పాళ్లు తగిననీటితో కలిపి గానుగలో బాగుగా రుబ్బినచో కట్టుసున్న మగును. ఇసుక కలుపుటచే కట్టుసున్నము ఎండినప్పుడు ఎక్కువ సంకోచించదు ; కనుక పగుళ్లేర్పడవు. ఇసుకవలన కట్టుసున్నము గుల్లపారి గాలిలోని కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును పీల్చుకొని కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ ఏర్పడి గట్టిపడును.

సున్నపురాయి : ప్రకృతిలో సున్నపురాయి, చలువరాయి, సుద్ద, పగడము, ముత్యము, సముద్రతీరమున దొరకు గవ్వగుల్లలు భిన్న భౌతికరూపములలో దొరకినను, ఇవన్నియు రాసాయనికముగా కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ యొక్క రూపాంతరములే. వీటి వివిధాకారవర్ణములను పట్టి వివిధోపయోగములకు వాడబడుచున్నవి. స్వచ్ఛముగా స్ఫటికరూపములోదొరకు సున్నపురాతికి 'పిన్ లాండ్

స్పార్ ' అనియు, స్వచ్ఛత తక్కువగానుండు దానికి 'కాల్ నైట్ ' అనియు పేర్లు.

సున్నపురాతి ఉపయోగములు : దీనిని ఎక్కువగా పొడి సున్నము తయారు చేయుటకును, ఇనుము తయారు చేయుటలోను, గాజు, సిమెంటు తయారుచేయుటకును పరిశోధనశాలలో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును తయారు చేయుటకును వాడబడుచున్నది. సున్నపురాయి చలువరాయిగా గోడలుకట్టుటకును, అలంకరించుటకును ఉపయోగపడుచున్నది. ఇది పలురంగులు కలది ; నలుపు ఎరుపు, బూడిదరంగు, పసుపు, రోజా వర్ణములు కలిగి ఉండును.

పగడము, ముత్యము : కొన్ని సూక్ష్మజీవులు సముద్రపు అడుగుభాగముననుండు కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ ద్రవ్యమును సేకరించి పగడమురూపమునను ముత్యమురూపమునను విసర్జించును. ఎంతవిలువగల పగడమైనను, ముత్యమైనను, ఆసిడ్ లో వేసినపుడు నిమిషములో బుసబుసమని కరగి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ను విడిచిపెట్టును.

కాల్షియమ్ క్లోరైడ్ : ఈ లవణము పెక్కురాసాయనిక పరిశ్రమలలో ఉపద్రవ్యముగా తయారగును (చూ. ఆల్కలీ ధాతువులు, పు. 190). దీని కేమియు ముఖ్యమైన ఉపయోగ మింతవరకు లేదు. కాని దీనికి చాలవిరివిగా తడినిపీల్చు కొనుగూడుమున్నది ; అందువలన పరిశోధనశాలలో పలువిధములైన వాయువుల తడిని పొడిగాచేయుటకు ఉపయోగింపబడుచున్నది. (చూ. బిరిలియమ్ వర్ణము.) బి.గో.కృ.

కాస్మిక్ కిరణములు : చూ. విశ్వకిరణములు.

కిణ్వప్రక్రియ (ఫెర్మెంటేషన్) : జీవరాసాయనిక ప్రక్రియ చక్కెరను పులియబెట్టిన ఎలిల్ ఆల్కహాల్ అను మద్యసారమును పొందవచ్చును ; చెరకు చక్కెర ద్రావణమును పులియబెట్టినప్పుడు మొదలు ఇన్వర్టేజ్ (సూక్రోజ్) అను ఎస్ కైమ్ ప్రేరక ద్రవ్యముగా ఆచరించి చక్కెరను గ్లూకోస్, ఫ్రక్టోస్ గా విడగొట్టును. మరల ఈ గ్లూకోస్, ఫ్రక్టోస్, జైమేజ్ ప్రేరక ప్రభావమున ఎలిల్ ఆల్కహాల్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ గా విడివడును. ఈ ప్రక్రియకు కిణ్వప్రక్రియ అనిపేరు. చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ - సిరకా చేయువిధానము ; కార్బోహైడ్రేట్ లు. \* \* \*

కిర్కాఫ్, గెస్ట్ రాబర్ట్ (1824 - 1887) : జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. మొదట హైడిల్ బర్గ్ లోను, తరువాత బెర్లిన్ లోను ఆచార్యవదవిని అలంకరించెను. బున్ సెన్ విజ్ఞానితోకూడ వర్ణమాల దర్శకమును నిర్మించిన ప్రతిభా వంతుడు. వర్ణమాలదర్శక సహాయమున రాసాయనిక విశ్లేషణ కళను చాలపెంపొందించెను. సూర్యవర్ణమాలలో



పెక్కు రేఖలను గుర్తించి ఫ్రాన్ హోఫర్ తిమిరరేఖలకు సరియైన వివరణము నీయగలిగెను. "వేడిచేసినప్పుడు ఒక వస్తువు వెలిబెట్టు కాంతి తరంగములనే ఆ వస్తువు చల్లగా నున్నప్పుడు తిరిగి విచూపించును." అను ఈయన పేరును మోయుచున్న నియమము ఈయన కనుగొనినదే. 1850 లో బున్ సెన్ తోకూడ సీజియమ్, రుబిడియమ్ అను తారధాతువులను వర్ణమాల విశ్లేషణ పద్ధతిని ఉపయోగించి కనుగొనెను. (చూ. భౌతిక విజ్ఞానము - 19 వ శతాబ్దము పు. 40 - 41.) మే. వ. న.

కీటోన్లు : చూ. ఆల్డిఫైడ్లు, కీటోన్లు - పు. 185.

కూలామ్, ఛార్లెస్ ఆగస్టీన్ (1786 - 1806) : ఫ్రెంచ్ భౌతిక విజ్ఞాని. కొంతకాలము సైనికదళములో ఇంజనీర్ గా పనిచేసి, ఫ్రెంచ్ విప్లవసమయమున ఉద్యోగమునుండి విరమించి జీవితాంతము వరకు భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనలయందు కూలామ్ నిమగ్నుడై యుండెను. ఈయన ప్రధాన పరిశ్రమ విద్యుత్తునకు, అయస్కాంతత్వమునకు చెందిన జ్ఞానరంగములయందు మార్గదర్శకమైనది. ఈయన మోటన తులాయంత్రమును నిర్మించి దానిసహాయమున విద్యుదావేశముల పరస్పర ఆకర్షణ అపకర్షణములను గురించిన నియమమును ప్రాయోగికముగా స్థాపించెను.

(చూ. కూలామ్ నియమము). విద్యుద్రాశిని కొలుచుటకై నియమితమైన యూనిట్ నకు పేరు 'కూలామ్' అని ఈయన స్మారకముగ పెట్టబడినది. మే. వ. న.

కూలామ్ నియమము : విద్యుదావిష్ట వస్తువులమధ్యగాని, అయస్కాంత ధ్రువముల మధ్యగాని కనిపించు ఆకర్షణ, అపకర్షణ బలముల ప్రకృతిని నిరూపించు నియమము. ఇదికూడ న్యూటన్ బలనియమమువలె వస్తువులమధ్యనుండు దూరముయొక్క వర్గముతో ఆకర్షణ లేదా అపకర్షణబలము ప్రతిలోమముగా మారుచుండునని నిరూపించును.  $e_1, e_2$  లు రెండు వస్తువులపైనున్న విజాతీయా

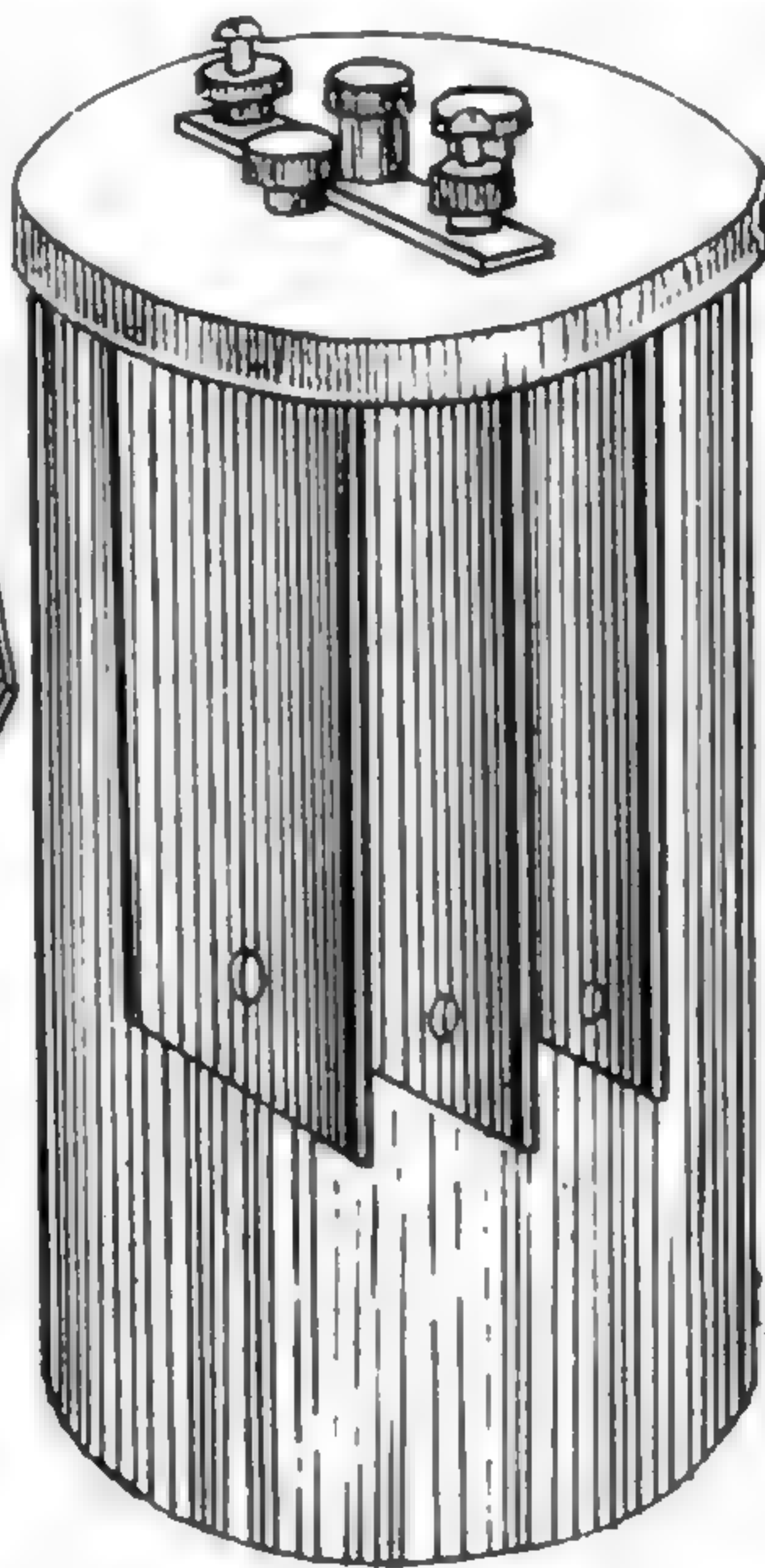
వేశములై,  $r$  వాటి మధ్యదూరమైనపుడు ఆకర్షణ బలము :

$$f = \frac{1}{K} \cdot \frac{e_1 \times e_2}{r^2} \dots \dots \dots (1)$$

అట్లనే  $m_1, m_2$  లు రెండు అయస్కాంతముల విజాతీయ ధ్రువబలములై వాటిమధ్య దూరము  $r$  అయినప్పుడు వాటిమధ్య కననగు ఆకర్షణబలము :

$$f = \frac{1}{\mu} \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \dots \dots \dots (2)$$

ఈ రెండు సమీకరణములందును కనబడు  $K, \mu$  లు స్థిరాంకములు, శూన్యమందుకన్న ద్రవ్యయానకములో ఈ బలముల ప్రభావము తగ్గుటచే యానకద్రవ్య స్వభావాను గుణములగు  $K, \mu$  స్థిరాంకములు హారములోనికి ఎక్కినవి. శూన్యమందు ఈ స్థిరాంకముల మూల్యము ఒకటి. మే. వ. న.



కూలామ్ మాపకము: ఒక విద్యుద్వలయములో ప్రవహించు విద్యుద్రాశిని కొలుచుటకు ఉపయోగించు విద్యుత్ విశ్లేషణ ఘటము. దీనికి 'వోల్టామాపక' మని మరొక పేరు కూడ కలదు.

ఫారడే మొదటి విద్యుత్ విశ్లేషణ నియమము ప్రకారము ఒక విద్యుద్వలయములో ప్రవహించు విద్యుద్రాశికి ఆ వలయమందుంచబడిన ఒక ద్రావణములోని ఋణాగ్రముపై విడుదలయగు రాసాయనిక ద్రవ్యరాశి మానము.

ఈ విడుదలయగు రాసాయనిక ద్రవ్యరాశి, వెండి, రాగివంటి మూలద్రవ్యమగుచో ఆ మూలద్రవ్యము ఋణాగ్రముపై పొరగా ఏర్పడును. ఋణాగ్రమును ప్రయోగమునకు పూర్వము, తరువాత తూచినచో పొరగా ఏర్పడిన ద్రవ్యరాశిని నిర్ధరించవచ్చును.

ఈ ప్రక్రియ ఆధారముచేసికొని అంతర్జాతీయ కూలామ్ అను విద్యుద్రాశి యూనిట్ ను భౌతికశాస్త్రజ్ఞులంద

వెండి కూలామ్ మాపకము



కృష్ణన్, కరియమానిక్కం శ్రీనివాస

రును ఏకమై నిర్వచించిరి. ఆ సమాఖ్య ప్రకారము సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణములో ముంచిన వెండి ఋణాగ్రముపై 0.0011800 గ్రాము వెండిని విడుదలచేయగల విద్యుద్రా శక్తి కూలామ్ అనిపేరు.

ఈ విడుదలయగు రజతరాశిని నిర్ణయించుటకు ఉపయో గించు పరికరము 289వ పుటలోని చిత్రములో కననగును.

ఈ పాత్రలో మూడు రజతఫలకములు ఉన్నవి. అందు మధ్యనున్న పలుచటిరేకు ఋణఫలకము అందుపై ననే వెండి పొరగా పర్పడును. దానిని తూచుటకై సులభ ముగా వేరుచేయ వచ్చును. తక్కిన రెండు రేకులును ధన ఫలకములు. ఇందుపయోగించు ద్రావణము సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణము.

పరికరమందు వెండిరేకులకు బదులుగా రాగిరేకులను కూడ వాడుకచేయుదురు. ఈ పరికరమునకైన ద్రావణ మును 5 గ్రాముల గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, 5 గ్రాముల శుద్ధమైన ఆల్కహాల్ 100 గ్రాముల నీటితో కలుపగా వచ్చిన ద్రావణమందు 15 గ్రాముల మైలతుత్తపు స్పటిక ములను కరగించి తయారుచేయుదురు. మే. వ. న.

కృష్ణన్, కరియమానిక్కం శ్రీనివాస (1898 - 1982): అధునాతన భారతీయ భౌతికవిజ్ఞానులలో పేరు పొందినవాడు. కృష్ణన్ మద్రాసులోని క్రిస్టియన్ కాలేజి యందు విద్యనభ్యసించి 1918 లో మద్రాసు యూనివర్సిటీ నందు పట్టభద్రుడయ్యెను.

కలకత్తా యూనివర్సిటీలో రెండేండ్లు చదివిన తరువాత 1922 లో ఎమ్. ఏ. పరీక్షలో కృతార్థుడై నూతన పరిశోధనలను కావించి మద్రాసు యూనివర్సిటీ 'డాక్టరు' బిరుద మునుసంపాదించెను.



కరియమానిక్కం శ్రీనివాస కృష్ణన్

తరువాత ప్రసిద్ధభారతీయ భౌతిక విజ్ఞాని రామన్ కు 'రామన్ ఫలితము'ను (చూ. రామన్ ఫలితము) కనిపెట్టుటలో సహాయుడుగా ఉండెను. 1928 నుండి 1928 వరకు కలకత్తాలోనున్న 'ఇండియన్ అసోసి యేషన్ ఫర్ ది కల్చివేషన్ ఆఫ్ సైన్స్' పరిశోధన శాలలో కాంతి పరిక్షేపణము, స్పటికముల భౌతిక రాసాయనిక లక్షణములు, అయస్కాంతత్వము మొదలగు విష

యములను గూర్చి పరిశోధనలు అనేకములను గావించెను. 1928 నుండి 1933 వరకు ఢక్కా యూనివర్సిటీయందును, తరువాత 1942 వరకు మీద చెప్పిన ఇండియన్ అసోసి యేషన్ లోనే భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనాచార్యుడుగను, తరువాత 1948 వరకు అలహాబాదు యూనివర్సిటీలో ఆచార్యుడుగను పనిచేసి 1948లో నూతనముగ న్యూఢిల్లీలో భారత ప్రభుత్వముచే స్థాపితమైన జాతీయభౌతిక విజ్ఞాన ప్రయోగశాల (నేషనల్ ఫిజికల్ లేబొరేటరీ)కు డైరెక్టరుగా నియమితుడై జీవితాంతము (1982)వరకు ఆ పదవి నిర్వహించెను. గొప్ప వైజ్ఞానికులవలె ఈయనకూడ అనేక బహుమానములకు పాత్రుడైనాడు. 1940 లో రాయల్ సొసైటీ సభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడెను. పి. భి. రా.

కెప్లర్, జోహాన్ (1571-1630): జర్మను గణితవేత్త; ఖగోళశాస్త్రవిదుడు. ట్యులింగన్ యూనివర్సిటీయందు చదువు ముగిసిన తరువాత గ్రాట్ (స్విట్జర్లాండ్) విద్యా సంస్థలో గణితశాస్త్రాధ్యాపకుడుగా 1593 లో ప్రవేశించెను. కొన్ని మతవిషయకపు చిక్కులచే గ్రాట్ నగరమును ఆయన విడిచిపెట్టి ప్రాగ్ పట్టణములో ఖగోళశాస్త్రప్రత్యవేక్షణ లలో నిమగ్నుడైయున్న టైకోబ్రాహి విజ్ఞాని వద్దకు ఖగోళ పరిశోధనలకై చేరుకొనెను. టైకోబ్రాహివద్ద ఖగోళచలనములతో పరిచయము బాగుగ సంపాదించిన తరువాత తన పేరటనున్న మూడు గ్రహచలననియమము లను కెప్లర్ స్థాపించెను. అంతియేకాక, భూమిపై సముద్రపుపాటుపోట్లు చంద్రుడు భూమిపై నెరపు ఆకర్షణ వలన జరుగుననికూడ తెలిసికొనగలిగెను. గణితశాస్త్ర మందు కాంతిశాస్త్రమందు కూడ పరిశోధనల కావించి తత్ఫలితముగా విశ్వస్వభావము గణితశాస్త్ర నిర్దేశ్యమను విశ్వాసమును ఈయన వెలిబుచ్చెను. కె. గె.

కెమేరా : చూ. చాతుషపరికరములు.

కేలోరీ మీటరు : చూ. ఉష్ణతామితి.

కెల్విన్, విలియమ్ టామ్సన్ (1824 - 1907) : గ్లాస్గో, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలలో విద్యనేర్చిన తరువాత గ్లాస్గోలో 1848 లో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా పనిచేసెను. 1871-లో బ్రిటిష్ అసోసియేషన్ అధ్యక్షపదవిని, 1880 మొదలుకొని 1895 వరకు రాయల్ సంఘాధ్యక్షపదవిని నిర్వహించెను. నాటికాలమున విజ్ఞానవేత్తలలో నేతృత్వ స్థానమును స్వీకరించిన ప్రతిభాశాలి. దర్పణ విద్యుత్మాపకము, కెల్విన్ ప్రమాణ తులాయంత్రము, గైరోస్టాట్, క్వాడ్రంట్ విద్యుత్మాపకము మొదలగు పరికరములను నిర్మించెను. తాపమునకు, యాంతికశక్తికి గల సంబంధ మును సూత్రీకరించిన జౌల్ నియమము యొక్క మహత్త్వ



మును గుర్తెరింగియు, కార్నోచే ఈ వరకే స్థాపితమైన వేడివల్ల లభ్యమగు యాంత్రికశక్త్యంశమును గురించిన నియమమును కార్నోచే కన్న ఎక్కువ ప్రయోజనకరముగా నిర్వచించియు, శక్తిశాస్త్రమునకు సుస్థిరమైన పునాదిని వేసెను. ఈ సందర్భమున ఈయన స్థాపించిన తాపక్రమ పరమమానము నేటి వరకును వాడుకలో ఉన్నది. ఈయన వలన అభివృద్ధిని గాంచని భౌతిక శాస్త్ర శాఖ లేదు. ఈతర్ ఉనికియందు దృఢమైన విశ్వాసము కలవాడు; విశ్వప్రవృత్తిని యాంత్రిక సంఘటనగా వివరించు వారలలో ఈయన అగ్రగణ్యుడు. అందువలననే యాంత్రిక నమోనాద్యారా నిరూపించబడనంతవరకు ఏ సంఘటనయైనను ఆయనకు బోధపడదని తెలియపరచెను. కె. గె.



విలియమ్ టామ్సన్ కెల్విన్

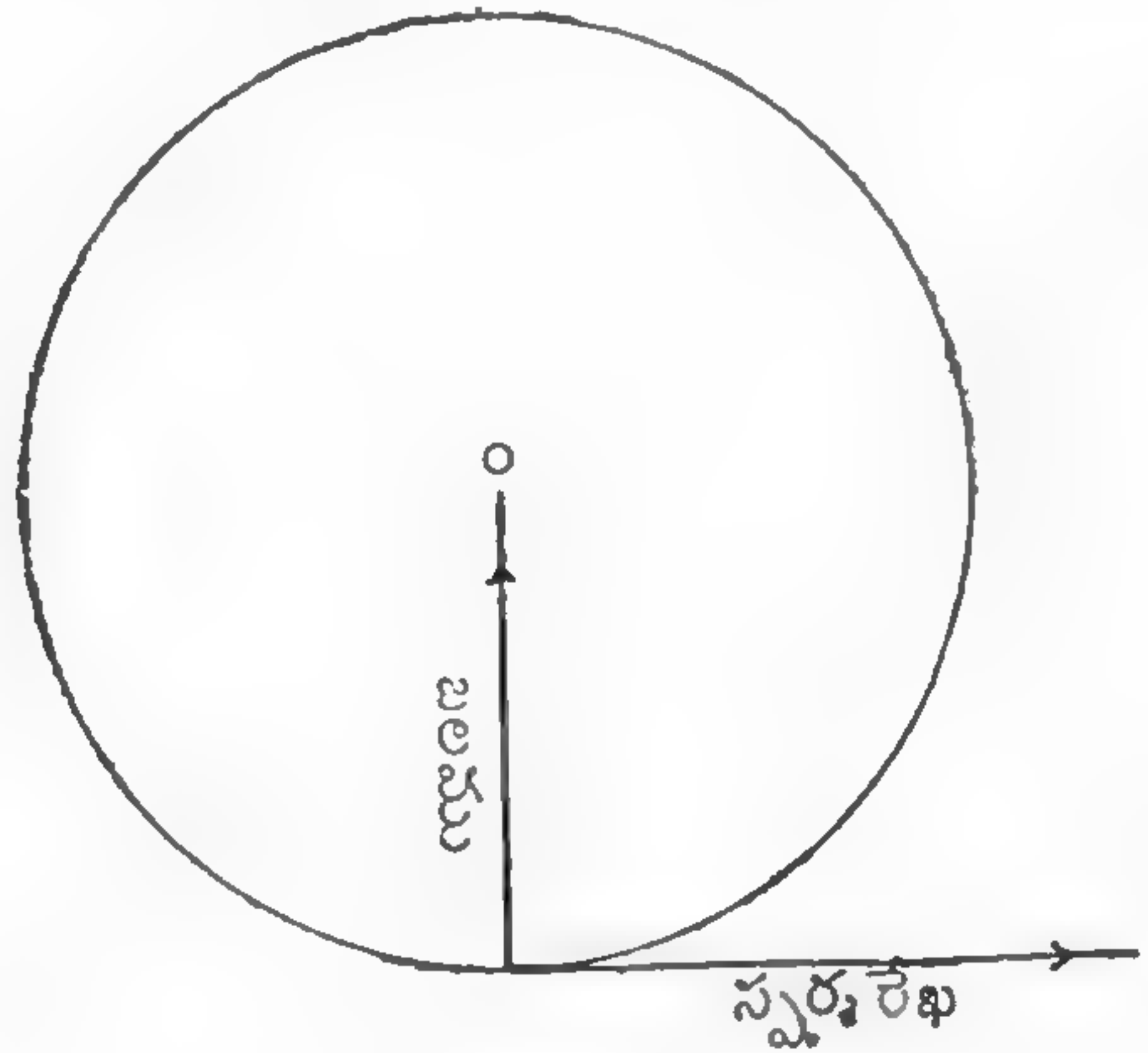
కేంద్రక భౌతికశాస్త్రము: చూ. పరమాణు విజ్ఞానము. కేంద్రకము : పరమాణుగర్భము ఇందు ధనావిష్ట ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు, ఇంకను మీసాన్ న్యూట్రాన్ వంటి ఇతర మౌలిక కణములు ఉండును.  $10^{-12}$  సెంటీ మీటరులు వ్యాసము కలిగిన పరమాణుకేంద్రకము ఉరపు బహుస్వల్పము. అయితే కేంద్రకమును గూర్చి ఇదమిత్యమని ఇంతవరకు తేలలేదు; కేంద్రక పరిశోధనలు జరుగుచునే ఉన్నవి.

చూ. పరమాణురచన; మౌలిక కణములు; ప్రోటాన్; న్యూట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్, ఆల్ఫాకణములు. \* \* \*

కేంద్రాపసారిబలము : వర్తులమార్గమున తిరుగునట్లు నిర్బంధమునకు లోబడిన వస్తువు, ఆ వర్తుల కేంద్రమునకు విరుద్ధదిశలో తప్పించుకొని పోవుటకు చూచును. ఈ తప్పించుకొన చూచుటలో అది కేంద్రమువైపు తనను లాగుచున్న కేంద్రాభిముఖబలమును, సమానపరిమాణము గల బలముతో ప్రతిఘటించును. ఈ ప్రతిఘటన బలమునకు 'కేంద్రాపసారిబలము' అని పేరు. ఈ రెండు బలములును వస్తువు వర్తులకక్ష్యలో తిరుగుచున్నంతసేపు సమతుల్యస్థితిలో నుండును. ఇవి రెండును వస్తువు ద్రవ్యరాశి ( $m$ ) ని దాని కేంద్రాభిముఖత్వరణము  $4\pi^2 r/T^2$  చే గుణించగా వచ్చిన ఫలమునకు సమానము.

కేంద్రాభిసారిముఖబలము = కేంద్రాపసారిబలము  
 $= m \times 4\pi^2 r/T^2$  (చూ. కేంద్రాభిసారిబలము). మే.వ.న.

కేంద్రాభిసారిబలము : ఒక దారపు కొనకు కట్టిన రాయి గిరగిర ఏకవిధముగా తిరుగుచున్న దనుకొందము (చూ. చిత్రము 1). దారములేనిస్థితిలో దాని జడత్వ కారణముగా అది స్వీకరించు ఋజుమార్గమునుండి, దానిని



చిత్రము 1

ఎప్పటికప్పుడు కేంద్రమువైపు మళ్లించు స్థిరపరిమాణము గల బల మొకటి రాతిపై పనిచేయుచున్నది, అనుకొనినచో రాతి వర్తులచలనమును బోధపరచుకొన వచ్చును.

వర్తులకక్ష్యలో రాయి చలించు రేటు  $v$  ( $v = \frac{\text{దూరము}}{\text{చలనము}}$ ) స్థిరముగానున్నను, దాని గమనదిశ క్షణక్షణమును మారుచుండుటచే, రాతికి త్వరణము కలదు. ఈ త్వరణము  $a$  అనియును, దారపు పొడవు  $r$  సెం.మీ. అనియు అనుకొనినచో దాని త్వరణము  $a = \frac{v^2}{r}$  .... (1) అని సులభముగా లెక్కింప వచ్చును. రాతిది వర్తులచలనము గనుక,

వర్తులపరిధి  $2\pi r$  గనుక, దాని వేగము  $v = \frac{2\pi r}{T}$  .... (2).

ఇచ్చట  $T$  రాయి ఒక వర్తులమును చుట్టివచ్చుటకు అగు కాలము. ఈ వేగమూల్యమును మొదటి సమీకరణములో జొన్పినచో  $a = \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 / r = 4\pi^2 r/T^2$ . రాయివర్తులకక్ష్యను ఒక సెకనులో చుట్టివచ్చు పర్యాయసంఖ్య ( $n$ ) ను అనగా, పౌనఃపున్యమును : పై సమీకరణములో ప్రవేశపెట్టిన,  $n = 1/T$  గనుక  $a = 4\pi^2 n^2 r$ .

రాతిద్రవ్యరాశి  $m$  అయిన, దానిమీద దారముగుండ పనిచేయు కేంద్రాభిముఖబలము.

$f = m4\pi^2 r/T^2 = m4\pi^2 n^2 r$  దారపు బిగి ఈ బలమును



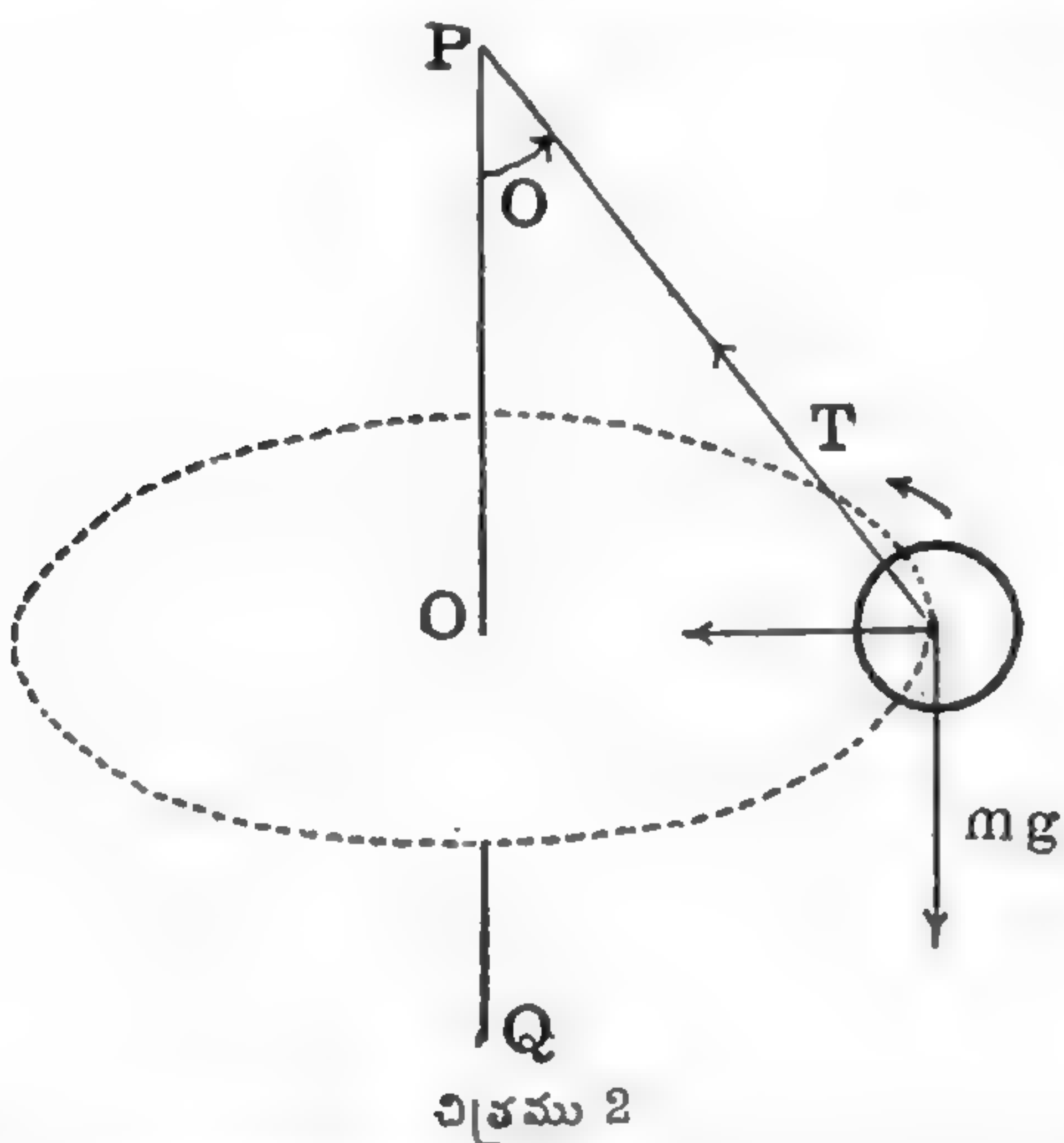
కేకులే, ఫ్రీడ్రీచ్ బౌగుస్ట్

రాతిపై నెరపును. ఈ బలకారణమున ఋజుమార్గమునుండి రాయి ప్రతిక్షణమందును మళ్లించబడి వర్తులగమనమును తీసికొనవలసి వచ్చినది. ఇట్టి స్థితిలో రాతిమీద పనిచేయుచున్న బలములెవ్వి యను ప్రశ్నకు, కేంద్రమువైపు రాతిని లాగుచున్న ఒకే ఒకబలము ఆ రాతిపై పనిచేయుచున్నదని సమాధానము చెప్పవలెను. వర్తులపు అర్థవ్యాసముగుండ రాతిపై కేంద్రమువైపు నెరపబడు బలమునకు కేంద్రాభిసారిబలము అని పేరు. దాని విలువ ఈ వరకే  $f = m4\pi^2 r/T^2$  అని నిరూపితమైనది.

ఇక్కడ ఒకవిషయము ముఖ్యముగా గుర్తించవలెను. పై చిత్రములో ఏక్షణమందైనను రాతియొక్క గతిభారము  $mg$  అగును. ఆ గతిభారము ఎప్పుడును రాయిఉన్న బిందువువద్ద వర్తులమునకు గీసిన స్పర్శరేఖదిశను చూపుచుండును. రాయి వర్తులకక్ష్యలో ఏకవిధముగా చలించుచున్నది కనుక, గతిభారపు పరిమాణములో మార్పులేదు కాని, దాని దిశ ప్రతిక్షణము మారుచున్నది. గతిభారము సదిశరాశి (వెక్టర్) అని భావించినచో ఇచ్చట గతిభారము అనవరతముగా కాలముతో మారుచున్నది. అందువలన, న్యూటన్ రెండవబలనియమమును అనుసరించి, ఈ రాతియొక్క వర్తులచలనములో ఒకబలము పనిచేయుచుండవలెను. ఇదియే కేంద్రాభిసారిబలము. కేంద్రాభిసారిబలమునకు దృష్టాంతములు :

(a) శంకాకారముగా తిరుగుచున్న లోలకము.

ఇచ్చట దారపుకొనను కట్టిన బరువు  $m$  శంకాకార



ముగా ఒక ఊర్ధ్వాక్షము  $pq$  చుట్టు తిరుగుచున్నది. భారము  $m$  కేంద్రము O వైపు త్వరింపచేయబడుచున్నది. చలన నియమానుసారముగ  $m$  పై పనిచేయుచున్న కేంద్రాభిసారిబల మొకటి ఉండవలయును.

(b) భూమిచుట్టు చంద్రునిగతి, కేంద్రాభిముఖబలము నకు ఇంకొకదృష్టాంతము. భూమికేంద్రమువైపు చంద్రుడు త్వరింపచేయబడుచున్నాడు. చంద్రునిపై భూమి నెరపు గురుత్వాకర్షణబలమే ఈ కేంద్రాభిసారిబలము.

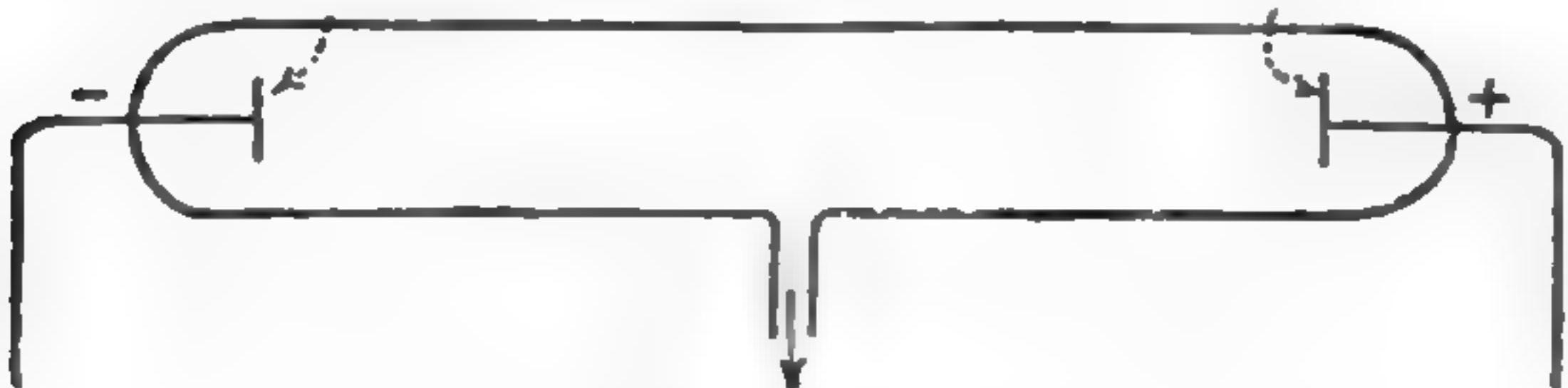
. ఇవిగాక ఇంజనుగవర్నర్లు, పాలనుండి పచ్చివెన్నను వేరుచేయు క్రిమ్ సెపరేటర్లు, ఈ కేంద్రాభిసారిబలమునకు ఉదాహరణములు. మే. ప. న.

కేకులే, ఫ్రీడ్రీచ్ బౌగుస్ట్ (1829 - 96): జర్మను రాసాయనికుడు; డార్మిస్టాట్లో జననము. లీబిక్ చే ప్రేమితుడై రాసాయనిక శాస్త్రమును అభ్యసించెను. గీస్సెల్ యూనివర్సిటీలయందు చదువుముగించినతరువాత తొలిని ఫ్రెంట్లో తరువాత బాన్లో ఆచార్యుడుగా పని చేసెను. రాసాయనిక శాస్త్రమునకు ఈతడు గావించిన ముఖ్య నిర్వాహము కార్బన్ యోగికముల రాసాయనిక రచనను గురించినది. కార్బన్ పరమాణువులలో పరస్పర సంఘటితములై ఆయతవివృత శృంఖలము లేర్పడుటను అవియే కొన్ని సందర్భముల (ఆరోమాటిక్ యోగికము లందు) సవృతపలయములుగా ఏర్పడుటను ప్రయోగమును ఆశ్రయించి నిరూపించి, కార్బన్ యోగిక రచనాను శీలనకు పునాదులు వేసెను. అందువలననే కేకులే జీవిత స్మారకోపన్యాసమందు ఎఫ్. ఆర్. జాప్ “ఆధునిక కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్ర శరీరమందు నాల్గింట మూడు వంతులు సాక్షాత్తుగాగాని పరంపరగాగాని కేకులే ఉపజ్ఞగా బెన్జీన్ రచనాసిద్ధాంతమునుండి జనించినదే” అని చెప్పినది అతిశయోక్తి కాదు. మే. ప. న.

కేతోడ్ కిరణములు : వాయువులు సాధారణముగ ఒక వాతావరణప్రేషములో విద్యుద్వాహకములు కావు. వాటిద్వారా విద్యుత్తును పంపించుటకు అత్యధికబలము గల విద్యుత్ క్షేత్ర మావశ్యకము. అత్యల్పప్రేషములో ఉన్న వాయువులగుండ విద్యుత్తును పంపించుట సులభమని 18 వ శతాబ్దమున తెలిసినది. ఈ శతాబ్దమధ్య కాలమున గెయ్స్లర్ అనువిజ్ఞాని మూయబడిన కొనల ద్వారా చిన్న ప్లాటినమ్ తీగముక్కలను అతికించిన గాజు గొట్టములను వాయుశూన్యము కావించి వాటిద్వారా విద్యుత్తును గొట్టములోనికి పంపినపుడు అతిమనోహరమైన కాంతిప్రసారము గొట్టమున కనిపించినది. గొట్టములోని వాయువు సాధారణవాయువైనచో గొట్టములో ఊదారంగుగల కాంతి ఉద్భవించును. ఈ గొట్టములకు ‘గెయ్స్లర్ గొట్టము’ అనియు, అందు కాంతిఆవిష్కారముతో ప్రసరించు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు ‘కాంతియుతవిద్యుదుత్సర్గ మనియు పేరు.



ఒక గెయ్స్లర్ నాళమును తీసికొని, మనము దాని గుండ్ర ప్రరోచనవేష్టనము (ఇండక్షన్ కాయిల్) ద్వితీయ వేష్టన అగ్రములనుండి ఉద్భవించు విద్యుదుత్సర్గమును పంపజూచినపుడు మొట్టమొదట విద్యుత్తు గొట్టములో అగ్రములమధ్య ప్రసరించునట్లు అగుపడదు. విద్యుదగ్రములమధ్య స్థాపింపబడిన విద్యుత్ ప్రేషము అత్యధికముగ నుండినగాని గొట్టములో విద్యుత్ ప్రవాహచిహ్నం అగుపడవు.



ఉత్సర్గ నాళము

కాని, ప్రక్కను అమర్చబడిన చిన్నగొట్టముద్వారా నాళమందుండు గాలిని రేచకయంత్రసహాయమున పైకి వెడలించుటచే, విద్యుదుత్సర్గము సులభముగా గొట్టములో అలుముకొనగలదు. కొంత అవధివరకు గొట్టములోని గాలి పైకిపోవుకొలది, అనగా, శూన్యము పొచ్చుకొలది, గొట్టములో ఉత్సర్గము సుళువుగ ప్రసరించగలదు. అందు మిగిలినగాలి వింతకాంతులను ఈనుటచే ఈ గొట్టములు మొట్టమొదట వినోదములుగ పరిగణింపబడుచుండెడివి.

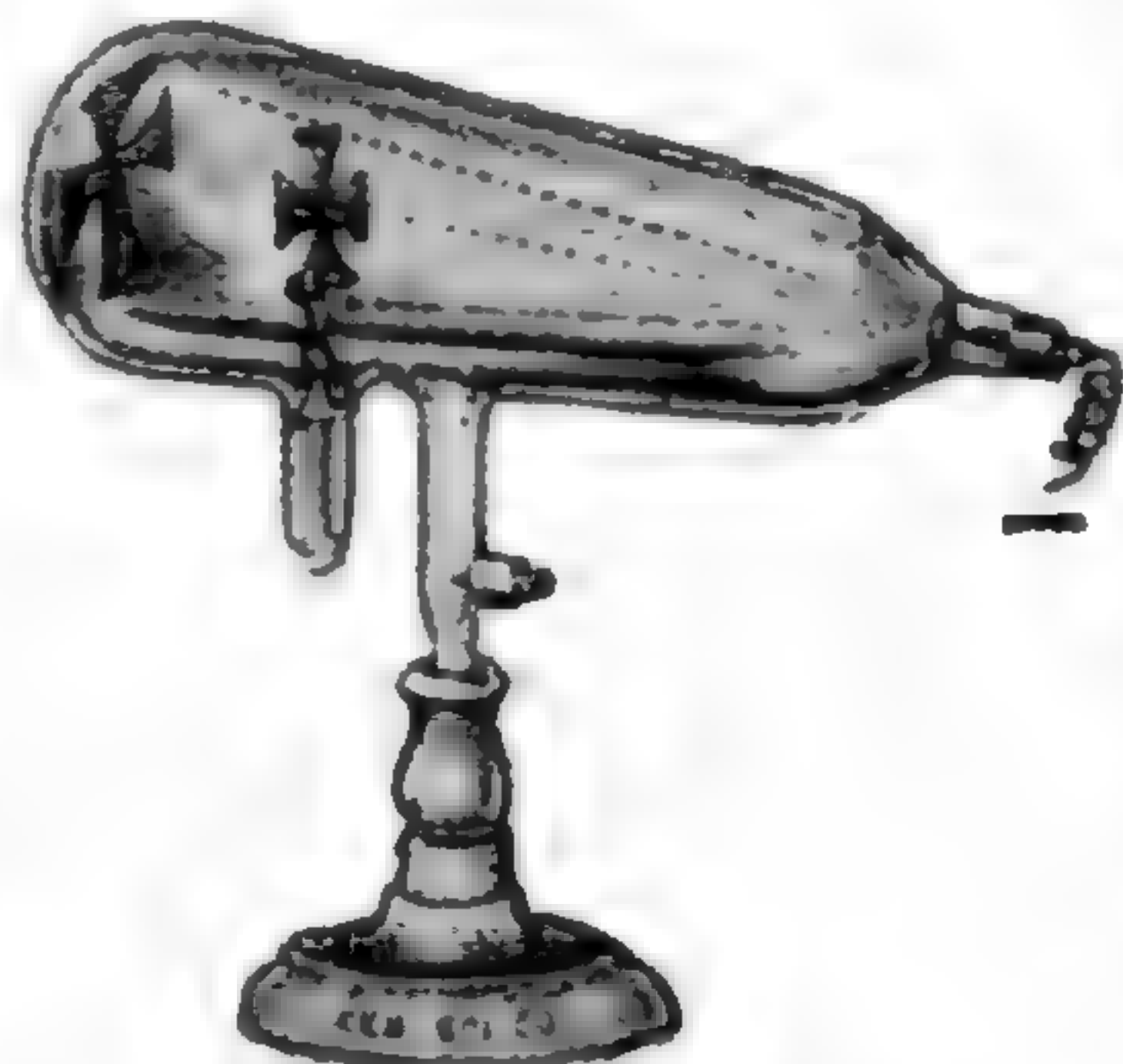
ఈ గొట్టమందగుపించు విద్యుదుత్సర్గము ధనవిద్యుదగ్రమునుండి బయలుదేరి, ఋణవిద్యుదగ్రమువైపు పయనించును. ఈ పయనించిన విద్యుదుత్సర్గప్రవాహము ఋణాగ్రమువరకు తిన్నగా పోక, కొంచెము దానికిముందుగా విరమించును. ఇది మనకెట్లు తెలియునన, ఈ విద్యుదుత్సర్గము ధనాగ్రమునుండి బయలుదేరు రంగుగల జ్యోతిః ప్రవాహమువలె ప్రకాశించును. ధనాగ్రమునుండి బయలుదేరిన జ్యోతిఃకిరణసమూహమునకును, ధనాగ్రమునకును మధ్య ఒక చీకటిచే ఆవరించబడిన ప్రదేశముండును. ఇంకను, గొట్టమందలి శూన్యమును ఎక్కువచేసినకొలది, జరుగు సంఘటనలు 294 వ పుటలో చూపబడినవి.

294 వ పుటలోని గొట్టపుచిత్రములందలి జ్యోతిః ప్రసారము శూన్యము ఎక్కువగుకొలది, ఎట్లు మారుచుండునో చూపును. మొట్టమొదటిచిత్రములో 0.3 మిల్లీమీటర్ల ప్రేషములో 1700 వోల్టుల శక్తివ్యత్యాసముక్రింద ఋణాగ్రపు పైతలమున ఒకచిన్న వెలుగు, దానివెనుక ఒక చీకటి, దానితరువాత మరల కొంచెము వెడల్పుయిన కాంతి ఉండును. ఈ రెండుకాంతుల మధ్య నున్న చీకటికి 'క్రూక్స్' చీకటిప్రదేశ మనిపేరు. తరువాత గొట్టమందు అంతయు చీకటిప్రదేశమే. రెండవగొట్టములో (4.2 మిల్లీ

మీటర్ల ప్రేషము, 1400 వోల్టుల శక్తివ్యత్యాసము) ధనాగ్రమునుండి ఒక వెలుగు ఋణాగ్రమువైపు బయలుదేరి, దానికి కొంచెము ముందుగ నిలిచిపోయినట్లు అగుపించును. ఈ నిలిచిపోయిన చోటునుండి, ఋణాగ్రము మీదనున్న కాంతిపార పాలిమేరవరకు ఉన్న చీకటి ప్రదేశమునకు పారదేచికటిచోటు అని పేరు. క్రమముగ శూన్యమెక్కువగు కొలది వరుసలోనున్న తక్కిన చిత్రములలో చూపినట్లు ధనాగ్రపుకాంతి ముందు ప్రక్కలై పింజిలుకట్టి క్రమముగ ధనాగ్రములోనికి క్రుక్కి వేయబడినట్లు కనిపించును. ఇప్పుడు ఋణాగ్రపుచీకటిచోటు గొట్టమునంతయు ఆవరించియుండును. ఇట్టిదశలో ఋణాగ్రమునుండి ఏదో ఒక కిరణప్రసారము ధనాగ్రమువైపు బయలుదేరుచున్నట్లు కొన్ని చిహ్నము లగుపడును. ఈ కిరణప్రసారము మనకంటికి అగుపడదు గాని, ఋణాగ్రమునకు ఎదురుగ నున్న గొట్టపు తలము ప్రకాశించుటకు మొదలిడును. అందు చేతనే ఏదోఒక కిరణప్రసారము ధనాగ్రమువైపు ఉన్న గొట్టపు కొనను తాకుచున్నట్లు మనకు తెలియుచున్నది. ఈ కంటికగుపడని కిరణములు ఋణాగ్రమునుండి ఉద్భవించుటచే వీటికి 'కేతోడ్ కిరణములు' (ఋణాగ్రకిరణములు) అని పేరు.

ఈ ఋణాగ్రకిరణములకు గల వివిధ లక్షణములను క్రూక్స్, లెనార్డ్ మొదలగు విజ్ఞానులు ప్రయోగముల ద్వారా పరిశీలించిరి. వాటిలక్షణములు కొన్ని దిగువ ఈయబడినవి :

కేతోడ్ కిరణములు సరళరేఖలలో ప్రయాణము చేయును. బొమ్మలో కుడివైపు ఋణాగ్రమునుండి కిరణములు బయలుదేరి, వాటిదారిలో అమర్చబడిన ఒక

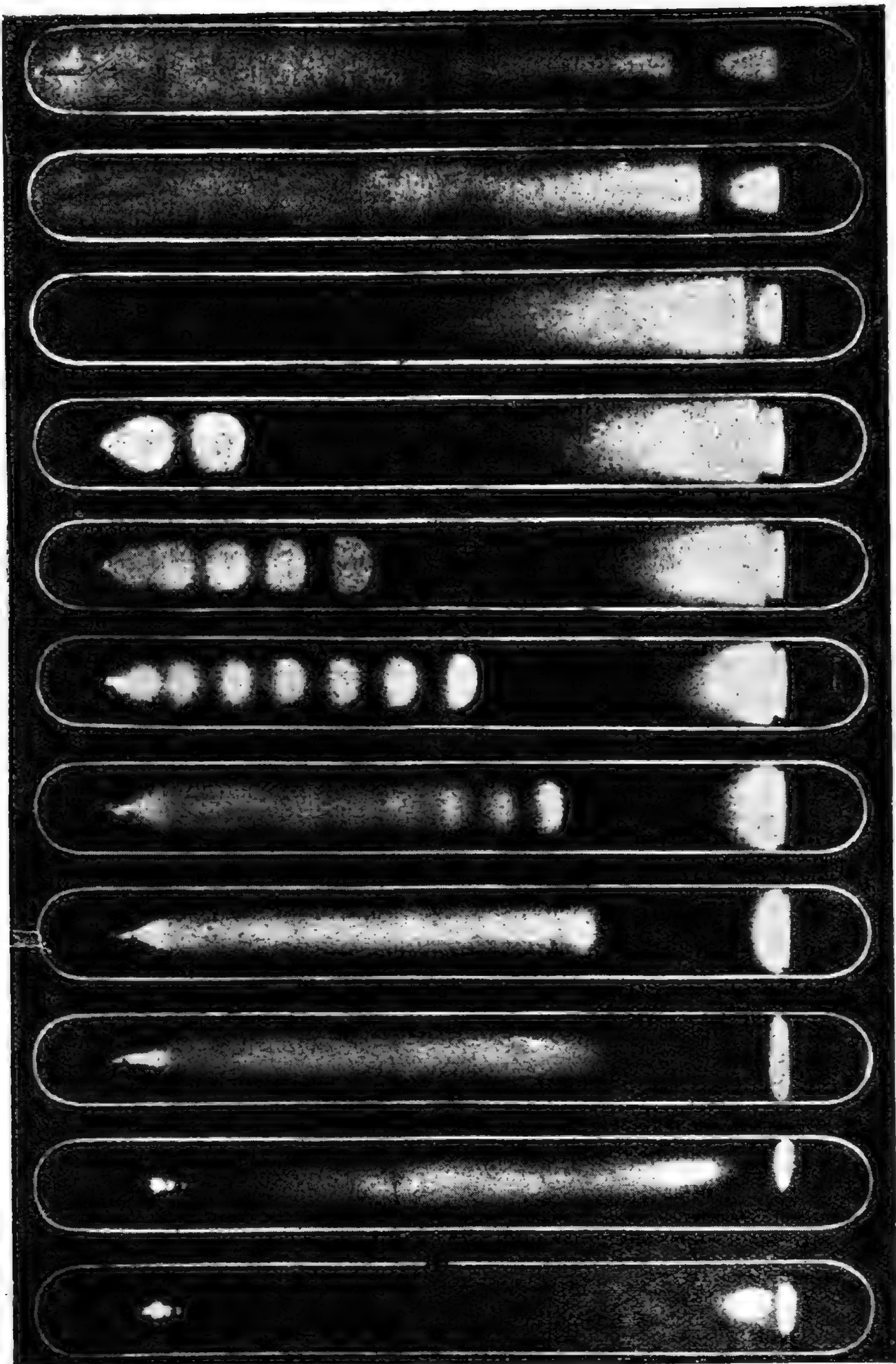


కిరణముల ఋణాగ్రమునము

వెళ్లలేకపోవుటచేత గోడమీద ఆభాగ మంతయు ఆ క్రాస్ యొక్క ఆకారములో అంచులు తీరిననీడ కానవచ్చును. దీనిని బట్టి కేతోడ్ కిరణములు వాటి ఉత్పత్తి

పలుచటి అల్యూమినియము రేకుతో తయారైన 'మాల్టీస్ క్రాస్' ప్రక్కలనుండి ప్రయాణము చేసి, దాని నీడలు ఎదుటి గాజు గోడమీద పడునట్లు చేయును. మాల్టీస్ క్రాస్ గుండ కిరణములు





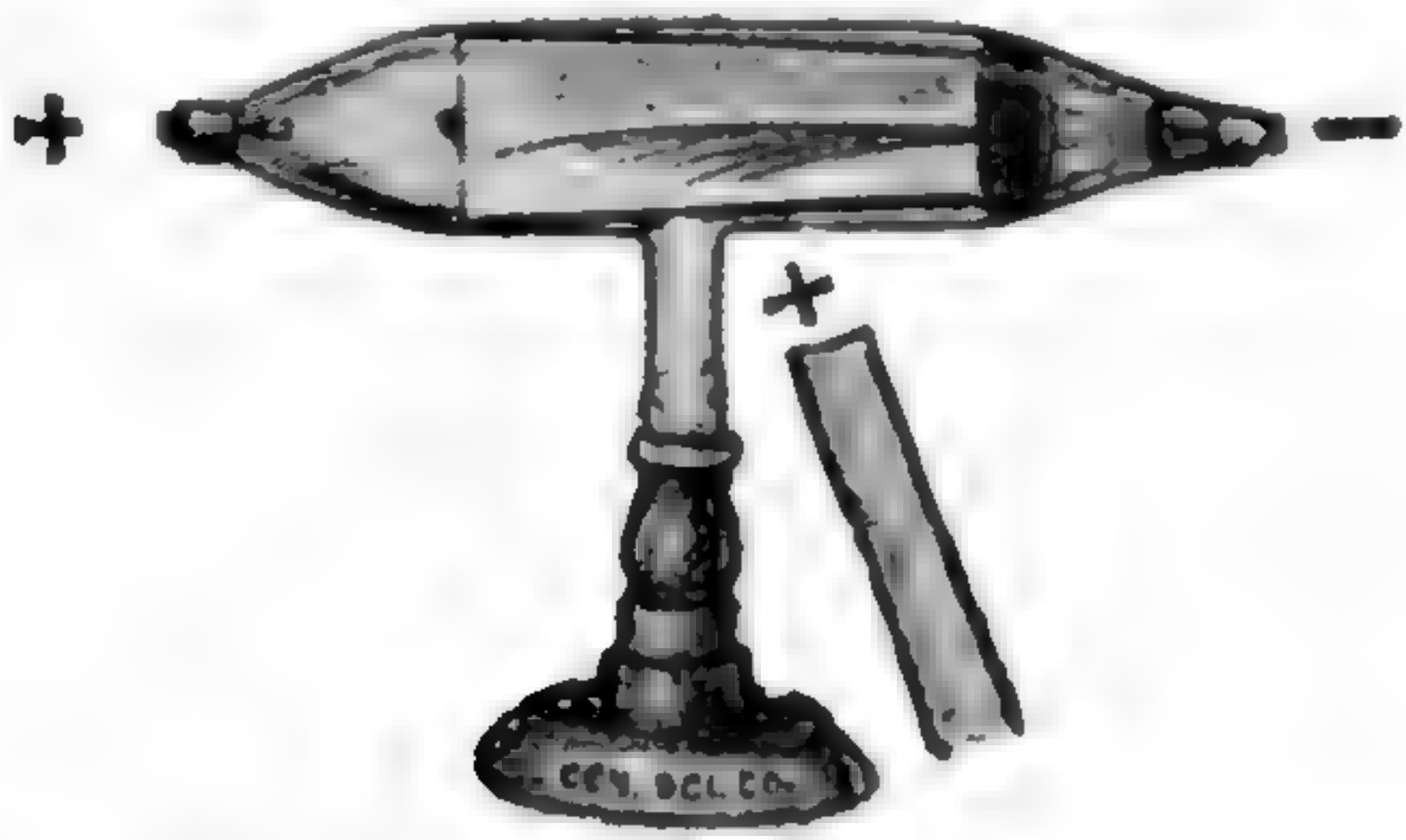
ఉత్పన్నాశచంద్రములు



సానమునుంచి సరళ రేఖలో ప్రయాణముచేయునని స్పష్టమైనది.

కేటోడ్ కిరణములు పోవుమార్గమునకు సమీపముగా గొట్టముపై నొక అయస్కాంత ధ్రువమును ఉంచినచో అవి ప్రక్కకు మరలును.

కేటోడ్ కిరణములకు యాంత్రిక శక్తి కూడ కలదు. అవి ప్రసరించు మార్గములో ఆకులు అమర్చబడి ఇరుసుమీద తిరుగగల అశ్రకముతోగాని, అల్యూమినియముతోగాని చేసిన ఒక చిన్న తేలికయైన చక్రమును, రెండుగాజు పట్టాల మీద తిరుగునట్లు ఏర్పాటుచేసి దానిని ఋణాగ్రమునకు



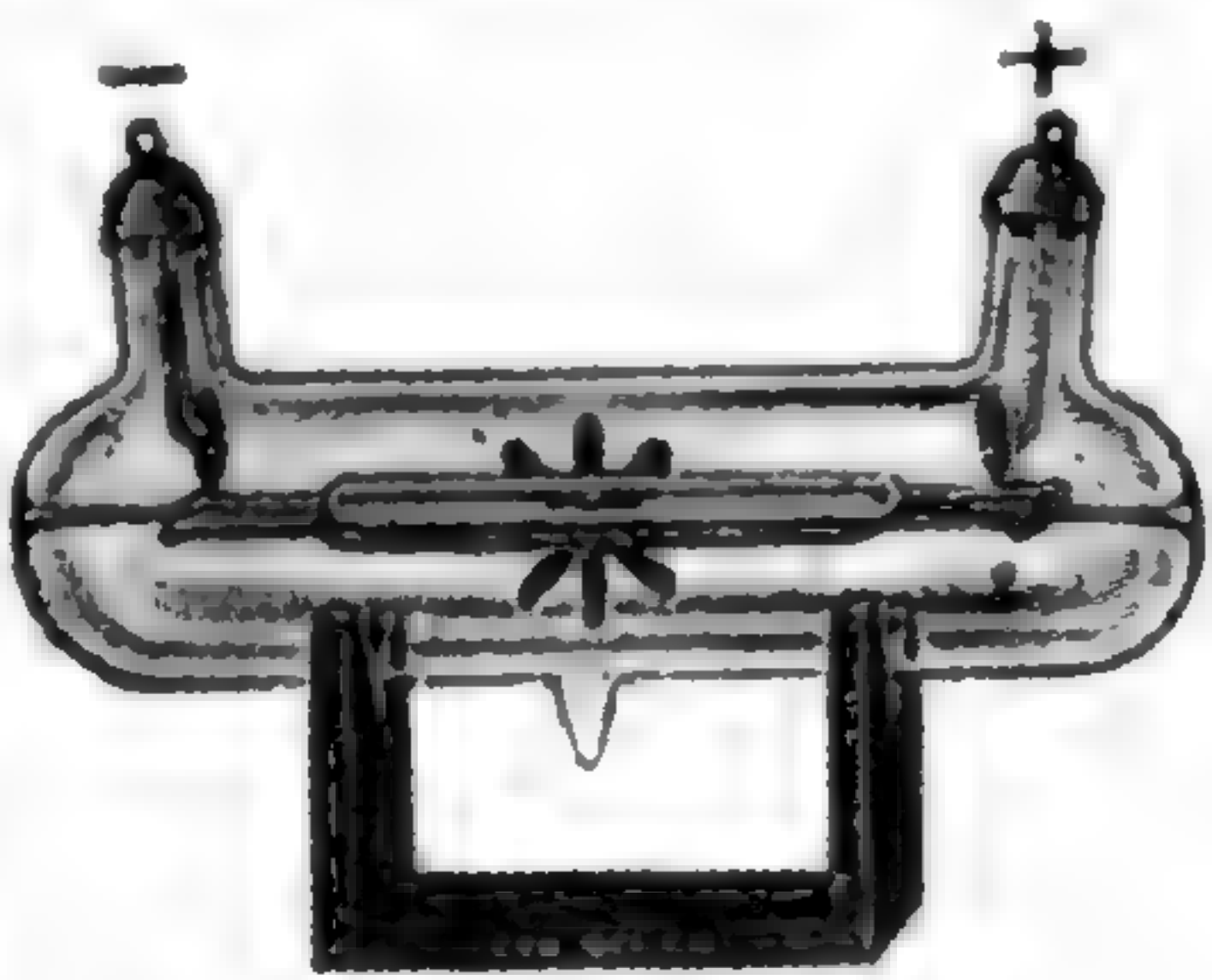
అయస్కాంతము దగ్గరించినపుడు కిరణములు వంపుతిరుగుట.

సమీపము నందుంచిన అది ఆ కిరణములతాకుడు వలన పట్టాలమీద వేగముగ తిరుగుచు ధనాగ్రమువైపు దొర్లును.

వస్తువులమీద పడినపుడువాటి తాపక్రమమును పెంచుచు శక్తి కేటోడ్ కిరణములకు కలదు.

ఈ కిరణములకు వస్తువులలోనుంచి దూసికొనిపోవు శక్తియు కలదు. వలుచని అల్యూమినియము రేకుల గుండా అవి బయటకురాగలవు. ఈ సంఘటనను ఉపయోగించి ఋణకిరణనాళమునుండి, ఆ కిరణములను గొట్టముపైకి లెనార్డ్ తీసికొని రాగలిగెను.

కేటోడ్ కిరణములను గొట్టములో నుంచబడిన ఒక పాత్రపై వదునట్లుచేసి, ఆ పాత్రనుండి గాజుగొట్టములో నుండి పైకి వచ్చిన శలక యొక్క విద్యుదావేళ చిహ్నమును గుర్తించి పెరా విజ్ఞాని కేటోడ్ కిరణములు ఋణ విద్యుదావిష్టములను నిష్కర్షకు రాగలిగెను.



కిరణముల యాంత్రిక శక్తి

పై ప్రయోగఫలితముల సారాంశ మేమనిన, కేటోడ్ కిరణములు కణవరంపరలు. ఈ కణములు ఋణవిద్యుదా

విష్టములు. ఇవి మామూలు ద్రవ్యకణములవలె యాంత్రిక శక్తి కలవి. ఇవి తాకిన వస్తువుల తాపక్రమము వాటి ప్రజ్వలనదశవరకు పెంచును. ఇవి సరళరేఖా మార్గమున ప్రదేశములో ప్రసరించును. ఈ కణములకు 'ఎలక్ట్రాన్' అనిపేరు. (చూ. ఎలక్ట్రాన్ పు.)

కేటోడ్ కిరణములను ఐకనోస్కోప్, కేటోడ్ రే ఆసిలోగ్రాఫ్ మొదలైన పరికరములలో పరిశోధనాలయములందును, టెలివిజన్ యందును, రేడార్ నిర్మాణమందును ఉపకరించుచున్నవి. ఎమ్. గౌ. శా.

**కేలిపర్స్ :** చిన్నవస్తువుల పొడవులు, గొట్టముల లోపలి, బయటి వ్యాసములను సులువుగా కొలుచుట కుపయోగించు సాధనము కేలిపర్స్ (వ్యాసమాపకము). కత్తెరవలె బంధింపబడియున్న కేలిపర్స్ యొక్క దౌడలను విడదీసి వాటిమధ్య ఒక గొట్టమును బొటాబొటిగ దూరునట్లు దానిని దగ్గర చేర్చవలెను. అడుగుబద్దతో దౌడలమధ్య దూరమును కొలిచిన గొట్టపు వ్యాసమువచ్చును. వ్యాసమాపకపు రెండవవైపున చిన్న దౌడలను చేర్చి గొట్టములోదూర్చి దాని లోపలిగోడలను తాకునట్లు వానిని విప్పినచో, వాని కొనలకుమధ్య దూరము గొట్టపు లోపలి వ్యాసపుకొలతను ఇచ్చును. ఇది సామాన్యమైన కాలిపర్స్. వెర్నియర్ కాలిపర్స్ సామాన్య కాలిపర్స్ కంటె సునిశితమైన పరికరము. దీనియందు ఒక ఉక్కు బద్దచివర ఒక దౌడ బిగింపబడి ఉండును. బద్దపైని కావలసినచోట మరతో బిగించుటకు వీలగునట్టి కదలెడి దౌడయును కలదు. ఉక్కు బద్దపై ప్రధానమైన స్కేలు కలదు. కదలెడుదౌడమీద గీయబడిన వెర్నియర్ స్కేలు ఉక్కు బద్దపై గల ప్రధానమైన స్కేలుమీద కదలుచుండును.

ప్రధానపు స్కేలుయందు అంగుళములు, దశాంశములు గీయబడియున్న వనుకొనుము. ప్రధానపు స్కేలు 9 దశాంశముల భాగము. వెర్నియర్ లోని 10 భాగములకు సమానము చేయబడి యుండును. కావున, ఒక వెర్నియర్ భాగము  $9/10$  (దశాంశ) అంగుళమున్ను, అంగుళ దశాంశమునకు, వెర్నియర్ విభాగమునకు భేదము  $1/100$  (శతాంశ) అంగుళమున్ను అగును. రెండు దౌడల తలములు తాకుచున్నపుడు, రెండింటి సున్నగుర్తులు ఏకీభవించి ఉండవలెను. కొలువవలసిన వస్తువును రెండు దౌడలమధ్యనుంచి వస్తువును సరిగా పట్టుకొనునట్లు కదలెడు దౌడను జరుపుదురు. అపుడు స్కేలుమీద ఏ విభాగమును చాటి వెర్నియర్ సున్న గుర్తు ఉన్నది చూచినచో వస్తువు పొడవు పూర్తి అంగుళములలోను, అంగుళ దశాంశములలోను మాత్రము తెలియును. వెర్నియర్ '0' గుర్తు అంగుళ విభాగమును

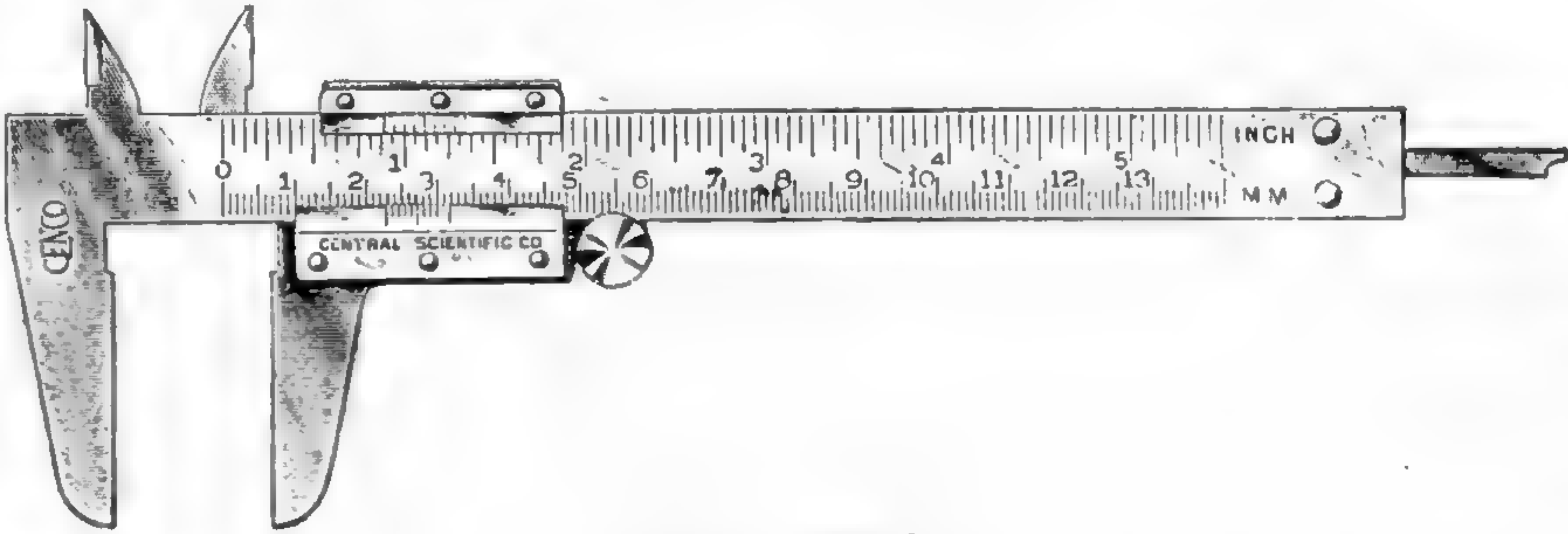


కేలోరీ మీటరు

కొద్దిగా చాటి యుండినచో ఆ మిగిలిన భాగపుకొలతను వెర్నియర్ తెలుపును.

వెర్నియర్ లోని మూడవవిభాగము ప్రధానస్కేలు విభాగముతోనే ఏకీభవించినచో, వెర్నియర్ సున్నగుర్తు

నకు, అది చాటి యున్న ప్రధాన స్కేలు భాగమునకు గల దూరము శిశతాంశ అంగుళములని తెలియగలదు.



వెర్నియర్ కేలిపర్స్

వస్తువు కొలుచునప్పుడు మొదట పూర్తి అంగుళములు, వాని దశాంశములు తెలిసికొనిన తరువాత ఈ ప్రకారము వెర్నియర్ లో నెన్నో భాగము ప్రధానస్కేలు భాగముతో ఏకీభవించినదో అన్ని శతాంశపు అంగుళములు కలుపుకొనిన వస్తువు సరియైన కొలత తెలియును.

వెర్నియర్ వ్యాసమాపకపు రెండంచులపైని రెండు స్కేలులు ఉండును. ఒకటి అంగుళములలోను, రెండవది సెంటీమీటర్లలోను గుర్తింపబడును. వాటికి సంబంధించిన వెర్నియర్ స్కేలులు కూడ తగినట్లు కదలెడు దౌడమీద గుర్తింపబడియుండును. ని. ప. స్వా.

కేలోరీ మీటరు : చూ. ఉష్ణతామితి ; పు. 217.

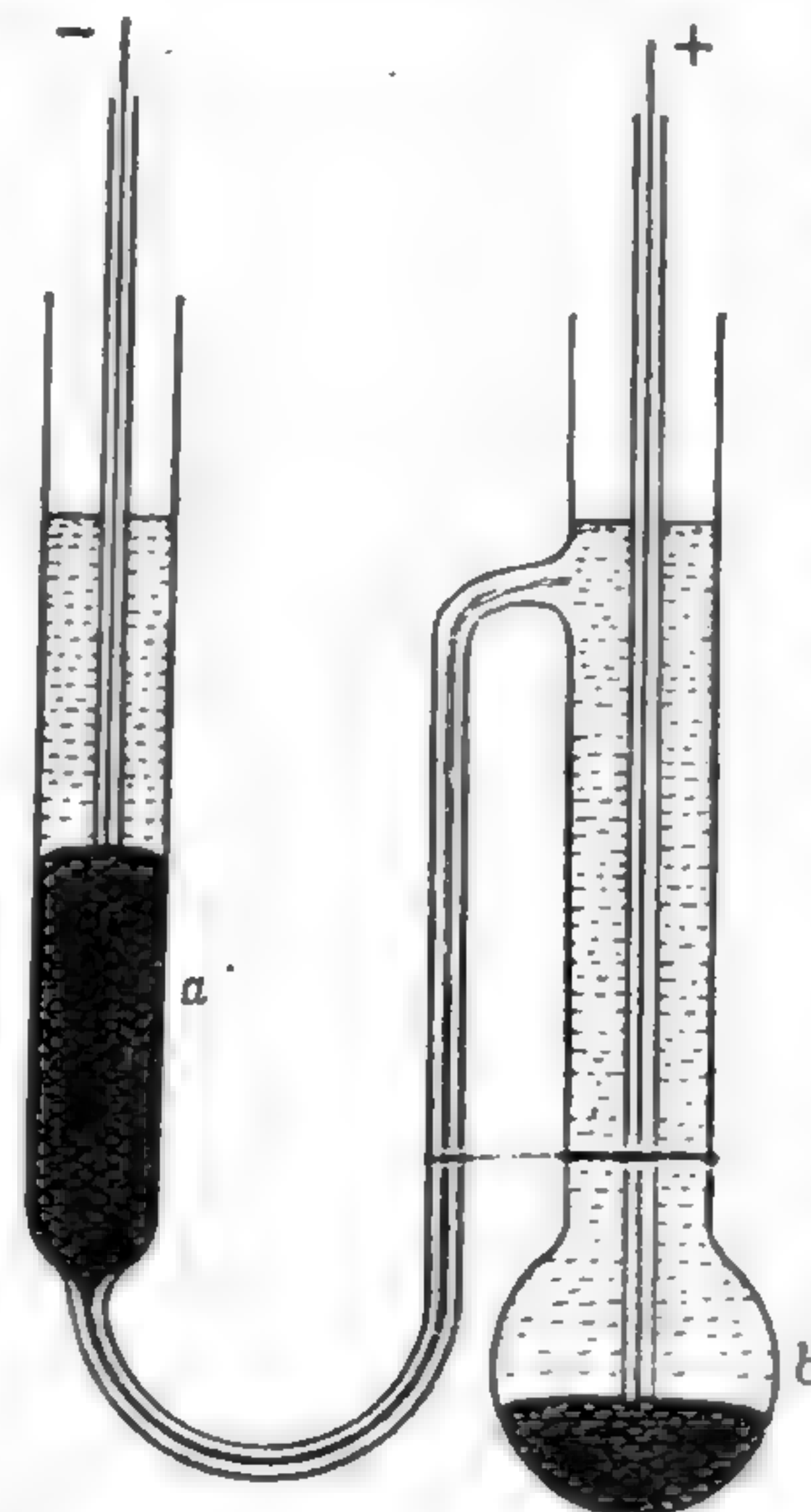
కైశిక విద్యున్మాపకము : ఒకప్రక్క వెడల్పాటి గొట్టము, రెండవ ప్రక్కను సన్నమగు గొట్టము కలిగిన U నాళములో కొంత పాదరసమును పోసిన, సన్నపాటి గొట్టములోని పాదరసపుమట్టము, వెడల్పాటి గొట్టములోని దానికన్న దిగువకు ఉండును. నాళము సన్నమగు కొలది మట్టము దిగుచుండును. ఈ సన్నటి గొట్టములో పాదరసపు మట్టము దిగువగా నుండుటకు కారణము కైశికబలములు (చూ. తలతన్యత). నిజముగా ఈ మట్టముల ఔన్నత్య తారతమ్యము పాదరసము యొక్క తలతన్యతకు మానము.

ఈ U నాళమునకు చిత్రములో చూపిన ఆకారము నిచ్చి, దానిని విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో నింపిన U నాళములోని పాదరసమును బ్యాటరీ ఋణాగ్రమునకు, b అను గోళములో నున్న పాదరసమును ధనాగ్రమునకు కలిపినచో, విద్యుత్తు పరికరముగుండ ప్రవహించును. విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న సమయమున చిత్రమధ్యమున

అగవడుచున్న కైశికనాళములో పాదరసపుమట్టము కొంత వరకు దిగిపోవును. ఈ తగ్గింపు, నూరు వోల్టులకు తక్కువగానున్న శక్త్యవ్యత్యాసములో, శక్త్యవ్యత్యాసముతో అనులోమముగా మారును.

పాదరసపు మట్టము యొక్క తగ్గుదలకు కారణము : ఈ ప్రవాహ ప్రభావమున పాదరసమువిద్యుత్ ప్రభావము

వలన ధ్రువితమగును. (చూ. ధ్రువీకరణము) ఈ ధ్రువీకరణము కారణముగా పాదరసముయొక్క తలతన్యత



లిప్ మన్ కైశికవిద్యున్మాపకము

చున్నది. దృష్టాంతమునకు ఒక విద్యుత్ పేటిక విద్యుచ్ఛాలకబలమును పాగెన్ డార్స్ విధానమున నిర్ణయించుటలో, ఈ కైశికవిద్యున్మాపకమును గాల్వనీ మాపకము కన్న సున్నితమైన పరికరముగా ఉపయోగించవచ్చును.

మే. ప. న.

కైశికాకర్షణ : చూ. తలతన్యత.

కొరోనా ఉత్పర్గము : ఒక సన్ననితీగ విద్యుద్వాహకముచుట్టును అతి తీక్షణమైన విద్యుత్ షేత్రము తయారైనప్పుడు, ఆ తీగచుట్టునున్న గాలి అణువులలో తీవ్రమైన



అయనీకరణము సంభవించును. ఈ అయనీకరణమునకు కారణము : విశ్వకిరణప్రభావమున లేదా భూమిపై నున్న రేడియోధార్మిక ద్రవ్యముల ప్రభావమున గాలిలో ఎల్లప్పుడును కొన్ని అయన్లు సిద్ధముగా ఉండును ; ఈ అయన్లు ఆ ప్రబలమైన విద్యుత్ క్షేత్రములో అధికమైన శక్తిని సంపాదించుకొని అయనీకరణమును విస్తరింప చేయును. వలసినన్ని గాలిఅణువులు అయనీకరించబడిన పరిస్థితిలో, ఆ విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న తీగచుట్టు అస్ఫుటమైన ప్రకాశము ఒకటి గోచరించును. దీనికే 'కొరోనా ఉత్సర్గము' అని పేరు. ఇట్టి ప్రకాశమయమైన ఉత్సర్గము సూదిగానున్న విద్యుద్వాహకముల కొసలను కూడ ప్రత్యక్షమగును. దీనినే తూలికోత్సర్గము అనుటయు కూడ కద్దు. మే. వ. న.

కొలంబియమ్ : చూ. నియోబియమ్.

కొల్లాయిడ్లు : మన మిదివరకు ద్రావణములు అన నేమో తెలిసికొంటిమి. ఫాస్ట్ హాఫ్ సూచన ప్రకారము ద్రావణములయందు విలీనమైన ద్రావ్యము వాయు రూపమున ద్రావణాయతనమం దంతటను విస్తరించి అణుస్థితిలో విభక్తమై ద్రావణములో ఉండునని వివరించితిమి. ఈ అణువిస్తరణను ఆధారముగా చేసికొని ద్రావణముల యొక్క ధర్మములను ప్రతిపాదించితిమి. ఇట్టి అణు విభక్తములగు వ్యవస్థలుకాక ద్రావణములను అనుకరించు మిథ్యాద్రావణములు కొన్ని కలవు. వీటినే కొల్లాయిడ్లు అందురు. ఇవి పైకి చూచుటకు ద్రావణములవలె నిర్మలముగా నుండును. కాని సూక్ష్మముగా పరీక్షించితమేని మామూలు ద్రావణములోవలె ఇవి అణువులుగా విడిపోవునవికావు. అనగా ఇందు విభక్తమైన ద్రావ్యము అణుస్థితిలో ఉండదు. అనేక అణువులకలయిక గల ఒక స్థూల కణస్థితిలో ఉండును. అణుసముదాయములగు ఈ కణములు గల వ్యవస్థలకు కొల్లాయిడ్లని పేరు.

కాంతికిరణ ప్రసారమునెడల ఈ రెండు వ్యవస్థలను వివిధరీతిని ప్రవర్తించును. నిజద్రావణములు సజాతీయములు గనుక వాటిలోని కిరణప్రసారము కనిపించదు. మిథ్యాద్రావణములు విజాతీయములు కనుక కిరణమార్గము నీలిజాడవలె కన్పట్టును. ఈ ఉపాయమున కొల్లాయిడ్ల ద్రావణములను నిజద్రావణముల నుండి వేరుగా తెలిసికొనవచ్చును. కాంతి కిరణములు మిథ్యాద్రావణములందు చెందు మార్పునకు కాంతి విక్షేపణము అని పేరు. ఇట్టి కిరణ విక్షేపణమే ఇంటి పైకప్పులోనున్న రంధ్రముద్వారా లోపలికివచ్చు సూర్యకిరణముల నీలిజాడలకు కారణము. ఇచ్చటి విక్షేపకములు గాలిలో తేలుచున్న ధూళికణములు.

ఈ విక్షేపణము గాలిసాంద్రతకన్న ధూళికణములసాంద్రత భిన్నముగా ఉండుటచే జరిగినది. కాన కాంతి విక్షేపణము వ్యవస్థయొక్క విజాతీయతకు గుర్తు. అందుచే మిథ్యాద్రావణములలో ద్రవరూపమున ఉన్న ద్రావము, ఘన రూపమున ఉన్న కణములు విడివిడిగా ఉండుటచే అట్టి స్థితులు ద్వీరూప వ్యవస్థలని చెప్పవచ్చును. సజాతీయవ్యవస్థలు అట్లుకాక నిజమైనద్రావణములు అనగా ఏకరూప సజాతీయ (హోమోజీనస్) వ్యవస్థలు.

మొట్టమొదట కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యములను 1861-64 మధ్య గుర్తించినవాడు టామస్ గ్రేయమ్. ద్రావ్యముల ప్రసరణసామర్థ్యమునుగురించి ఈయన చేసిన ప్రయోగముల వలన, ద్రవ్యములు స్థూలముగా రెండుతరగతులకు చెందినట్లు ఈయన నిరూపించెను. అందు మొదటితరగతికి చెందినవి ద్రావణమందు కరిగి సులభముగా ప్రసరింపగల ద్రవ్యములు. అట్లు ప్రసరించలేని ద్రవ్యములు రెండవ తరగతికి చెందినవి. మొదటితరగతిలో ద్రావ్యములగు స్ఫటికపదార్థము లన్నియు చేరినవి. రెండవ తరగతిలో తుమ్మజిగురువంటి జిగురుపదార్థములు చేరినవి. ఇంతియే కాక ద్రావణమందలి స్ఫటికములు జంతుసంబంధమైన పొరలలోనుండి దూరి బయటనున్న ద్రావణములోనికి పోగలవు; జిగురుపదార్థములు అట్టిపొరలగుండా ప్రసరించలేవు. ఈ రెండవరకపుద్రవ్యములకు జిగురువంటివి అను అర్థమునిచ్చు 'కొల్లాయిడ్లు' అని గ్రేయమ్ పేరిడెను. కాని ఈ విభాగము సరియైనదికాదనియు, ఏద్రవ్యమునైన స్ఫటికముకాని, అస్ఫటికముగాని కొల్లాయిడ్ స్థితిలోనికి తీసికొనిరావచ్చుననియు ఇటీవల అన్వేషకులు కనుగొనిరి. ద్రవ్యముయొక్క వాయు, ద్రవ, ఘన స్థితులవలె కొల్లాయిడ్ కూడ ద్రవ్యముయొక్క ప్రత్యేకస్థితి అని తెలిసినది. అందుచే ద్రవ్యములను స్ఫటికములు, కొల్లాయిడ్లు అని విభజించుటకన్న కొల్లాయిడ్ను ద్రవ్యస్థితులలో నొకటిగా నిరూపించుట ప్రస్తుత పరిజ్ఞానమును పట్టి సమంజసము.

ద్రావణములందలిభాగములు మన కంటికిగాని, సూక్ష్మదర్శనికిగాని కనపడవు. వర్ష కాలమందు చెరువులనీరు కలుషముగా ఉండును. అందులోనుండు బురద కణములు మన కంటి కంతవిభజనగా కనిపించకపోయినను, సూక్ష్మదర్శని సహాయమున వాటిని చూడవచ్చును. కొల్లాయిడ్లు ఈ రెంటికి మధ్యదశలోనున్న విభక్తద్రవ్యములు. అవి కంటి కగపడవు ; సూక్ష్మదర్శనికికూడ అందుజాటులో ఉండవు. కాని అట్టికణములున్నట్లు అతిసూక్ష్మదర్శని సహాయముచే రుజువు చేయవచ్చును. అతి సూక్ష్మదర్శని సంవిధాన



## కొల్లాయిడ్లు

మును క్రింది పటములో చూడనగును. '1' అను కాంతి స్థానమునుండి కాంతికిరణములు '2' అను కటకముగుండా '3' అను తెరయందున్న చీలికమీద పడును. ఇక్కడనుండి కిరణశలాక '4' అను రెండవ కటకమును చొచ్చి వెలువడి వస్తుదర్శకకటకము '5' ద్వారా, కొల్లాయిడ్ ద్రావణముకల గాజుపాత్ర '6' (ద్రోణి) మధ్య భాగమున పడును. ఈ చీలికయొక్క ప్రతిబింబమును సాధారణసూక్ష్మదర్శని '7' తో పీక్షించిన ఒక అద్భుత దృశ్యము మనకంటపడును. సూక్ష్మదర్శనిలో మనకు ప్రత్యక్షముగా కనబడునది దాని జేత్రములో ఇటునటు శరవేగముతో వంకరటింకరగా అన్నివైపుల చలించుచున్న కాంతి బిందువులు. ఈ కాంతి బిందువులు నిజముగా విక్షిప్తప్రకాశముచే ఆవరింపబడిన కొల్లాయిడ్ కణములు. ఆవరించియున్న కాంతిలో కణరూపము మరుగువడి మనకు అగుపడునది ప్రకాశముమాత్రమే.

కొల్లాయిడ్లు ముఖ్యలక్షణము వాటి సూక్ష్మవిభక్తిస్థితి. కణపరిమాణము 0.1 మిల్లీమైక్రాన్ నుండి 1.0 మిల్లీమైక్రాన్ వరకు ఉండును. (ఒకమీటరులో వెయ్యవంతు, మిల్లీమీటర్ ; మిల్లీమీటర్ లో వెయ్యవంతు మైక్రాన్ ; దీనిలో వెయ్యవంతు మిల్లీమైక్రాన్.) ఈ మానమును \*అంగుళములలోనికి మార్చినచో కొల్లాయిడ్ కణముల పరిమాణము  $4 / 1,00,00,00,000$

అంగుళము మొదలు

$4/10,00,00,000$  అంగుళమువరకు, లేదా  $4 \times 10^{-9}$  అంగుళము నుండి  $4 \times 10^{-8}$  అంగుళమువరకు ఉండును. అనగా ఒక అంగుళము పొడవున 10 కోట్ల కొల్లాయిడ్ కణములను వరుసగా పేర్చవచ్చును. ఈ కొల్లాయిడ్ కణ పరిమాణమును అణు పరిమాణముతో సరిపోల్చి చూచినచో, అణువులకన్న కొల్లాయిడ్ కణములు చాల స్థూలములని గ్రహింపనగును.

\* సుమారు  $2\frac{1}{2}$  సెంటీమీటర్లు ఒక అంగుళమునకు సమానము. అనగా ఒక సెంటీమీటరు = 0.4 అంగుళము; ఒక మిల్లీమీటరు = 0.04 అంగుళము; ఒక మైక్రాన్ = 0.04/1000 అంగుళము = 0.00004 అంగుళము; ఒక మిల్లీమైక్రాన్ = 0.00004/1000 = 0.00000004 అంగుళము.

కొల్లాయిడ్ నిర్మాణమునకు ద్రావణనిర్మాణమునకువలె రెండుద్రవ్యములు అవసరము: 1.విభక్తద్రవ్యము; 2. ఆధారద్రవ్యము లేదా యానకద్రవ్యము. ఈ రెండుద్రవ్యములు ఘన, ద్రవ, వాయు రూపములలో ఏదేని కావచ్చును. కాగా మూడు ద్రవ్యస్థితులును, తొమ్మిది వేర్వేరు కూడికలును, క్రింది పట్టికలో చూపించబడినవి :

| విభక్తద్రవ్యము | యానకద్రవ్యము |
|----------------|--------------|
| వాయువు         | వాయువు       |
| ద్రవము         | వాయువు       |
| ఘనము           | వాయువు       |
| వాయువు         | ద్రవము       |
| ద్రవము         | ద్రవము       |
| ఘనము           | ద్రవము       |
| వాయువు         | ఘనము         |
| ద్రవము         | ఘనము         |
| ఘనము           | ఘనము         |

ఈ పట్టిక యందు పొందుపరచిన వర్గీకరణమును మనస్సులో ఉంచుకొని విశ్వమందలి ద్రవ్యసంస్థలను సమీక్షించినచో కొల్లాయిడ్ వ్యవస్థలు విశ్వమందు విస్తృతముగా ఉన్నట్లు విశదము కాగలదు.

వాయువు + వాయువు: ఇది కొల్లాయిడ్ నిచ్చు వ్యవస్థ కాదు. పలన రెండు వాయువులు పూర్ణముగా కలుసుకొని పోవుటచే, అట్టివ్య

వస్థ సజాతీయ వ్యవస్థయే అగును. ద్రవము + వాయువు: ఇందు ఏదేనిద్రవపదార్థము విభక్తము; ఏదేనివాయువు ఆధారము. మేఘములు, ఆవిరి, పొగమంచు ఈ వ్యవస్థలన్నిటియందును జలము సూక్ష్మకణరూపమున గాలియందు విభక్తమై వ్రేలాడుచుండును.

ఘనము + వాయువు: కర్రలనుండి, అగరువత్తులనుండి పైకివెడలు పొగ. ఇందు నల్లటి సూక్ష్మవిభక్తమగు కార్బన్ కణములు విభక్తస్థితి. అవి ఈ కణములకు ఆధారముగనుండు వాయువునందు విస్తృతములై యున్నవి.

ఘనము + వాయువు: కర్రలనుండి, అగరువత్తులనుండి పైకివెడలు పొగ. ఇందు నల్లటి సూక్ష్మవిభక్తమగు కార్బన్ కణములు విభక్తస్థితి. అవి ఈ కణములకు ఆధారముగనుండు వాయువునందు విస్తృతములై యున్నవి.

ఘనము + వాయువు: కర్రలనుండి, అగరువత్తులనుండి పైకివెడలు పొగ. ఇందు నల్లటి సూక్ష్మవిభక్తమగు కార్బన్ కణములు విభక్తస్థితి. అవి ఈ కణములకు ఆధారముగనుండు వాయువునందు విస్తృతములై యున్నవి.



వాయువు + ద్రవము: ఇచ్చట వాయువు విభక్తము; ద్రవము ఆధారము. ఈ వ్యవస్థ గాలి వీచుచున్నప్పుడు తటాకములందు ఒడ్డునతగులు తరగలమీద కననగు నురుగు. నీటియందు గాలి విభక్తమై ఇరుకుకొని ఉన్నది. సబ్బునీటితోవచ్చు నురుగుకూడ ఇట్టిదియే.

ద్రవము + ద్రవము: దీనికి ఉదాహరణము పాలు. ఇందు ద్రవపదార్థమగు వెన్న సూక్ష్మవిభక్తమై నీటియందు నిలచియున్నది. తరచినప్పుడు సూక్ష్మకణము లన్నియు చేరి ముద్దవలె పైకి వచ్చును. మందులుగా అమ్మబడు చేప నూనె ఇమల్షన్ కూడ ఇట్టిదే. ద్రవద్రవసమ్మేళమునకు 'ఇమల్షన్' అనిపేరు.

ఘనము + ద్రవము: రాసాయనిక ప్రయోగశాల లందు విరివిగా తయారుచేయబడు కొల్లాయిడ్లు ఈ తర గతికి చెందినవి. ఇందు ఘనపదార్థము విభక్తము. అది ఒకద్రవములో ఇమిడియుండును. ధాతువులు, లవణములు, ఘనస్థితిలోనున్న ఆప్లములు, లవణాధారములు ఇట్టి కొల్లాయిడ్స్థితిని పొందగలవు. సాధారణముగా జలము యానకము; లేదా ఆల్కహాల్ (సారాయి) వంటి మరియేయితర ద్రవమైనను యానకముగా ఉండవచ్చును. బంగారము, వెండి, ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్, ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్, కొల్లాయిడ్లు ఈ తరగతిలో చేరినవి. వీటికి సస్పెన్షియన్లు (లంబితములు) అని నామాంతరము కలదు.

వాయువు + ఘనము: ఈ వ్యవస్థ చాల అరుదుగా కన్పట్టును. కొన్ని ఖనిజములలో నైట్రోజన్ లేదా హీలియమ్ వాయువు ఖనిజపదార్థమందు విభక్తమై ఉండును.

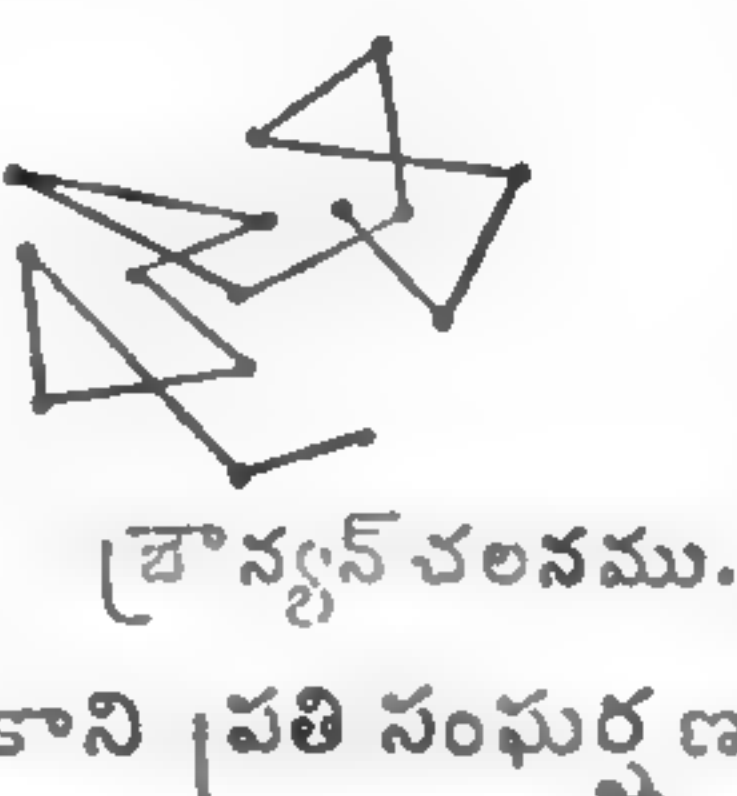
ద్రవము + ఘనము: ఇదికూడ చాల అపురూపమైన వ్యవస్థ. కొన్ని ఖనిజములందు నీరు ఇట్టిస్థితిలో ఉండును.

ఘనము + ఘనము: అనేకధాతుమిశ్రమములు ఈ తరగతికి చెందినవి. సైంధవలవణ మొకప్పుడు ఎరుపు గాను, మరియొకప్పుడు నీలముగాను ఉండును. ఈ రంగు లవణమునందు విస్తృతమగు సోడియమ్ ధాతువువలన ఏర్పడినది. ఊదారంగుగల గాజు పలకలను, బుద్ధను చూచియే ఉండురు. అందు సూక్ష్మవిభక్తమగు బంగారము ఆ మనోజ్ఞమగు రంగునకు కారణము. అటులనే పాలరంగు గల గాజుయందు వంగభస్మము (స్టానిక్ ఆక్సైడ్) విస్తృతమై ఉండును.

ఇవియేకాక వృక్షభాగములందు, జంతుశరీరభాగము లందు కనుపించు జీవపదార్థము లన్నియు కొల్లాయిడ్ స్థితిలో ఉన్నవియే. అందుచే కొల్లాయిడ్ స్థితికి విశ్వపరిణామమందు ఎంత ప్రాముఖ్యత కలదో తెలిసికొనగలము.

కొల్లాయిడ్ల విశిష్టగుణము లన్నియు వాటి సూక్ష్మవిభక్త దశనుపట్టి వచ్చినవే. ఈ గుణములు చలన, చాటుష, విద్యుత్ గుణము లని మూడు విభాగములుగా నిరూపించ వచ్చును.

ఇందు మొదటిగుణము, యానకమందు అనవరత చలనము. ఈ చలనము పై నివర్తించిన అతిసూక్ష్మ దర్శినిచే దర్శింపవచ్చును. దీనికి బ్రౌన్యన్ చలనమనిపేరు. చలదణు సిద్ధాంతమున అణువుల ఉనికిని ఊహించితిమి. కేవల ఊహ కల్పితములగు అణువుల నిజస్థితిని ప్రాయోగికముగా రుజువుచేయుచున్నది ఈ బ్రౌన్యన్ చలనము. సూక్ష్మదర్శనిలో ప్రత్యక్షముగా కనబడునది కొల్లాయిడ్ కణముల చలనముగాని అణుచలనముకాదు. అణువులు సూక్ష్మాతి సూక్ష్మములగుటచే వాటి చలనము మనప్రత్యక్ష దృష్టికి గోచరముకాదు. అయినను, కొల్లాయిడ్ కణములు ఎడతెగకుండ చలించుచున్నట్లు అగుపడుచుండుటచే, వీటి చలనమునకు కారణమొకటి ఉండవలయును. ఒక మైదానములో బంతి ఆట జరుగుచున్నపుడు ప్రేక్షకులకు ఇటు నటు భూమిపై చలించుచున్నబంతి అగపడుచున్నదికాని ఆటగాండు కనపడలే దనుకొందము. అయినను బంతి తనంతటతానే కదలదు కనుక దానిని నెట్టుచున్నవారుఉండి



తీరవలయును. అటులనే మనము ప్రత్యక్షముగా చూచునది కణచలనము; దానినుండి ఊహించతగినది అణుచలనము. కొల్లాయిడ్ కణములు ఇటునటు చలించుటకు మాధ్యమిక మందలి అణువుల చలనము కారణము కావలయును. ఇంకొకవిశేషము - చలనము చలదణు సిద్ధాంతము సూచించునట్లు ఋజు మార్గము ననే జరుగుచున్నట్లు గోచరించును. అణుసమూహములతో తరచుగా సంఘర్షించుటవలన కణముల ఋజు మార్గము అతి త్వరితముగా మారుచుండును. అందువలన కణముల బ్రౌన్యన్ చలనము. మార్గము అతివక్రముగా నుండును. కాని ప్రతి సంఘర్షణకు మధ్య వాటి మార్గము సూటిగానే ఉండును (చూ. చిత్రము).

బ్రౌన్యన్ చలనము; బ్రౌన్యన్ చలనసిద్ధాంతమును వివరించినవాడు ఐస్ట్యయిన్ (చూ. పుట 282). ఒకకణ మొక నియతకాలమందు పొందిన స్థానచ్యుతిని అతిసూక్ష్మ

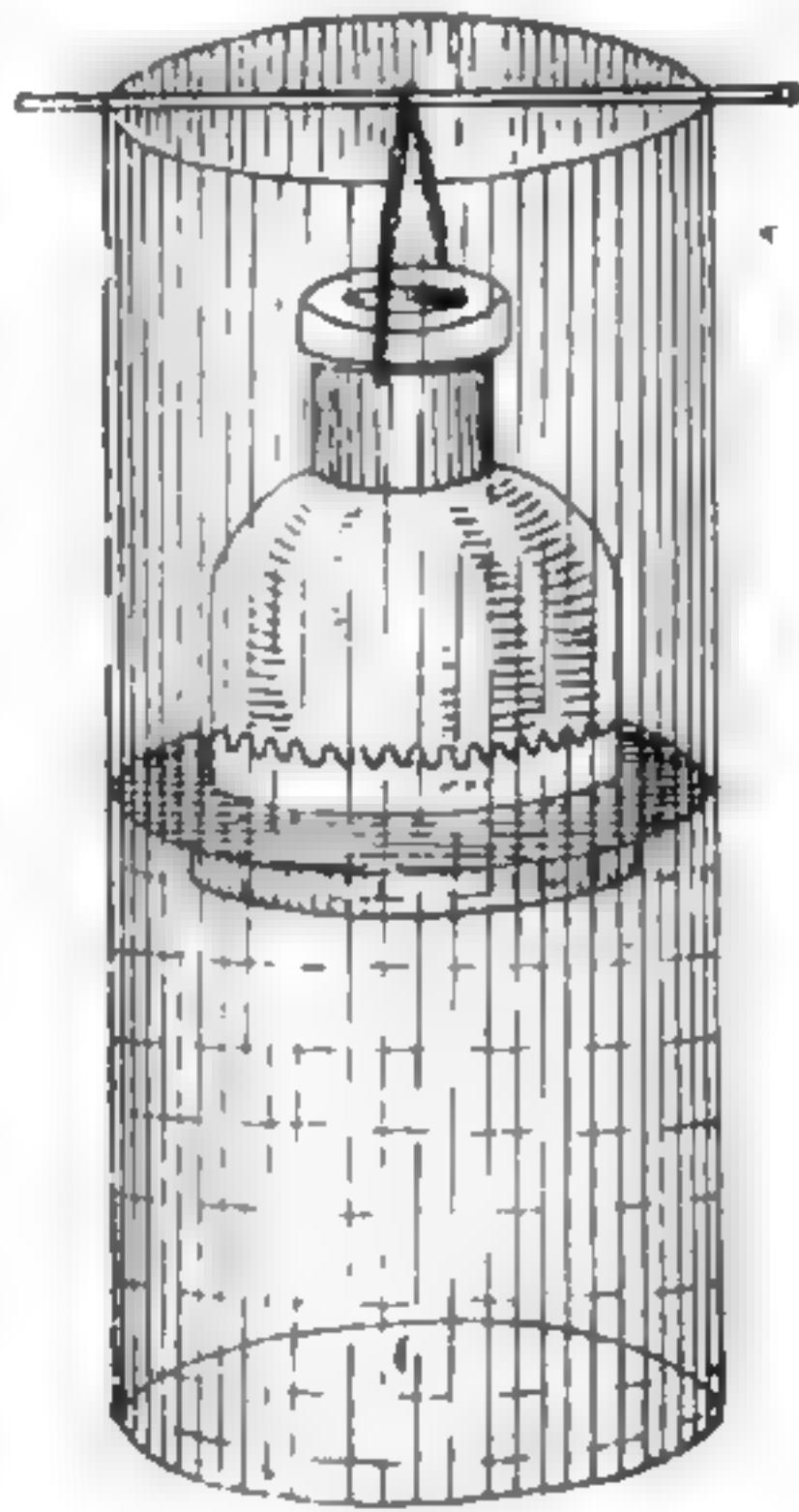


## కొల్లాయిడ్లు

దర్శనిచే కొలచి అపాగాడ్లో సంఖ్య  $N$  ను (అనగా, గ్రాము అణువునందున్న అణువుల మొత్తపుసంఖ్యను) గణించుటకు వీలగు సమీకరణమును ఈయన స్థాపించెను.

కొల్లాయిడ్ కణములు జంతు సంబంధమైన పొరల ద్వారా ఎట్లు పైకి పోలేవో అట్లే పార్శ్వమెంటు కాగిత మునుకూడ దూరలేవు. ఈ ఉపకరణమును కొల్లాయిడ్ లను సిద్ధపరచుటలో వాటిని శుద్ధిచేయుటకు ఉపయోగింతురు. ఒకచట్రపుటడుగున బిగించబడిన పార్శ్వమెంటు కాగితములో కొల్లాయిడ్ ద్రావణము నుంచి వెలుపల శుద్ధ జలము పోసినచో కొల్లాయిడ్ యందున్న మలినద్రవ్యములు ప్రసరణ సామర్థ్యముకల వగుటచే కాగితపు సూక్ష్మ రంధ్రములద్వారా పైకి వెడలును. కొల్లాయిడ్లుమట్టుకు లోపల నిలచియుండును. ఈ ఉపకరణమునకు విశ్లేషకము (డయలైజర్) అనిపేరు (చూ. చిత్రము).

రెండవతరగతికి చెందిన కొల్లాయిడ్ గుణములు చాటుషములు. కొల్లాయిడ్ కణసాంద్రత యానక ద్రవ్యసాంద్రతకన్న భిన్నముగా ఉండుటచే, కొల్లాయిడ్ గుండా ప్రసరించు కాంతికిరణములు విశేషమును పొందునని ఇదివరకే తెలిపియుంటిమి. కొల్లాయిడ్ యందు కిరణ మార్గము నీలిజాడవలె కన్పట్టును. ఈ కిరణ మార్గము నకు 'టిండల్ కోను' అనియు, ఈ దృశ్యమునకు 'టిండల్ ఫలితము' అనియునుపేర్లు. ఈ విశేషశక్తి వలననే కొల్లాయిడ్ కణములు అతిసూక్ష్మ దర్శనిలో మనదృష్టికి గోచరమగుచున్నవి :



డయలైజర్

విషిష్ట కాంతి నీలముగానుండుటకు కారణము కలదు, ధవళ కాంతియందుండు అన్నివర్ణములకన్న నీలిరంగు హెచ్చు విశేష్యము. అనగా నీలిరంగు తక్కిన రంగులకంటె ఎక్కువగా చెదరిపోవును. అదికాక విషిష్ట కాంతి స్వభావము విశేషించు కణపరిమాణమునుపట్టి ఉండును. కొల్లాయిడ్ కణ వ్యాసము నీలితరంగములను విశేషించుటకు తగినపరిమాణములో నున్నది. తక్కిన వర్ణతరంగములు ఈ వ్యాసముగల కణములచే విశేషించబడ నేరవు.

కొల్లాయిడ్ల మూడవతరగతి గుణములు విద్యుత్ గుణములు. కొల్లాయిడ్ కణములు విద్యుదావేశము కలవని సులభముగా తెలిసికొననగును. కొల్లాయిడ్ యందు రెండు విరుద్ధవిద్యుదగ్రముల నుంచితిమేని కొల్లాయిడ్ కణములు

ఋణద్రువమువైపునకో, ధనద్రువమువైపునకో పోవును. ఈ గమనము ప్రత్యక్షముగా గోచరించును. ఈ గమనమునకు విద్యున్నిస్సరణము (ఎలక్ట్రోఫోరెసిస్) అనిపేరు. ఈ గమనవేగ మించుమించు అయన్ల ప్రయాణవేగముతో సమానముగా నుండును. ఒక కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యము యొక్క కణములన్నియు ఒకేవిధమగు విద్యుదావేశమును కలిగియుండును. లవణద్రావణములందు ధనఅయన్లు, ఋణఅయన్లు ఉన్నట్లు ఒకే కొల్లాయిడ్ లో రెండువిధముల ఆవేశముగల కణములు ఉండవు.

కొల్లాయిడ్ల ఆవేశచిహ్నములను చూపు పట్టిక

| ధనావిష్టకొల్లాయిడ్లు<br>ఋణాగ్రమువైపు నడచును.<br>(+)   | ఋణావిష్టకొల్లాయిడ్లు<br>ధనాగ్రమువైపు నడచును.<br>(-)   |
|---|---|
| ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్<br>$Fe(OH)_3$<br>అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్<br>$Al(OH)_3$<br>కాడ్మియమ్ హైడ్రాక్సైడ్<br>$Cd(OH)_2$<br>కొన్ని ఊరవర్ణద్రవ్యములు<br>(Basic dyes) | బంగారము, వెండి, ప్లాటినమ్<br>గంధకము<br>ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్<br>తుమ్మజిగురు<br>గంజి (Starch)<br>సిలిసిక్ ఆసిడ్<br>స్టానిక్ ఆసిడ్<br>కొన్ని ఆమ్లవర్ణ ద్రవ్యములు<br>(Acid dyes) |

కొల్లాయిడ్ కణములకు ఈ విద్యుదావేశము ఎట్లు వచ్చినదను ప్రశ్నకు సమాధానము ఈయవలసిఉన్నది. లవణభాగములగు అయన్లకువలె, కొల్లాయిడ్ కణములకు ఆవేశములు స్వాభావికముగా నున్నవికావు. కణములుగా విభక్తమగుచున్న కాలములో ఈ ఆవేశము వీటికి ప్రాప్తించునట్లు ఊహించవలసి ఉన్నది. ఏలన కొల్లాయిడ్లు తయారగుటకు పూర్వము ఆధారద్రవ్యమందు అయన్లుండినగాని అవి కొల్లాయిడ్ గా మారవు. ఈ అయన్లు, కొల్లాయిడ్ ను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించిన ద్రవ్యములందు ఉండవచ్చును; లేదాప్రత్యేకముగా చేర్చినవిగానైన ఉండవచ్చును. కొల్లాయిడ్ కణముల స్థిరత్వమునకు అయన్ల సంపర్కమావశ్యకము. ఏలన కొల్లాయిడ్ ను విశ్లేషక సహాయమున మిక్కిలి శుద్ధిచేసినచో కొల్లాయిడ్ కణములు యానకమందు వ్రేలాడియుండక క్రిందికి దిగిపోవును. ఈ శుద్ధిచేయుటలో కొల్లాయిడ్ కణములు అవి గ్రహించిన అయన్లను కోలుపోవును. తత్ఫలముగా ఆవేశములనుకూడ కోలుపోవును. ఆవేశములు ఉన్నంతవరకు కొల్లాయిడ్ కణములు సజాతీయావేశములు కలవగుటచే దగ్గరపడనేరవు. ఆవేశములు నష్టమై



నపుడు కణములు సంశ్లేషించి స్థూలకణములుగా మారి క్రిందకు అవక్షేపముగా దిగును. ఈ అవక్షేపణకు 'స్కంద నము' (కొయ్యగ్యులేషన్) అని పేరు.

ఈ స్కందనము కొల్లాయిడ్లకు లవణముల చేర్చిన, లేదా విరుద్ధవిద్యుదావేశముగల మరియొక కొల్లాయిడ్ను కలిపిన జరుగును. లవణములందున్న అయన్లవలన కొల్లాయిడ్ కణముల విద్యుదావేశము అంతరించును. లవణములచే కలుగు స్కందనవేగము వాటి అయన్ల ఆవేశభారము లేదా యోజనీయత పట్టి ఉండును. త్రియోజనీయతగల అల్యూమినియము అయన్ల ప్రభావము ద్వియోజనీయములగు బేరియమ్ అయన్ల ప్రభావముకన్న చాల ఎక్కువ. అటులనే బేరియమ్ అయన్ల ప్రభావము ఏకయోజనీయతగల సోడియమ్ అయన్ల ప్రభావము కన్న హెచ్చు. ఈ అయన్ల స్కందనసామర్థ్యము దిగువ చూపిన నిష్పత్తిలో ఉండును :



వర్ష కాలమందు చెరువులోని బురదనీటిని విరచి నిర్మలముగా చేయుటకు ఉపయోగించు పటికయొక్క సామర్థ్యము అందరికీ తెలిసినదియే. బురదనీరు ఒక కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యము. త్రియోజనీయతకల అల్యూమినియము అయన్తో సంయోగమగుటచేతనే, అంత త్వరితముగా బురద విరిగినీరు నిర్మలమగును.

కొల్లాయిడ్లు విరివిగా ఔషధములుగా ఇప్పుడు ఉపయోగములో ఉన్నవి. చర్మముద్వారా వీటిని సూదులతో ప్రయోగించినప్పుడు రక్తమందలి లవణసంపర్కమున కొల్లాయిడ్లు విరిగిపోయి చర్మముక్రింద గడ్డకట్టి ఒకప్పుడు వ్రణమును పుట్టించును. ఈ ఉపద్రవము లేకుండ చేయుటకై లవణసంపర్కమున కూడ కొల్లాయిడ్లు విరుగకుండ సంరక్షించు ఉపాయము అలోచించవలసి ఉన్నది. ఈ కొల్లాయిడ్లయందే రెండు ప్రధానవర్గములు లైయోఫైలిక్ లేదా లైయోఫోబిక్ అనునవి కలవు. వీటి గుణములు చాల భిన్నములు.

లైయోఫైలిక్ అనగా యానకముగా నుండు ద్రవమును ప్రేమించునవి అనియు, లైయోఫోబిక్ అనగా యానకద్రవమును ద్వేషించునవి అనియు అర్థము. వీటిని 'ద్రవకాము'లు అనియు, 'ద్రవవిరోధులు' అనియు పేర్కొనవచ్చును. ఇందు ద్రవకాములగు కొల్లాయిడ్లు సంపర్కమున విరగవు. సరికదా, ద్రవవిరోధులైన లవణ సంపర్కమున సులభముగా అవక్షేపించు స్వభావముకల కొల్లాయిడ్లను అట్లు అవక్షేపించనీయవు. వీటిని సంరక్షక కొల్లాయిడ్లు అందురు. సర్వేసు, తుమ్మబంక, గంజి

మొదలగు పదార్థములు సంరక్షకవర్గమునకు చెందినవి. వీటితో ద్రవవిరోధులైన కొల్లాయిడ్లను చేర్చిన అవి రక్తములో ప్రవేశించినపుడు విరిగిపోక ఏకరీతిగా వ్యాపించి చికిత్సకు తోడ్పడును.

తయారుచేయు పద్ధతులు : కొల్లాయిడ్లు సూక్ష్మ విభక్త ద్రవ్యములని చెప్పియుంటిమి. సూక్ష్మ విభజనకు అనువగు ఏ పద్ధతి నుపయోగించినను కొల్లాయిడ్ తయారగును.

కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యమును యానకమందుంచికాని, లేదా ప్రత్యేకముగాగాని యాంత్రికముగా అనగా యంత్రసహాయమున, కొల్లాయిడ్ పరిమాణముగల కణములక్రింద విభక్తమగునంత వరకు చూర్ణముచేయుట. ఇట్టి యంత్రములకు కొల్లాయిడ్ యంత్రములనిపేరు. ఈ యంత్రములు పూతరంగులు, ఏగరోల్ (సూక్ష్మవిభక్తమగుజున్ను గడ్డి చూర్ణముకల కిరోసీన్ తైలము) కిమొదలగు ద్రవ్యములను తయారుచేయుటలో ఉపయోగింతురు.

కొల్లాయిడ్ ఏద్రావమందు కరుగునో అట్టి ద్రావమందు దానిని ద్రావణముగాచేసి, ఈ ద్రావణముయొక్క కొన్ని చుక్కలను అది కరుగని ద్రావమందు జారవిడచిన ద్రావ్యము ద్రావమునుండి విడిపోయి సూక్ష్మకణరూపముగా అవక్షేపించి ఏకరీతిగా ఆధారద్రవ్యమందు వ్యాపించి కొల్లాయిడ్ ఏర్పడును.

ఇట్లు సారాయి (ఆల్కహాల్)లో కరగు అయిడీన్ అందు ద్రావణముగా నొనర్చి, కొన్ని చుక్కలద్రావణమును నీటిలో పోసినచో యానకముగానున్న నీటియందు అయిడీన్ కొల్లాయిడ్ ఏర్పడును. ఇటులనే గంధకమును కూడ కొల్లాయిడ్ గ మార్చవచ్చును.

కాంతిశక్తిని ఉపయోగించి ధాతువులను కొల్లాయిడ్ గా మార్చవచ్చును. వెండి, రాగి, సీసము, తగరము మొదలగువాటి రేకులను నీటిలో ముంచి మర్క్యురీ ఆర్క్ దీపమునుండి ప్రసరించు అతినీలలోహిత కిరణములను ఆ రేకులమీద పడునట్లు చేసిన పదిహేను నిమిషములలో రేకులనుండి ధాతుకణములు విడివడి నీటియందు వ్యాపించును. ఈ విధానమున వెండిని సారాయందు కొల్లాయిడ్ గా వ్యాపింపజేయవచ్చును.

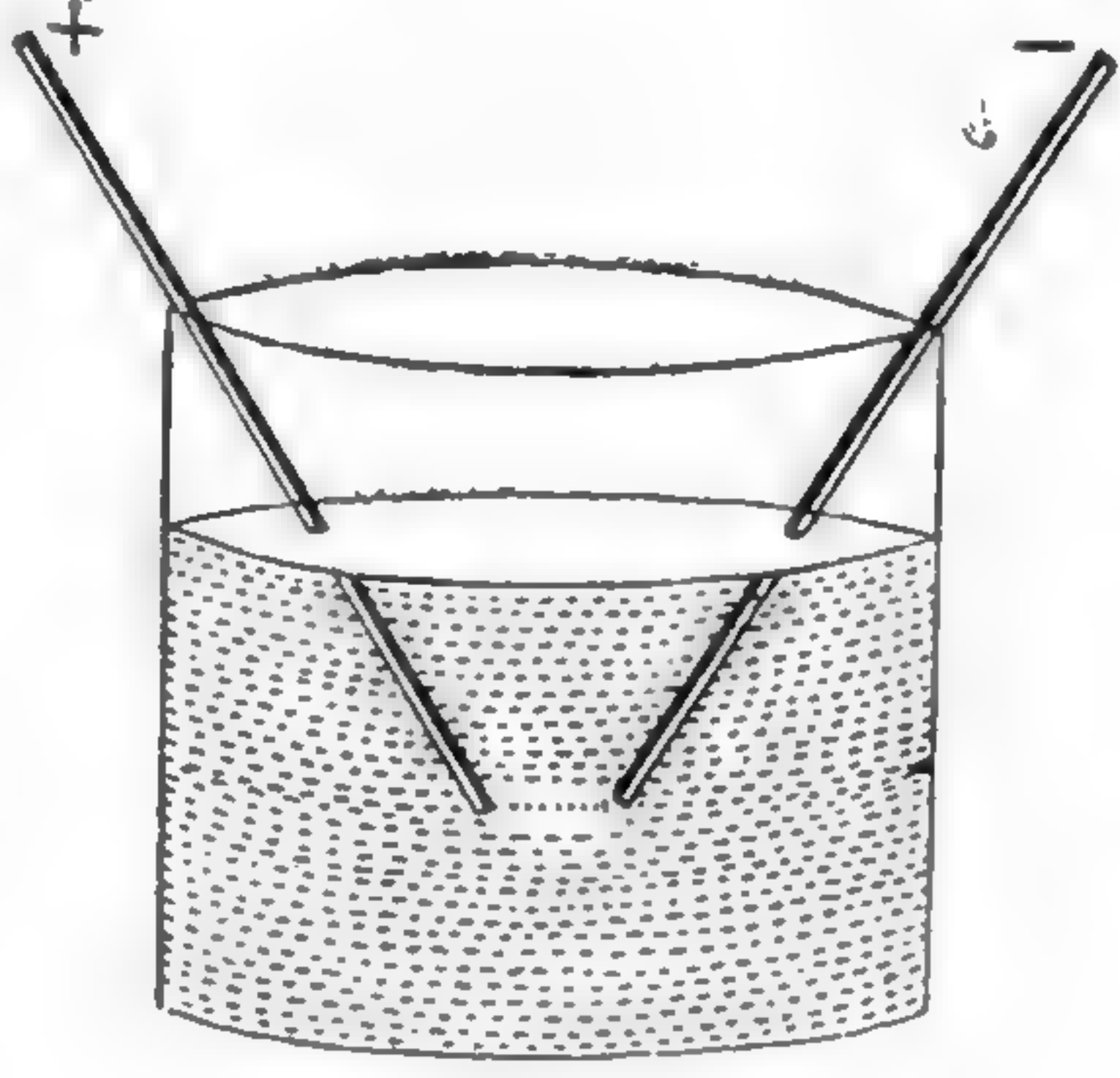
ధాతు కొల్లాయిడ్ ను విద్యుచ్ఛక్తిని ఉపయోగించికూడ తయారు చేయవచ్చును. ధాతువునుండి రెండుకడ్డిలను తయారుచేసి, వాటిని నీటిలోనుంచి వాటిమధ్య విద్యుచ్ఛాప మొకదానిని జనింపజేసినచో, ఋణాగ్రమునుండి ధాతుకణములు పొగవలె నీటియందంతటను వ్యాపించును. ఈనీటియందు కొంచము పొటాసియమ్ కార్బోనేట్ ను



కొల్లాయిడ్లు

ముందుగా కలుపవలయును. ఇట్లు వెండి, బంగారము, ప్లాటినమ్, రాగి ధాతువు కొల్లాయిడ్లను తయారుచేయవచ్చును.

విద్యుచ్ఛాపముయొక్క వేడిమిని సహింపలేని సోడియమ్, పొటాసియమ్ ధాతువుల కొల్లాయిడ్లను-ఈతర్కను ఆధారముగా ఉపయోగించి - స్వేడ్బర్గ్ విధానమున తయారుచేయవచ్చును ఇందు ధాతుశలాకనుయానకమందుంచి కంపన విద్యుదుత్పర్గము(ఆసిలేటరీ ఎలక్ట్రిక్ డిస్చార్జి) నకు అధీనము చేసిన ధాతుకొల్లాయిడ్ ఏర్పడును.



బిడ్జ్ విధానము

రాసాయనికపద్ధతులు : ఆక్సికరణము, ఆక్సిహరణము, ద్విపరివర్తనము, జలవిశ్లేషణము మొదలగు రాసాయనికప్రక్రియ లన్నియు ఇందు ఉపయోగపడును.

ఆక్సికరణము : హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ ద్రావణము గుండా కొంతసేపు గాలిని పంపించినచో, గాలియందలి ఆక్సిజన్ భాగము హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ను ఆక్సికరించును. గంధకము కొల్లాయిడ్ గా విడివడును. ఆక్సిహరణప్రక్రియ చేకూడ ధాతు కొల్లాయిడ్లను తయారు చేయవచ్చును ధాతు లవణము ద్రావణములకు, హైడ్రాక్సిల్ ఎమీన్, హైడ్రజీన్, ఈతర్లో భాస్వరద్రావణము, ఫార్మార్డిహైడ్, టానిక్ ఆసిడ్ వీటిలో దేనిని కలిపినను లవణము నుండి ధాతువు కొల్లాయిడ్స్థితిలో విడివడును. ఉదాహరణమునకు ఇచ్చట బంగారము కొల్లాయిడ్ను తయారుచేయు విధానము వివరించబడును.

బంగారమును మహాద్రావకములో కరగించినప్పుడు క్లోరారిక్ ఆసిడ్ తయారగును. ఆ ద్రావణమును ఇగర పెట్టినచో  $H(AuCl_4) \cdot 4H_2O$  స్ఫటికములు ఏర్పడును. 0.6 గ్రాము ఈ స్ఫటికములను 100 ఘ. సెం. మీ. నీళ్ళలో కరగించి ఆ నీళ్ళలో 0.075 గ్రాము అతిశుభ్రమైన పొటాసియమ్ కార్బోనేట్ ( $K_2CO_3$ )ను చేర్చవలెను. ఈ ప్రక్రియలలో వాడుకచేయు నీరంతయు బంగారముచేగాని, వెండిచేగాని చేయబడిన పాత్రలలో రెండుసార్లు స్వేదన ప్రక్రియను జరిపి అతిశుద్ధముగా తయారుచేయబడవలెను.

ఈ బంగారపు ద్రావణమును మరగపెట్టుచు, రబ్బరు కాడతో కలుపుచు, 3 లేక 5 ఘ. సెం. మీ. 0.3% ఫార్మార్డిహైడ్ ద్రావణమును చేర్చవలెను. ఒక నిమిషములో రాసాయనికకార్యము పూర్ణమై అతిమనోహరమగు రక్తవర్ణముకలిగిన బంగారము కొల్లాయిడ్ తయారగును. ఇందలి కణములు అతిసూక్ష్మ దర్శినిలో కంటికగవడును. కణపరిమాణము 10-40 మిల్లిమైక్రాన్లమధ్య నుండును.

ఇటులనే ఈతర్లో భాస్వరద్రావణము ఉపయోగించిన లభ్యమగు బంగారము కొల్లాయిడ్యందు కణములు అతిసూక్ష్మదర్శని కగువడనంత సూక్ష్మముగా నుండును. వీటికణ పరిమాణము 1-8 మిల్లిమైక్రాన్ల మధ్య నుండును. ఈ కొల్లాయిడ్ కూడ ఎర్రగానేఉండును. కానిపై కొల్లాయిడ్ చూపునంత విశేషదృశ్యమును ఇది చూపదు. విద్యుత్ విధానమున తయారుచేయబడిన బంగారము కొల్లాయిడ్ నీలిరంగుగా నుండును. ఇందలి కణములు పైని వర్ణించిన రెండు ఎర్ర కొల్లాయిడ్లందుకన్న అధికపరిమాణము కలవి. కొల్లాయిడ్యొక్క రంగు కణపరిమాణమునుబట్టి ఉండునని ఈ వివరణ వలన తెలియుచున్నది.

అధిచూషణ : ఒక ద్రవ్యము ఇంకొకద్రవ్య తలముపై ప్రోగగుటకు అధిచూషణఅని పేరు. భౌతికరాసాయనిక శాస్త్రదృష్టిలో రెండు పరస్పరము విలీనముకాని ద్రవ్యములు కలుసుకొన్నప్పుడు వాటి సామాన్యతలములో ఆ ద్రవ్యములసాంద్రత, ఆ తలమునకు ఎడమగానున్న ద్రవ్యముల సాంద్రతకన్న ఎక్కువగా నుండును. అధిచూషణకు కారణము భిన్నద్రవ్యాణువులమధ్యనున్న ఆకర్షణశక్తి. ఈ ఆకర్షణశక్తి కేవలము భౌతికమో, లేక రాసాయనికమో చెప్పట సాధ్యముకాదు. ఏలన తరచిచూచినచో ఈ రెండుశక్తులకును భేదమేమియు కానరాదు. సాధారణముగా ద్రవ్యముయొక్క అధిచూషణ సామర్థ్యము ఈ క్రింది సంఘటనలనుబట్టి యుండును.

1. తాపక్రమము ; 2. అధిచూషకద్రవ్యస్వభావము ; 3. అధిచూషకద్రవ్యస్థితి ; లేదా పూర్వచరిత్ర ; 4. అధిచోష్యద్రవ్యపు స్వభావము ; 5. అధిచోష్యద్రవ్యము వాయువైనచో దాని ప్రేషము.

ఘనములచే వాయువుల అధిచూషణ : వాయువుయొక్క ప్రేషము ఎక్కువగుకొలది ఒక ఘనతలము అధిచూషించు వాయుద్రవ్యరాశి ఎక్కువగుచుండును. ఘన, వాయు ద్రవ్యములమధ్య రాసాయనిక సంయోగమున కవకాశములేని పరిస్థితిలో, తాపక్రమ మెక్కువగుకొలది,





### అగిట్

పీచి రచనలో ఖిగ్గాంగ్ వలయములు  
(చూ. కొల్లాయులు) గుర్తించబడినవి.



### నెమలి కప్పు

ఇందులో ఖిగ్గాంగ్ వలయములు కాన పడును.  
(చూ. కొల్లాయులు)



Blank Page



ఒకనియతభారముగల ద్రవ్య మధిచూపించు వాయురాశి తగ్గుచుండును. సాధారణముగ సులభముగా ద్రవీభవించుటకు వీలైన వాయువులు, ఘనతలముపై హెచ్చుగా అధిచూపించబడును. ఘనతలములపై వాయువులు అధిచూపించబడుననుటకు దృష్టాంతము కొబ్బరిపుచ్చెనుండి తయారగు బొగ్గు. ఈ బొగ్గుయొక్క అధిచూషకగుణము శోధనాగారమందు వలసినపరికరములలో శూన్యమును నిర్మించుటకు వాడుకలో నున్నది (చూ. అణుభార నిర్ణయము పు. 128).

**ద్రావణములో అధిచూషణ :** ద్రావణములో నున్న ద్రావ్యము అనేకఘనతలములపై అధిచూపించబడవచ్చును. వాయువుల విషయములో హెచ్చు సులువుగా ద్రవీకరించుటకు వీలైనవి హెచ్చుగా అధిచూపించబడినట్లు, ద్రావ్యత తక్కువగానున్న ద్రావ్యములు హెచ్చుగా ఘనతలములచే నధిచూపించబడును. అధిచూషణసామర్థ్యము వస్తువును బట్టి మారుచుండును. ఇందు రెండుతరగతుల సామర్థ్యమును సామాన్యముగా నిరూపించవచ్చును.

సిలికాజెల్ వంటి కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యములకు నీటితో గాని, నీరువంటి ద్రువిత యాగికములతో గాని, సమ్మేళించుటకు ప్రావణ్యమెక్కువ. ఇట్టి ఘనద్రవ్యములు కార్బన్ యాగికద్రవములనుండి నీటిని అధిచూపించగలవు. కాని జలద్రావణములలో వీటి అధిచూషణశక్తి చాల తక్కువ. నీటితో మిశ్రితమగుటకు ఉబలాటములేని బొగ్గు వంటి కొన్నిఘనములు జలద్రావణములలో అధిచూషణ సామర్థ్యమును ప్రదర్శించును.

ద్రావణములలో అధిచూషణ సంఘటనకు వ్యాపార రాసాయనికశాస్త్రమందు చాల వినియోగము లున్నవి. పంచదారను తయారుచేయుటలో చెరకురసమునకున్న రంగును తీసివేయుటకు ఎముకలబొగ్గును ఉపయోగింతురు. ద్రావణమునుండి అధిచూషణ ఇటీవల పెంపొందింపబడిన క్రోమటోగ్రఫీ అను విధానమునందు వినియోగించబడుచున్నది. ఒకద్రావణములో విలీనమైయున్న వేరువేరు ద్రావ్యములను అందులోముంచిన వత్తుకాగితమువంటి ఘనద్రవ్యము వేరువేరు తరగతులుగా అధిచూపించును. ఈ అధిచూష్యగుణములోని వ్యత్యాసములను ఉపయోగించి ద్రావణములలోనున్న ద్రావ్యములను వేరుచేయవచ్చును.

తక్కినపరిస్థితులు మారకుండఉన్నపుడు వాయువు విషయమైగాని, ద్రవమువిషయమైగాని, ఒకఘనద్రవ్యముయొక్క అధిచూషణసామర్థ్యము దాని విశిష్టతలవైశాల్యముతో పెరుగుచుండును. అందువలననే అధిచూషణసంఘటనపై ఆధారపడియున్న ప్లాటినమ్ వంటి ధాతువుల రాసా

యనిక కార్యప్రేరణసామర్థ్యము వాటి సూక్ష్మవిభక్తిస్థితో ఎక్కువగుచుండును (చూ. ప్రేరణము).

కొల్లాయిడ్ లు అతిసూక్ష్మవిభక్తిమైన స్థితిలోనున్న ద్రవ్యములగుటచే, వాటి అధిచూషణశక్తి చాల ఎక్కువగా నుండును. సిలికాజెల్ యొక్క అధిచూషణశక్తి చాలగణనీయమైనది. ఇట్టి జెల్ లు, ఘనముల గుణములనే కాక, ద్రవ్యముల గుణములనుకూడ ప్రదర్శించును. వీటి ద్రవగుణమును వీటిలో సంభవించు లవణముల ప్రసారముచే వ్యక్తపరచవచ్చును. నీటిలో లవణము లెంతచురుకుగా ప్రసరించునో జెల్ లలోకూడ అంతచురుకుగా ప్రసరించును.

ఈప్రసారమును ఈ క్రిందిప్రయోగముచే ప్రత్యక్షము చేయవచ్చును. 2 గ్రాముల జిలెటిన్ (సర్వేసు) ను 100 గ్రాముల నీటిలో వేడిచేసి కరగించి, ఆ ద్రావణ మింకను వేడిగానున్నపుడే కొంచెము విలీనపొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణమును చేర్చవలెను. ఈ వేడి జిలెటిన్ ద్రావణము నొకగాజుపలకపై పోసి చల్లారనీయవలెను. చల్లారిన తరువాత గాజుపలకపై జిలెటిన్ పొరగా ఏర్పడును. ఈ గాజుపలకను వెలుతురు చొరనిచోట మట్టముగా నొకబల్లపై నుంచి, దాని మధ్యను గాఢసిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణముయొక్క కొన్నిబిందువులను ఉంచవలెను. ఇట్లు కొన్నిరోజులుంచినచో సిల్వర్ నైట్రేట్ జిలెటిన్ పొరలో వ్యాపించినట్లు అది జిలెటిన్ లోనున్న క్రోమేట్ అయన్ తో కలసి ఏర్పడిన ఇటికరంగుగల అవక్షేపములమున విశదమగును. ఇందలి అద్భుతదృశ్యమేమనగా, ఈ అవక్షేపము, సిల్వర్ నైట్రేట్ నుంచిన స్థలమును కేంద్రముగా చేసికొని సమకేంద్రవలయములుగా గాజుపలకపై అగపడును. ఈ వలయముల మధ్యఅంతరము కేంద్రమునుంచి క్రమముగా ఎక్కువగును. ఈ వలయరూప అవక్షేపణకు లీసిగాంగ్ సంఘటనఅని పేరు.

ఇట్టి వలయాకారములు ప్రకృతిలో దొరకు సిలికా యొక్క అపురూపమైన ఆగిట్ నందు మనకు తారసిల్లును. నెమిలికన్నయొక్క వలయాకార వర్ణవిన్యాసమునకుకూడ ఈ లీసిగాంగ్ అవక్షేపణ సంఘటనయే కారణము. (చూ. ఫలకము.) మే. వ. న.

కోపర్నికన్, నికలన్ (1473-1543): పోలండ్ దేశపు ఖగోళ విజ్ఞాని, సూర్యునిచుట్టూ భూమి, ఇతర గ్రహములు భ్రమించుచున్నవని మొదట ఈయనయే ప్రతిపాదించెను. భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష (పు. 18)లో ఈ ప్రతిపాదనను గూర్చి విపులముగా వివరించబడనది. \* \* \*

కోబాల్ట్ : పరమాణ్వంకము 27 ; సంకేతము Co ; పరమాణుభారము 58.94 ద్రవాంకము 1495°C విశిష్ట



కుర్చియమ్

గురుత్వము 8.8. భూమిలో చాల విరివిగా దొరకును కాని, ఇది ఇనుము, రాగి, నికెల్, మరియు ఇతర ధాతువులతో కలిసియుండును. ధాతుఖనిజములు ఆర్సెనైడ్లుగాగాని, సల్ఫైడ్లుగాగాని లభించును. స్కాల్టైట్ [కోబాల్ట్ ఆర్సెనైడ్ ( $\text{CoAs}_2$ )], కోబాల్ట్ బ్లైట్ [కోబాల్ట్ ఆర్సెనైడ్ సల్ఫైడ్ ( $\text{CoAsS}$ )] అనునవి ధాతుసాధనకు ముఖ్యమైన ముడి ఖనిజములు,

ధాతుసాధన : ఖనిజములు గాలిలో కాల్చినచో అందలి ఆర్సెనిక్ (పాషాణము) ఆవిరిరూపముగా పైకిపోవును. మిగిలినదానిని గాలికొలిమిలో ఇసుకతోను, సున్నపురాయి తోను కలిపి కరగింతురు. కరగించగా వచ్చినద్రవ్యమును నీటిలో వేసి సారమును గ్రహింతురు. నీడలో కరుగని భాగము వెండిని సాధించుటకు ఉపయోగపడును. నీటిలో కరగిన భాగమందు కోబాల్ట్, నికెల్, రాగి, కలిసియుండును. ఈ ద్రావణమునందు ఇనుపరేకులుంచినచో వాటిపై రాగి వేరగును. మిగిలియున్న ద్రావణమునకు సోడాజ్వారమును కలిపినచో నికెల్ కోబాల్ట్ హైడ్రాక్సైడ్లు అవక్షేపముగా దిగును. ఈ అవక్షేపమును విడతీసి వేడిచేసినచో నీరుపోయి ఆక్సైడ్లు మిగులును. ఆక్సైడ్లను హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్లో కరగించి వచ్చినద్రావణమునకు సీమ సున్నమును చేర్చినప్పుడు అనవసరమగు ఇనుము, సిలికన్ మొదలగు ద్రవ్యములు వేరగును. తేరినద్రావణమునకు ఫ్లోచింగ్ చూర్ణమును కలిపినచో అందున్న కోబాల్ట్ అంతయు ఆక్సైడ్ గా క్రిందికి అవక్షేపించును. ఈ ఆక్సైడ్ నుంచి 'గోల్డ్ స్మిత్' అల్యూమినా తెర్మివిధానము'న ధాతువును వడయవచ్చును. లేదా విద్యుద్విధానమునగాని, హైడ్రోజన్ చే ఆక్సిహరించిగాని ధాతువును తయారుచేయుదురు.

ధర్మములు : కొంచెమెరుపుజీరగలిగిన తెల్లని ధాతువు. దీనిని రేకులుగా కొట్టవచ్చును; లేక తీగలుగా లాగవచ్చును. అతిస్వల్పమగు అయస్కాంత ధర్మముకలిగిన ధాతువు, గాలికి సామాన్యతాపక్రమమువద్ద మార్పుచెందదు.

ఉపయోగములు : పూతధాతువుగాను కఠినమైన ఉక్కు ఉపకరణములు తయారుచేయుటకు కోబాల్ట్ ను ఉపయోగింతురు. కోక్రోమ్, (కోబాల్ట్ - క్రోమియమ్ మిశ్రము) నిక్రోమ్ ధాతుమిశ్రమువలె నుపయోగపడును. (చూ. క్రోమియమ్). దీనియోగికములగు ఆక్సైడ్లను సిలికేట్లతో కలిపి ఊదారంగుగాజు, పింగాణి చేయుటకు ఉపయోగింతురు. అకర్పనాప్లములవలన వ్యుత్పన్నమగు కోబాల్ట్ లవణములు పూతరంగులు, వార్నిషులు త్వరితముగా నారునట్లు చేయుటకు ఉపయోగపడును.

యోగికములు : కోబాల్ట్ నాలుగురకముల ఆక్సైడ్ల నిచ్చును. అందులో ముఖ్యమైనవి కోబాల్టస్ (యోజనీయత = 2). కోబాల్టిక్ (యోజనీయత = 3) ఆక్సైడ్లు; ఇవి లవణాధారములు. వీటినుండి క్రమముగా కోబాల్టస్, కోబాల్టిక్ లవణములు ఏర్పడును. కోబాల్టస్ లవణములు అన్నియు లేత ఎరుపురంగు కలవి. నిర్జలస్థితిలో వీటిరంగు నీలము. ఈ లవణములయొక్క ఈ గుణము కాగితము వెచ్చచేసినగాని బహిరంగముకాని రహస్య లేఖలను వ్రాయుటకు ఉపయోగించును. ఎరుపురంగు లవణమును నీటిలో కరగించి ఈ ద్రావణముతో కాగితముమీద వ్రాసినచో అక్షరములకు రంగేమియు కానరాదు. కాగితమును నిప్పుమీద వేడిచేసిన లవణములు నిర్జలమై అక్షరములు నీలముగా అగుపడును. ఇదిగాక క్లిష్టరచనగల అనేక యోగికములను కోబాల్ట్ ఇచ్చును. అందులో ముఖ్యమైనవి కోబాల్ట్ ఎమీన్లు, సైనైడ్లు, నైట్రేట్లు మొదలగునవి చాల మెండుగా ఉన్నవి. (చూ. అణురచన; పు. 188) ఎన్. వి. వి. కె. రావ్.

కుర్చియమ్ : యురేనియమ్ తరువాత మూల ద్రవ్యము. ఇది ఆక్టినైడ్ శ్రేణికి చెందినది. పరమాణ్వంకము 98; సంకేతము Cm; పరమాణుభారము 247 (స్థూలరాశి). ఇది ప్రకృతిలో లభించదు. 1944 లో జి. టి. సీబార్గ్, ఆర్. ఏ. శేమ్స్, ఏ. ఘియోర్ సో ప్రభృతులు కుర్చియమ్ ను కృత్రిమముగా రూపొందించిరి. \*\*\*

కుర్చి, పియరీ (1859 - 1908) : ఫ్రెంచ్ భౌతిక విజ్ఞాని; ప్యారిస్ లో విద్యనభ్యసించి, ఆనగరమునందే



పియరీ క్యూరీ

సా రోబీన్ యూనివర్సిటీ ఆచార్యపదవిని అధిష్టించెను. తన భార్యఅయిన మేరి యాక్యూరీ సహాయముతో కావించిన పాలోనియమ్, రేడియమ్ ఆవిష్కరణలే కాకుండ ప్రేషవిద్యుత్తు (పీజో ఎలక్ట్రిసిటీ)ను గురించియు, ద్రావణముల

నుండి స్పటికముల పెరుగుదలను గురించియు పరిశోధనలు కావించెను. అన్ని ద్రవ్యములును ఒక నిర్దిష్టతాపక్రమము వద్ద తమ అయస్కాంత ధర్మములయందు మార్పును చూపునని కనుగొనెను. ఈతాపక్రమమునకు 'క్యూరీబిందువు' అని పేరు. 1903 లో ఈయన నోబెల్ బహుమానము

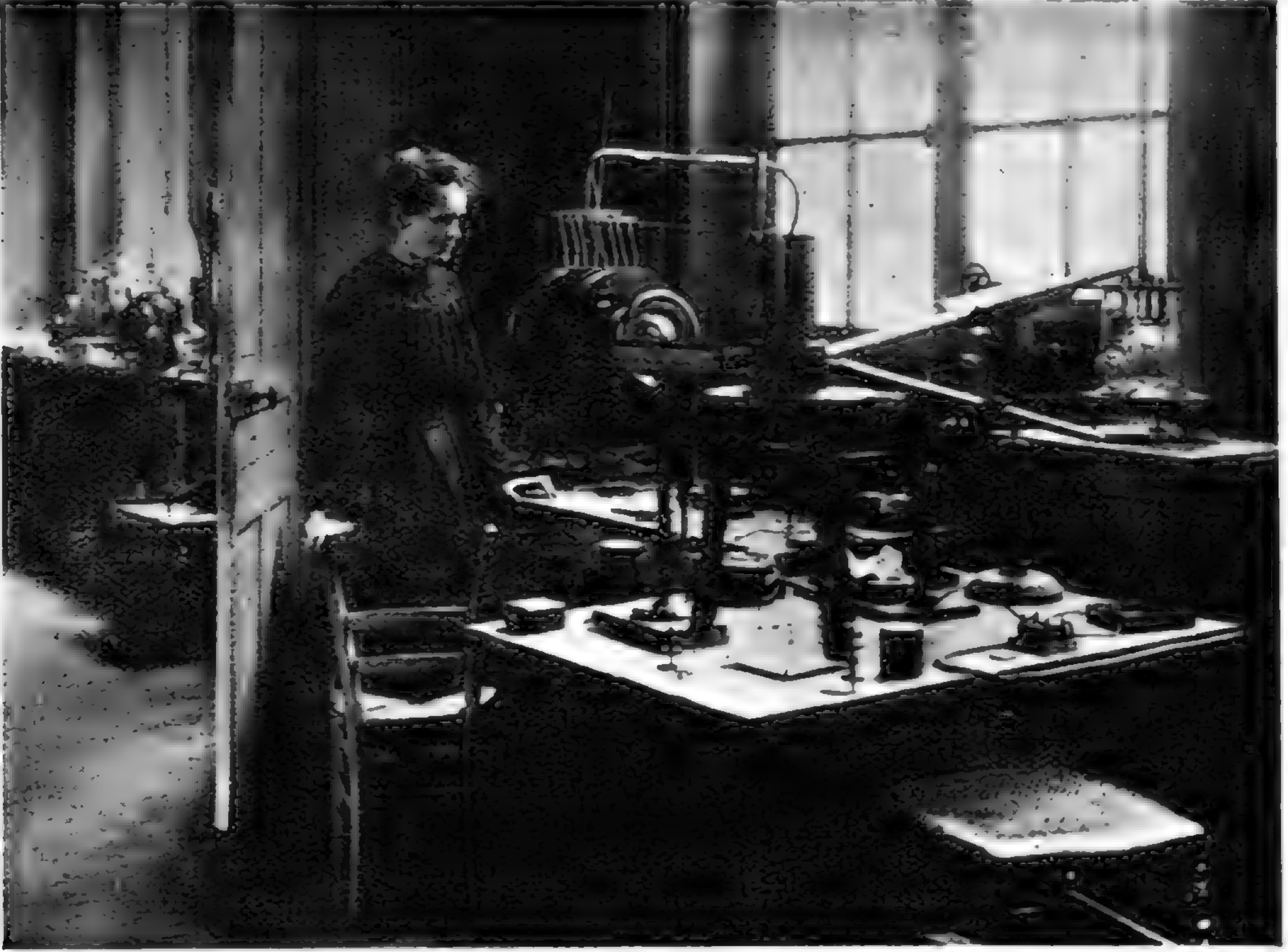


నందుకొనెను. క్యూరీ 1903 లో కారు ప్రమాదములో మరణించెను. కె. ఎస్. ల.

క్యూరీ, మేరియా స్క్లొడ్వీస్కా (1867-1934): పియరీ క్యూరీకి మొదట శోధనాగార సహాయకురాలును, తరువాత ఆతని ధర్మపత్నియు అయిన మేరియా క్యూరీ పోలెండ్ దేశమున జన్మించినది. ప్యారిస్ లో విద్యనభ్యసించి, పియరీ శోధనాగారమందు ఆతనితోకూడ పోలోనియమ్, రేడియమ్ అను రేడియోధార్మిక ధాతువులను ఆవిష్కరించి ప్రఖ్యాతిని కాంచినది. ఒక గ్రాము రేడియమ్ లో సమ

జడవాయువు. దీనిని ఆర్గాన్ తో మిశ్రముచేసి ఎలక్ట్రిక్ బల్బులను నింపుదురు (చూ. జడవాయువులు). \* \* \*

క్రియ : సాధారణముగా క్రియ అనగా 'పని' అని అర్థము. ప్రతి క్రియకును తత్సమాన పరిమాణము గలది యును, విరుద్ధదశలో పనిచేయుచున్నదియును అగు 'ప్రతి క్రియ' ఒకటి ఉండునను న్యూటన్ మూడవ గతినియ మములో మనకు క్రియాశబ్దము తారసిల్లుచున్నది. ఈ అర్థమునకాక వేరొక సాంకేతికార్థములో కూడ 'క్రియ' అను పదము వాడుకలో ఉన్నది. కొన్ని గతిశాస్త్ర



మేరియా క్యూరీ

తులిత స్థితిలోనున్న రేడియమ్ ఉద్గారమునకు ఒక 'క్యూరీ' అను సంకేతము ఈమె గౌరవార్థము ఉంచబడినది. తొలిని ఒకసారి 1903 లో తన భర్తతో సమానముగను, తరువాత మరియొకసారి 1911 లో ప్రత్యేకముగాను నోబెల్ బహుమానమును రెండుసార్లు మేరియా క్యూరీ స్వీకరించినది. రెండుసార్లు నోబెల్ బహుమానమును సంపాదించిన ఇద్దరిలో ఈమె ఒకతె; మరొకరు లై నెస్ కార్ల్ పాలింగ్ (1983). కె. ఎస్. ల.

క్రిప్టాన్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 36; సంకేతము Kr; పరమాణుభారము 83.80;

పర్యాలోచనలో ఒక కాలావధిలో కన్పట్టు కణముల యొక్క సగటు మొత్తపుశక్తిని  $E_k$  ని ద్విగుణీకరించి, దానిని ఆ కాలావధిచే గుణించగావచ్చు గుణనఫలము క్రియ అను పేర మనకు తారసిల్లును. గణితశాస్త్ర విధానమున క్రింది సమీకరణముచే క్రియను నిర్వచించవచ్చును :

$$S = 2 \int_{t_0}^t E_k dt$$

ఇచ్చట  $E_k$  గతిశక్తి,  $t_0$ ,  $t$  లు కాలావధి యొక్క ఆరంభావసానములు. సెంటీమీటరు గ్రాము సెకను పద్ధతిలో



## క్రియాలాఘవ సూత్రము

క్రియాంకమునకు - అర్గ్ సెకను అని పేరు. ప్లాంక్ స్థిరాంకముగు  $h$ , ప్రాథమిక క్రియైకాంకమునకు సాధారణ సంకేతము. మే. వ. స.

**క్రియాలాఘవ సూత్రము :** త్రాళ్లుకట్టిన ఒక కర్ర బల్లపై బరువైన వస్తువులనుంచి, దానిని లాగుటవలన ఆ వస్తువులను స్థలాంతరమునకు తీసికొనిపోవచ్చును కదా. కాని, ఈ పద్ధతియందు శ్రమ ఎక్కువ. ఆ బల్లకే క్రిందను రెండు చక్రముల నమర్చిన బరువు నెంత సునాయాసముగా కదల్చి వీలగుచో ప్రతి వానికిని తెలిసినవిషయమే. మొదటి పద్ధతియందు క్రియాగౌరవము కన్పట్టుచున్నది. రెండవ దానియందు క్రియాలాఘవము రాణించుచున్నది. ఇట్లే ఏదేని ఒకక్రియను నిర్వహించుటయందు ఒకడు చాల భుజ బలమును ఉపయోగించి శ్రమించును; మరియొకడు తన బుద్ధిచాతుర్యమును ఉపయోగించి విక్రమించును. తెలివి గలవాడు ఎవ్వడును క్రియాగౌరవమువంక పోడు. సృష్టి సృజించిన ప్రకృతియొక్క ప్రతిభా చాతుర్యమును అందరును ఒప్పుకొనవలసినదే కదా. ఏ సంఘటనయందైనను ప్రకృతి క్రియాలాఘవ మార్గమును అనుసరించి ఫలమును దక్కించుకొనును. గోళ్ళచీరునది గొడ్డళ్ళ చీరుట అనునది ప్రకృతి వ్యాపారమే కాదు. ప్రకృతి తన కార్యములను ఎంత కనిష్టప్రయత్నముతో నిర్వహించగలదో అను విషయమును తెలియజేయుటకు ఒక దృష్టాంతమును పరికింతము. తేమనేలల రాత్రి మెరయు మెరుగుడుపురుగు బయటపెట్టు కాంతి ప్రకృతి చిత్రములలో మహత్తరమైనది. ఆ కాంతికి వేడినుమంతయైన లేదు. కృత్రిమముగా మనుజుడు అంత కాంతిని జనింపజేయవలెననిన అధికశక్తిని వినియోగించి ఏదేని వస్తువును కొన్నివందలడిగ్రీ (సెంటీగ్రేడ్)ల వరకు వేడెక్కించవలెను. ఇట్లు వేడెక్కించిన తీగలే విద్యుద్దీపములు. కాంతిని పుట్టించుటకు మనుజుడు ఉపయోగించు ప్రయత్న పరికరముల హడావిడి లేకుండ గనే ప్రకృతి మిణుగురుపురుగు శరీరవృష్టభాగమున, సాధారణ తాపక్రమమువద్ద వేడిలేని కాంతిని జనింపజేయుచున్నది. అంటే తీట్లమగు వెలుతురును వేడి ఆవశ్యకతలేకుండ ఉద్భవింపజేయుట మానవుడు ఇంకను నేర్వలేదు. ఇదియే ప్రకృతి కనపర్చు క్రియాలాఘవము. ఏ పనియందైనను ప్రకృతి లాఘవమార్గములే వెదకును. ఈ విషయమును తొలిసారి 'మాపర్టియన్' భౌతికసిద్ధాంతమందు ఒక భాగమైన గతిశాస్త్రమున కన్వయింపజేసెను. ఈ విషయమునకు ఆయన కనిష్టక్రియాతత్వ మని పేరిడెను. ఈ నియమమును ఆయన శాస్త్రయుక్తులచే సాధించలేదు. భగవంతుని అనంతాద్భుతశక్తులను మననముచేసి నియమ

మును ఉద్ఘాటించెను. తరువాతివాడగు ఆయిలర్ దీని ఆధ్యాత్మికాంశముజోలికిపోక గతిశాస్త్రమందలి ప్రధాన నియమముగా ప్రతిపాదించెను. ఈ తత్త్వము ఆధారముగ గొని పెల్మేట్ అను భౌతికశాస్త్రవేత్త పరావర్తన, వక్రీభవన ప్రక్రియల యందు కాంతి స్వీకరించు మార్గము అది కనిష్టకాల వ్యవధిలో లంఘించగలిగి నట్లుండునని నిరూపించెను. ఈ తత్త్వము క్రింది విధమున చెప్పవచ్చును.

చలనములో నున్న వస్తువ్యాహమేదియైన దాని మొత్తపు శక్తిలో మార్పులేకుండ ఒక స్థితినుండి వేరొక స్థితికి తనంతటతనే మారునపుడు ఆ మార్పు యందు ప్రసక్తమైయుండు క్రియ కనిష్టముగా ఉండును. కొంచెము క్లిష్టమైనను దీనినే గణితశాస్త్రరీతిని ఈ విధముగా సంగ్రహించవచ్చును. ఆ వ్యాహమందున్న ప్రతిద్రవ్యకణపు గతిభారపు రేఖాచయనము (ట్రెన్స్ ఇంటెగ్రల్) ను అల్పిష్టమే. మే. వ. స.

**క్రొవ్వులు, నూనెలు :** మొక్కలు, వాటి గింజల నుండి లభించునవి నూనెలు; జంతువుల నుండి లభించునవి క్రొవ్వులు. నూనెలు సామాన్య శీతోష్ణస్థితిలో ద్రవములు గను క్రొవ్వులు ఘనములుగను ఉండును.

గింజ నూనెలు మూడు విధములు :

1. గాలిలో మార్పు చెందనని-నువ్వుల నూనె, కొబ్బరినూనె.
2. ఆరెడి నూనెలు : గాలిలోని ఆక్సిజన్ ని పీల్చి గట్టిపడును-అవిసె నూనె; 3. పై రెండిటికి భిన్నములు - పొగాకు గింజల నూనె, సోయాబీను నూనె.

జంతువులనుండి లభ్యమగు క్రొవ్వులలో కాడ్లివర్, పార్క్లివర్ నుండి లభించునవి, గొడ్డుక్రొవ్వు, పంది క్రొవ్వు, వెన్న, నెయ్యి గట్టిగా ఉండును. రాసాయనికముగ ఇవి అన్నియు కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ల గ్లిసరీన్ ఎస్టర్లు. ఇందు సాధారణముగ సంభవించు ఆమ్లములు (వీటికి మజ్జామ్లములని పేరు) పామిటిక్, స్టియరిక్, ఒలియిక్, రిసినోలియర్, ఆరకిడిక్ మొదలైనవి.

నూనెలను ఉపయోగించు పరిశ్రమలలో ముఖ్యమైనవి : 1. వనస్పతి, రిఫైండ్ నూనె, 2. గ్లిసరీన్, 3. వార్నిషులు, పెయింట్లు, 4. సబ్బులు, 5. మరకందెన నూనెలు.

క్రొవ్వులు ఆహారద్రవ్యములుగ చాల శరీరపుష్టికరములు - నేయి, చౌలో మొదలైనవి. మే. వ. స.

**క్రోమియమ్ :** పరమాణ్వంకము 24; సంకేతము Cr; పరమాణుభారము 52.01. విలీనామ్లములలో క్రోమియమ్ ఇనుమువంటి గట్టి ధాతువు. క్రోమియమ్ శబ్దము (క్రోమోస్ = రంగు అను అర్థముగల) లాటిన్ శబ్దము నుండి నిష్పన్నమైనది. ఈ ధాతువు యొక్క యౌగికములు



సాధారణముగా రంగుగల ద్రవ్యములగుటచే ఈ ధాతు వునకు ఈ పేరు వచ్చినది. దీనిని మొదట క్రోక్విస్సైట్ అను ఖనిజములో కనుగొనిన వాడు వోక్లాన్ (1798) అను ఫ్రెంచ్ దేశీయుడు.

**వ్యాప్తి :** ఈ ధాతువుయొక్క ముఖ్యమైన ఖనిజము క్రోమైట్ లేక క్రోమిటరన్ ఓర్. ఇది ఐరన్ ఆక్సైడ్ లో కలిసిన క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ ( $FeO, Cr_2O_3$ ). ఆఫ్రికా యందలి రోడిషియా, యునైటెడ్ స్టేట్స్, ఇండియా, ఈ ఖనిజము ముఖ్యముగా దొరకుచోట్లు. ఇదిగాక క్రోక్విస్సైట్ అనగా లెడ్ క్రోమేట్ మొదలగు అముఖ్యములగు ఖనిజములు కూడ కలవు. పచ్చయొక్క పచ్చనిరంగు, కెంపు ఎరువు క్రోమియమ్ అతిసూక్ష్మభాగముండుటచే ఏర్పడినవి.

ఖనిజము నుండి ధాతువును గోల్డ్ స్మిత్ ప్రక్రియచే సాధించవచ్చును. క్రోమిక్ ఆసిడ్ లో కలిపిన క్రోమిక్ సల్ఫేట్ లవణము నుండి విద్యుత్ నిక్షేప విధానమున కూడ ఈ ధాతువును పడయవచ్చును. తక్కిన ధాతువులపై క్రోమియమ్ ను పూయట కిదియే విధానము. ఉక్కును తయారు చేయుట కుపయుక్తమైన ఫెర్రోక్రోమ్ ధాతుమిశ్రములు క్రోమైట్ ఖనిజమును బొగ్గుతో ఆక్సిహరించిన లభ్యమగును.

**ధర్మములు :** క్రోమియమ్ కొంచెము నీలివర్ణముగల కఠినమైన ధాతువు; బాగుగా మెరుగుపెట్టవచ్చును; గాలికి గాని, తేమకుగాని కగ్గదు. మెల్లగా కరగి క్రోమిక్ యాగికములు ఏర్పడును. ఈ యాగికములు సాధారణముగా నీలముగా నుండును. గాఢనైట్రిక్ ఆసిడ్ లో కొంచెము సేపు ఉంచిన ఈ ధాతువు జడమై మరి విలీనాప్లములలో మార్పును చెందదు.

**ఉపయోగములు :** ఈ ధాతువుయొక్క ముఖ్యోపయోగము వివిధావసరములకు వలయు ఉక్కుజాతులను తయారుచేయుట. మనమిప్పుడు సాధారణముగా గృహ పాత్రలకు వాడుకచేయు స్టెయిన్ లెస్ స్టీల్ (కగ్గనిఉక్కు) 84% ఇనుము, 14% క్రోమియమ్, 1% నికెల్ కలిగి ఉండును. 1%-1.5% బొగ్గు; 2.5%-4% క్రోమియమ్, తక్కినది ఇనుము కల ఉక్కు తొరపటముచే రంధ్రముపడనంత కఠినముగా నుండును. అందుచే నీ ధాతుమిశ్రమును దొంగలకు భేదించనలవిగాని ఇనుప పెట్టెలను, రైల్వే కప్లింగ్ లను తయారుచేయుటకు ఉపయోగింతురు. క్రోమియమ్, వెనేడియమ్ మిశ్రితమైన ఉక్కు చాల గట్టిగను, దృఢముగను ఉండును. ఈ ధాతుమిశ్రము యంత్రముల దంతచక్రములకు, ఇరుసులకు, స్ప్రింగ్ లకు, బండ్ల చక్రములకు

వాడుకలో నున్నది. క్రోమియమ్, నికెల్ లో చేరిన ఉక్కుజాతులు పడవలకు, టాంకులకు అంగత్రాణఫలకములుగా వాడుదురు. క్రోమియమ్ టంగ్ స్టన్ మిశ్రములైన ఉక్కులు లేత్ మీద పనిచేయు పనిముట్లకుగా ఉపయోగింతురు. లేత్ ఎంతవడిగా తిరిగినను ఈ ఉక్కుపనిముట్లు వేడెక్కి అంచులు ఎర్రగా కాలినను వాటి పదునును కోలు పోవు. ఇట్టి ఉక్కులకు హైస్పీడ్ టూల్ స్టీల్ (ద్రుతగతి సాధనాయనము లేదా శీఘ్రాయనము) అని పేరు. 11.25% క్రోమియమ్, 50%-70% నికెల్, తక్కినది ఇనుము కల ధాతుమిశ్రమునకు నిక్రోమ్ అని పేరు. అత్యధికతాప క్రమమువద్ద కూడ కగ్గని ధాతుమిశ్రమగుటచే దీనిని ఎలక్ట్రిక్ కొలుముల తీగచుట్టలకు వాడుదురు.

క్రోమియమ్, కోబాల్ట్, టంగ్ స్టన్ ధాతువుల మిశ్రమునకు డైలైట్ అని పేరు. దీనిని శస్త్రచికిత్సయందు ఉపయోగించు కత్తులు, కత్తెరలు మొదలగు పనిముట్లకును, మోటారుకారు భాగములకును వాడుదురు.

ఏ రాసాయనిక ప్రక్రియలకును సాధారణముగా లొంగని దగుటచేతను, మంచి మెరుగును తీసికొనగలిగిన దగుటచేతను ఈ ధాతువును సులభముగా మార్పునుచెందు ధాతువులు చెడకుండుటకు పై పూతగా ఉపయోగింతురు.

**యోగికములు :** లవణాధారములగు ముఖ్యమైన క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ లు రెండున్నవి. క్రోమిక్ ఆక్సైడ్ (యోజనీయత = 2), క్రోమిక్ ఆక్సైడ్ (యోజనీయత = 3); ఆప్లుగుణముకల ఇంకొక క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ కలదు. అది క్రోమియమ్ ట్రై ఆక్సైడ్

= O

యోజనీయత = 6  $CrO_3$  లేదా  $Cr = O$

= O

క్రోమిక్ ఆక్సైడ్ బలమైన లవణాధార ధర్మములు కలది. దీనినుండి క్రోమిక్ లవణములు ఏర్పడును. ఈ లవణములు సాధారణముగా నీలిరంగు కలవి; బలమైన ఆక్సిహరములు. ఈ ఆక్సిహరణప్రక్రియలో ఈ లవణములు క్రోమిక్ లవణములుగా ఆక్సికరించబడును.

క్రోమిక్ ఆక్సైడ్ అంతబలమైన లవణాధారముకాదు. దీనినుండి క్రోమిక్ లవణములు ఏర్పడును. ఈ లవణములు సులభముగా జలముచే విశ్లేషించబడును. వాటిని ఆక్సికరించుటయు ఆక్సిహరించుటయు కూడ కష్టమే. ఈ ఆక్సైడ్ ప్రచురముగా లవణాధారములగు ఇతర ధాతువుల ఆక్సైడ్ లతో సంయోగించి కృత్రిమ మణులవంటి ఖనిజములు ఏర్పడును. ఈ ఖనిజములకు క్రోమైట్ అని వర్గనామము. క్రోమిక్ ఆక్సైడ్ రంగు చక్కటి ఆకుపచ్చయగుటచే దీనిని పూత



## క్రోమియమ్ వర్గము

రంగుగా ఉపయోగింతురు. క్రోమియమ్ సల్ఫేట్ ఆల్కలి ధాతు సల్ఫేట్ లతో సంయోగించి పటికలు అనబడు యుగ్మ లవణములు ఏర్పడును. వీటిలో క్రోమ్ ఆలమ్ అను క్రోమి యమ్ పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ ను ఛాయాచిత్ర కళయందు ఉపయోగించుదురు.

క్రోమియమ్ ప్రైఆక్సైడ్ ఆప్లుధర్మములు కలది. ఇది నీటిలో అనేక నిష్పత్తులలో కలసి వివిధాప్లుములను ఇచ్చును. ఈ ఆప్లుముల నుండి లవణములను కూడ పడయ వచ్చును :

| ఆప్లుములు                       | లవణములు                                  |
|---------------------------------|--|
| క్రోమిక్ ఆసిడ్                  | క్రోమేట్ లు                              |
| $H_2CrO_4 = H_2O + CrO_3$       | పొటాసియమ్ క్రోమేట్<br>( $K_2CrO_4$ )     |
|                                 | బేరియమ్ క్రోమేట్<br>( $BaCrO_4$ )        |
| డైక్రోమిక్ ఆసిడ్                | పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్<br>( $K_2Cr_2O_7$ ) |
| $H_2Cr_2O_7 = H_2O + 2CrO_3$    |  |
| ప్రైక్రోమిక్ ఆసిడ్              |  |
| $H_2Cr_3O_{10} = H_2O + 3CrO_3$ | మొదలైనవి                                 |

పొటాసియమ్ క్రోమేట్ ( $K_2CrO_4$ ) : క్రోమియమ్ ప్రై ఆక్సైడ్, క్రోమిక్ ఆసిడ్, క్రోమేట్ లు, డైక్రోమేట్ లు ఇవన్నియు బలమైన ఆక్సికరణులు; ఇతర ద్రవ్యములను ఆక్సికరించుటకు వాడుదురు.

ఇనుమును ఆయతనాత్మకముగా నిర్ధారణచేయుటకు పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ను ఉపయోగింతురు. అదిగాక తోళ్ళను పడనుచేయుటలో, బట్టల రంగులు తయారు చేయుటలో పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ విస్తారముగా అవసరము. నీటిలోకరుగని క్రోమేట్ లు పూతరంగులు తయారుచేయుటకు పనికి వచ్చును. లెడ్ క్రోమేట్ తో క్రోమ్ పసుపు రంగును, లవణాధారయుత లెడ్ క్రోమేట్ తో క్రోమ్ ఎరుపు రంగును తయారుచేయుదురు (చూ. క్రోమి యమ్ వర్గము). ఎన్. బి. వి. కె. రావ్.

క్రోమియమ్ వర్గము : ఇందు క్రోమియమ్, మొలిబ్డి నమ్, టంగ్స్టన్, యురేనియమ్ కలవు. ఒక్క క్రోమియమ్ తప్ప తక్కిన ధాతువులన్నియు అరుదుగా దొరకునవియే. మొలిబ్డినమ్, టంగ్స్టన్ లు, ఉక్కులను తయారుచేయు టకు, టంగ్స్టన్ విద్యుద్దీపముల తీగలను తయారుచేయు టకు విస్తారము వాడుకలో ఉన్నను, ఈ ధాతువులతో రాసాయనికునికి క్రోమియమ్ తో ఉన్నంత పరిచయము లేదు. ఈ ధాతువు లన్నియు సాధారణ తాపక్రమములో

గాలిలో మార్పుచెందవు. కానీ అత్యధిక తాపక్రమములలో ఆక్సిజన్ తోను, హేలోజన్ లు, కార్బన్, గంధకము, బోరాన్ మొదలగువాటితోను సంయోగించును. క్రోమియమ్ నైట్రేట్ ఆసిడ్ కరగి నైట్రేట్ లను ఇచ్చును; మొలిబ్డినమ్, టంగ్స్టన్ లు  $MO_3$  సాంకేతికముగల ధాతుప్రైఆక్సైడ్ లుగా ఆక్సిహరించబడును. యురేనియమ్ యొక్క రాసా యనిక ధర్మములకన్న దాని భౌతికరేడియో ధార్మికత లెక్కువగా పరిశీలించబడినవి. ఈ వర్గమునకు చెందిన ధాతువులన్నియు బహుళయోజనీయతను కనవర్చును. క్రోమియమ్  $Cr^2, Cr^3$ ; మొలిబ్డినమ్  $Mo^2, Mo^3, Mo^4, Mo^5, Mo^6$ ; టంగ్స్టన్  $W^4, W^5, W^6$ ; యురేని యమ్  $U^4, U^6, U^8$  బహుళ;  $U^3$ . ఎక్కువ ఆక్సిజన్ గల ధాతుప్రైఆక్సైడ్ లు ఆసిడ్ ప్రైఆక్సైడ్ లుగా ఆచరించి ఇతర ధాతులవణాధారప్రైఆక్సైడ్ లతో లవణముల నిచ్చును. ఈ ధాతువు లన్నియు క్లిష్టఅయన్ లుగా మారగలవు. గోల్డ్ స్మిట్, విధానముచే ఈ ధాతువులను వాటి ఆక్సైడ్ లనుండి తయారుచేయవచ్చును. (చూ. క్రోమియమ్, టంగ్స్టన్, మొలిబ్డినమ్, యురేనియమ్). మే. ప. స.

క్లిష్టయౌగికములు : చూ. యోజనీయతాభావము.

క్లోరిన్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వం కము 17; సంకేతము Cl; పరమాణుభారము 35.457; వాయువు; సృష్టియందు విడిగా లభించదు. సోడియమ్, పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్ మొదలగు ధాతువులతో యౌగికములుగా లభించును. సైంధవలవణము, సముద్రపు ఉప్పు రూపములలో సోడియమ్ క్లోరైడ్ ను, జర్మనీయందలి స్ట్రాస్ ఫర్ట్ గనులందున్న సిల్వెస్ట్ (పొటాసియమ్ క్లోరైడ్) కార్నలైట్ అను ద్వితీయము ( $KCl, MgCl_2, 6H_2O$ ) ను అట్టివానికి కొన్ని ఉదాహరణములు.

రాసాయనిక పరిశోధనాలయములందు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ను ఆక్సికరణముచేయుటవలన క్లోరిన్ ను తయారు చేయుదురు. ఆక్సికరణమునకై మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ గాని, పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ నుగాని వాడుదురు. ఆధునిక యుగమునందు చౌకజారువిద్యుచ్ఛక్తి లభించును కనుకను విద్యుత్ ప్రేరిత రాసాయనికక్రియల మూలకముగా క్లోరిన్ ను విరివిగా తయారుచేయుచున్నారు.

ఇందు ప్రధానపదార్థమగు క్లోరిన్ తోపాటు కాస్టిక్ సోడా, హైడ్రోజన్ అను మరిరెండు ఉపయుక్తద్రవ్య ములు విరివిగా లభించును. ఈ కారణమువలన పాత పద్ధతులు రెండును నామావశిష్టములైనవి.

ధర్మములు : క్లోరిన్ హరితవర్ణపువాయువు. గాలికంటె రెండున్నరరెట్లు బరువైనది. పీల్చినచో ముక్కుమండును;



కండ్లనుండి నీరుకారును. మంచుతో చల్లార్చి నాలుగురెట్లు అదిమినచో సులభముగా ద్రవమగును. నీటియందు పరిమాణమును అననుసరించి రెండురెట్లు కరగి ద్రావణమగును. సంతృప్తద్రావణమును చల్లార్చినచో సుమారు 10° (9.8°C) తాపక్రమమందు జలయంతస్ఫటికములుగా మారును. పరిశోధనాలయములందు గాలిని ఊర్ధ్వముఖముగా పైకి గెంటి పాత్రలందు దీనిని ప్రోగుచేయుదురు.

క్లోరిన్ అతిచురుకైన మూలద్రవ్యము. నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, మందములైన శూన్యసంయోగశక్తిగల అపురూప వాయువులను మినహాయించినచో తక్కిన మూలద్రవ్యములన్నిటితోను సూటిగా క్లోరిన్ సంయోగము చెందును. గంధకము, భాస్వరము, ఆర్సెనిక్లతో తీక్షణముగా స్ఫులింగముల వెదజిమ్ముచు జ్వలించి క్లోరైడ్లను ఇచ్చును. క్లోరిన్, హైడ్రోజన్ మిశ్రముపై సూర్యకాంతి పడినప్పుడు విదారణధ్వనితో అవి సంయోగముచెందును.

మూలద్రవ్యములతోనేగాక సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్, ఫాస్ఫరస్ ట్రైక్లోరైడ్ మొదలగు కొన్ని సంయుక్తద్రవ్యములతోకూడ క్లోరిన్ సంయోగము చెందును.

కర్పూర (టర్పెంటిన్) తైలమువంటి కొన్ని కార్బన్ ద్రవ్యములను క్లోరిన్తో కలిపినప్పుడు వాటి హైడ్రోజన్ పరమాణు స్థానములను క్లోరిన్ పరమాణువులు ఆక్రమించుకొనుటవలన నూతన కార్బన్ ద్రవ్యములును, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ను ఏర్పడును. క్లోరిన్ కు లిట్మసువంటి పెక్కురంగు ద్రవ్యములను తెలుపు చేయు శక్తి కలదు. బ్రోమైడ్, అయిడైడ్లలో సంయోగస్థితియందున్న బ్రోమిన్, అయిడిన్లను వెడలగొట్టి వాని స్థానమును ఆక్రమించుకొనును:



క్లోరిన్ పారిశ్రామికముగా ముఖ్యమైన ద్రవ్యములలో ఒకటి. బ్లీచింగ్ (చలువసున్నము) చూర్ణము, తయారు చేయుటకు విరివిగా వాడుచున్నారు. కాగితపు పరిశ్రమలో 'కలపగుఱ్ఱ'ను తెలుపుచేయుటకై క్లోరిన్ ద్రవమును వాడుచున్నారు. అంతేగాక అనేక కార్బన్ యోగికముల ఉత్పత్తిలో క్లోరిన్ ముఖ్యమైనది. కార్బన్ ట్రైక్లోరైడ్, క్లోరోఫార్మ్ (మత్తుమందు), ఎతిలీన్, క్లొరైల్ అనునవి అట్టిద్రవ్యములకు ఉదాహరణములు. బెన్జిన్, నాఫ్తలీన్ అను కార్బన్ పరమాణువలయములుగల ద్రవ్యములందు క్లోరిన్ను ప్రవేశ పెట్టుటకై వాడుచున్నారు. అల్యూమినియము క్లోరైడ్, ఫెర్రైక్ క్లోరైడ్,

స్టానిక్ క్లోరైడ్లు ఆయాధాతువులతో క్లోరిన్ సంయోగించుటవలన తయారగును. త్రాగెడినీటిని వడియగట్టిన తరువాత అందున్న కలరా, టైఫాయిడ్ మొదలగు వ్యాధి జనకములగు సూక్ష్మజీవులను నశింపజేయుటకై క్లోరిన్తో శుద్ధిచేయుదురు. అంతేగాక గోగ్రస్తుల గదులను, స్నానపుతొట్టెలను కడుగుటయందును, మురికి కాల్యాల వాసనను విరుచుటకును, క్రిమి నాశనమునకై క్లోరిన్ను మోతాదుగా వాడుట కలదు.

హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్: హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ జలద్రావణమునకు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ అని పేరు. దీనిని చాలకాలముగా ఉప్పుతో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ను కలిపి వేడిచేసిన హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ తయారు చేయుదురు.

నేడు హైడ్రోజన్, క్లోరిన్ వాయువులు కాస్టిక్ సోడా పరిశ్రమలో అప్రధానద్రవ్యములుగా విరివిగా లభించుట చేత ఈ రెండు వాయువుల సంయోగమువలన హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ తయారుచేయుచున్నారు.

క్లోరోబెన్జిన్, డి. డి. టి. మొదలగు కొన్నిద్రవ్యముల పరిశ్రమలలో హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ అప్రధానద్రవ్యముగా తయారగుచున్నది.

మన ఉపయోగములకు కావలసిన హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్, క్లోరిన్ ఇండియాాయందే తయారగుచున్నవి.

ధర్మములు: హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ రంగులేనివాయువు. తడిగాలితో పొగలుచిమ్మును. గాలికన్న బరువైనది. నీటిలో విరివిగా ద్రావణమగును. ఒకపాలు చల్లనిమంచు నీటిలో 525 పాళ్ళు హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువు కరుగును. బాగుగా రిరి రెట్ల ఒత్తిడికి తేలికగా ద్రవమగును. మరింత చల్లార్చినపుడు తెల్లని స్ఫటికములుగా మారును. ఈ వాయుద్రావణము అతిశక్తిమంతమైన ఆమ్లము. చాలాధాతువులిందుకరగి హైడ్రోజన్ నిచ్చును. స్వేదనము చేసినపుడు ఈ ద్రావణము నుండి 20-24% హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ ఉన్న ద్రావణము లభించును.

ఆక్సిజన్ ఎక్కువగానున్న పెర్ఆక్సైడ్, పెర్మాంగనేట్, డైక్రోమేట్ యోగికములచే హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఆక్సికరణమొంది క్లోరిన్ను వెడలించును.

ఉపయోగములు: జింకుపూత రేకులనుండి జింకును తిరిగి సేకరించుటకు, ఇనుము మొదలగు ధాతుఫలకములను శుభ్రపరచుటకు, క్లోరైడ్లును తయారుచేయుటకు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ముఖ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది.

కొన్ని ధాతుక్లోరైడ్లు కూడ పారిశ్రామికముగా ప్రధానమైనవి కలవు.



క్లోరిన్

క్లోరిన్ - ఆక్సిజన్ యోగికములు : క్లోరిన్ ఆక్సైడ్లు - క్లోరిన్ సూటిగా ఆక్సిజన్ తో సంయోగించదు.

| ఆక్సైడ్లు                                     | ఆసిడ్లు                            |
|---|------------------------------------|
| $\text{Cl}_2\text{O}$ క్లోరిన్ మోనాక్సైడ్     | $\text{HOCl}$ హైపోక్లోరిక్ ఆసిడ్   |
| $\text{ClO}_2$ క్లోరిన్ డై ఆక్సైడ్            | $\text{HClO}_2$ క్లోరిన్ ఆసిడ్     |
| $\text{Cl}_2\text{O}_7$ క్లోరిన్ హెప్టాక్సైడ్ | $\text{HClO}_3$ క్లోరిక్ ఆసిడ్     |
|   | $\text{HClO}_4$ పెర్క్లోరిక్ ఆసిడ్ |

క్లోరిన్ మోనాక్సైడ్ : స్వచ్ఛమైన క్లోరిన్ వాయువును అప్పుడేతయారైన పసుపువర్ణపు మర్క్యురిక్ ఆక్సైడ్ మీదుగా ప్రసరింపచేసినచో క్లోరిన్ మోనాక్సైడ్ ఏర్పడును. అప్పుడు జరిగెడు రాసాయనికక్రియను క్రింది మాదిరిగా చూపవచ్చును :



దీనిని మంచునీటితో బాగుగా చల్లార్చినచో నారింజ పండురంగుగల క్లోరిన్ మోనాక్సైడ్ ద్రవము లభించును. అది  $2^\circ\text{C}$  వేడితో సరిసరి మరుగుచూ వాయువుగా మారును. అది సుళువుగా విచ్చిన్నమై క్లోరిన్ ఆక్సిజన్ ల నిచ్చును. నీటిలో దానిని కరగించినపుడు హైపోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణము ఏర్పడును :  $\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HOCl}$

హైపోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ( $\text{HOCl}$ ) : స్వచ్ఛమైన ఆమ్లము ఇంతవరకు తయారుకాలేదు. ఇది బలహీనమైన ఏక పదార్థము ; స్థిరత్వము లేనిది. సులభముగా విచ్చిన్నమై ఆక్సిజన్ ఇచ్చును. అందువలన శక్తిమంతమైన ఆక్సికరణ ద్రవ్యముగా పనిచేయును. నీటిలో క్లోరిన్ ద్రావణము నపుడు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ తోపాటు ఈ ఆమ్లము కూడ లభించును :  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HOCl}$

వైసమీకరణము ప్రకారము ఈ ప్రక్రియ పరివర్తనీయము ; అనగా హైడ్రోక్లోరిక్, హైపోక్లోరిక్ ఆసిడ్ పరస్పరము ప్రతికరించి తిరిగి క్లోరిన్, జలము ఏర్పడును.

హైపోక్లోరైట్లు : హైపోక్లోరిక్ ఆసిడ్ యొక్క లవణములకు హైపోక్లోరైట్ లని పేరు.

క్లోరిన్ వాయువు చల్లని సున్నపునీళ్ళలో ప్రవేశించినపుడు కాల్షియమ్ హైపోక్లోరైట్ ద్రావణము ఏర్పడును.

హైపోక్లోరైట్లు వాటి మాతృకామ్లముకన్న స్థిరమైనవి. అందువలన వాటిని తయారుచేసి వలయునప్పుడు వాడుదురు. వానిని ఆమ్లములతో కలిపినప్పుడు సులభముగా ఆక్సిజన్ ఏర్పడును. అట్లు లభించిన ఆక్సిజన్ సూక్ష్మక్రిమిహరముగాను, విరంజకముగాను పనిచేయును. అందువలన కొన్ని హైపోక్లోరైట్లను, క్రిమిహరద్రవ్యములుగాను, విరంజకములుగాను వాడుచున్నారు.

చలువచూర్ణము ( $\text{CaOCl}_2$ ) : పొడిసున్నములో క్లోరిన్ వాయువును ప్రవేశపెట్టినచో చలువచూర్ణము తయారగును. బ్లీచింగ్ చూర్ణము యొక్క రాసాయనిక సంఘటన బ్లీచింగ్ చూర్ణము విషయమై బయలు వెడలిన సూచనలలో, దానికి  $\text{Ca} \begin{smallmatrix} \text{Cl} \\ \text{OCl} \end{smallmatrix}$  అను సాంకేతికమును కల్పించుచు తెన్నెంటు అను రాసాయనికుడు చేసిన సూచన, ఆ చూర్ణము యొక్క గుణముల నన్నిటిని వివరించగలుగుచున్నది.

బజారుయందున్న చలువచూర్ణము క్లోరిన్ వాసనకొట్టుచుండును ; సామాన్యముగా 30%-35% క్లోరిన్ కలిగి ఉండును. హైపోక్లోరైట్ వలె ఇది ఆక్సికరణమునకును, తెలుపుచేయుటకును ఉపయోగపడుచున్నది.

హైపోక్లోరిక్ ఆసిడ్ నుండి లభించిన పరమాణుస్థితిలో నున్న చురుకైన (సద్యోజాతమైన) ఆక్సిజన్, కార్బన్ యోగికముల రంగులను ఆక్సికరించి వానిని తెల్లటిద్రవములుగా మార్చును.

క్లోరిక్ ఆసిడ్, క్లోరేట్ : బేరియమ్ క్లోరేట్ పై విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో క్లోరిక్ ఆసిడ్ ను సాధించవచ్చును :



ఈ ప్రక్రియలో బేరియమ్ సల్ఫేట్ అవశేషముగా క్రిందికి దిగి, క్లోరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణములో ఉండును. ఈ విలీన ద్రావణమును గాలిచొరనిపాత్రలో సాంద్రగంధకద్రావ కావరణములో ఇగుర బెట్టినచో 30%-40% క్లోరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణము లభించును. ఇంతకన్న సాంద్రీకరించుటకు ప్రయత్నించినపుడు ఆమ్లము విచ్చిన్నమగును. క్లోరిక్ ఆసిడ్ రంగులేని ద్రవ్యము. ఘాటైన వాసనకలిగి అతిసులువుగా ప్రేలి మండి విచ్చిన్నమగును. అది శక్తిమంతమైన ఆక్సికరణద్రవ్యము. క్లోరిక్ ఆసిడ్ జన్యములగు లవణములకు క్లోరేట్ లని పేరు. అవి అత్యంత శక్తిమంతములగు ఆక్సికరణద్రవ్యము లగుటవలన ఆధునికయుద్ధసాధనములలో విచారక ద్రవ్యములను తయారుచేయుటకు అవసరమగుటచే పరిశ్రమలయందు ప్రాముఖ్యము వహించినవి. విరివిగా క్లోరేట్ లను విద్యుద్రాసాయనిక క్రియవలన తయారు చేయుదురు. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణమునందు విద్యుత్ ప్రసారము జరిగినపుడు పొటాసియమ్ క్లోరేట్ ధనద్రువమువద్ద అవశేషముగా లభించును.

ఉపయోగములు : అగ్గిపుల్లలు తయారు చేయుట యందును, బాణసంచాలలోను, మారణపరికరములందును క్లోరేట్లు ఉపయోగపడుచున్నవి. సోడియమ్ క్లోరేట్ ను నీటిలో నాచు పెరుగకుండా మోతాదుగా వాడుచున్నారు.



పొటాసియమ్ క్లోరేట్ విలీన ద్రావణము నోటిపూతను ఉపశమింపజేయును.

పెర్క్లోరిక్ ఆసిడ్, పెర్క్లోరేట్లు : పొటాసియమ్ క్లోరేట్ లవణమును దానియందున్న ఆక్సిజన్ లో ఐదవవంతు పెరికిపోవువరకు వేడిచేసినచో పొటాసియమ్ పెర్క్లోరేట్, పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ఏర్పడును :



పెర్క్లోరిక్ ఆసిడ్ : పొటాసియమ్ పెర్క్లోరేట్ తో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కలిసినప్పుడు పెర్క్లోరిక్ ఆసిడ్ లభించును. ఈ మిశ్రమును తక్కువ ఒత్తిడిలో స్వేదనము చేసినచో తెల్లనిస్ఫటికములు ఏర్పడును. అవి  $\text{HClO}_4, \text{H}_2\text{O}$ . తిరిగి వీనిని వేడిచే కరగించినచో నీరిగిరిపోయి నూనెవంటి ద్రవపదార్థము లభించును ; అది  $\text{HClO}_4$ . ఈ ఆమ్లము గాలిలో పొగలుచిమ్ముచు నీటిలో సుళువుగా కరగును ; చాలశక్తిమంతమైన ఆక్సికరణద్రవ్యము ; తక్కిన క్లోరీన్, ఆక్సిజన్ ని యాగికములకన్న స్థిరమైనద్రవ్యము. అందువలన క్లోరిక్ ఆసిడ్ కన్న తక్కువ శక్తిమంతమైనది (చూ: అయిడిన్; ఫ్లోరీన్; బ్రోమీన్; హేలోజన్లు). సి. వి. రా.

క్వధనాంకము : చూ. రాసాయనిక సామాన్య విధానములు.

క్వధనాంకోన్నతి : చూ. ద్రావణములు II.

క్వాంటం సిద్ధాంతము : తప్తఘన ద్రవ్యములు వెలిజెట్టు వికిరణమునకు తాపక్రమ వికిరణము అనిపేరు. ఇదిగాకమందుచున్న వాయువులు(ఉదా.బున్ సెన్ దీపము) ప్రసరింపజేయు వికిరణమునునది వేరుగ గలదు. మొదటి రకపు వికిరణము అనగా కృష్ణవస్తు వికిరణము ఉత్పాదించు వర్ణమాలను గురించిన నిశిత ప్రయోగములు మొట్టమొదట లుమ్మర్, ప్రింగ్ మైప్ అను ఇద్దరు జర్మను విజ్ఞానులు చేసిరి. ఉచిత ప్రయోగ పరికరములను ఉపయోగించి వీరు కృష్ణవస్తు వర్ణమాలయొక్క వివిధ భాగములలో ఎంతెంత శక్తి ఉద్గతమగుచున్నది నిర్ణయించిరి.

ఈ విషయమై, బోల్ట్ స్మాన్, స్టీఫాన్, రాలి, జీన్స్, వీన్ మొదలగు శాస్త్రజ్ఞులు సాధించిన సైద్ధాంతిక నిర్దేశములు కొన్ని ప్రయోగములతో సంబంధించినవి ; కొన్ని తప్పినవి.

ప్రతి తరంగమునకు అందుబాటులో నుండు మొత్తపు శక్తి తాపక్రమముతో శీఘ్రముగ అనగా తాపక్రమము యొక్క చతుర్థాతముతో అధికమగుచున్నది. దీనికి 'స్టీఫాన్ నియమము' అని పేరు. అదిగాక గరిష్ఠశక్తి సాంద్రతను చూపు తరంగము తాపక్రమము అధికమగు కొద్ది హ్రస్వతరంగములవైపు జరుగును. రేఖాగణితము

వేసిన అందు రేఖాశృంగము తాపక్రమము ఎక్కువగు కొలది స్వీకరించు స్థానచ్యుతిని సంప్రదాయ శాస్త్రము నుండి గణించనగును. ఇది ప్రయోగముచే సమర్థింపబడినది. దీనికి 'వీన్ స్థానచ్యుతి నియమ' మని పేరు. ఆ నియమము క్రింది సమీకరణము సంగ్రహించుచున్నది :

$$\lambda \text{ గరిష్ఠ} \times T = \text{స్థిరాంకము} = 0.2885 \text{ సెం.మీ. / డిగ్రీ}$$

ఇందు  $\lambda$  గరిష్ఠ అనునది గరిష్ఠశక్తి సాంద్రతను గ్రహించిన తరంగ దైర్ఘ్యమును తెలియజేయును. T పరమ తాపక్రమమానములో చెప్పబడినది.

వేరు వేరు తరంగముల మధ్య శక్తి ఎట్లు పంచబడినదో అను విషయమును గురించియే సంప్రదాయ శాస్త్ర సిద్ధాంతము ప్రయోగలబ్ధ భూతార్థముల నిగమించుటకు యత్నించి, విఫల ప్రయత్నమైనది.

ఇంగ్లండులో రాలి-జీన్స్ విజ్ఞానులు యత్నములు ప్రత్యవేషిత ప్రయోగ ఫలముల సమర్థించుటకు బదులు, గరిష్ఠ సాంద్రత గల తరంగ దైర్ఘ్యమును సూచించలేక పోయినవి సరికదా, వికిరణశక్తి విభజనము హ్రస్వతరంగములకే పరిమితమై క్రమముగా హ్రస్వతర, హ్రస్వతమ తరంగముల ముట్టి, ఇంకను తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యముగల అతినీలలోహిత మితిని దాటి ఈ వికిరణవస్తువు చల్లబడి పోవును అని నిరూపించినవి. దీనికి నవీనశాస్త్రజ్ఞులిచ్చిన పేరు అతినీలలోహిత అత్యాహితము. దీనికి విరుద్ధముగ, శక్తినిజముగ విభక్తమైయున్నను, అది అంతయు హ్రస్వతమ తరంగములకే పరిమితమై లేదనియు, దీనికి విపరీతముగ అతిహ్రస్వ, లేదా అతిదీర్ఘ తరంగములకు చాల తక్కువశక్తి దక్కి మధ్యమ పరిమాణముగల తరంగముల యందు, ఆ శక్తిలో అధికతరభాగము విభక్తమైయుండుననియు ప్రయోగము చూపుచున్నది. ఈ పరిస్థితినే రేఖయందు కననగు శృంగము నిరూపించుచున్నది. ఇట్లు సంప్రదాయశాస్త్రము గ్రహించిన శక్తి సమవిభజన సూత్రము ప్రయోగ ఫలముల సమర్థనకు చాలినది కాదు. అందువలన సంపూర్ణ వివరణమును సాధించవలెనన్నచో, ఆ సూత్రమును నిరాకరించి, ఇతర కల్పన నెద్దానినైన శాస్త్రము చేపట్టవలెను. ఈ కార్యమును ప్లాంక్ తన క్వాంటం కల్పనచే సాధించెను.

ప్లాంక్ క్వాంటంభావము (అతని వికిరణ సమీకరణము) : ఈ వికిరణమునకు వస్తువునకు మధ్య జరుగు శక్తివినిమయము అవిచ్ఛిన్నరీతిని అనగా వినిమయిత శక్తికి ఒక అంతిమ మితిలేకుండ సంభవించునని శక్తివిభజన సూత్రము సూచించినది. ప్లాంక్ అట్లుగాక ద్రవ్యమునకు, వికిరణమునకు మధ్య జరుగు శక్తి వినిమయము విచ్ఛిన్నరీతిని



అనగా సోపాన క్రమమున, అనగా ఒక అత్యల్పశక్తి యూనిట్ యొక్క బహుగుణన ఫలరూపమున జరుగునని ఊహించెను. అనగా ఆతని ఊహలలో ద్రవ్యమునకు, పరమాణువునకు, విద్యుత్తునకు ఉన్న రచన వంటి రచన శక్తికి కూడ గలదు. ఈ శక్తి అంతిమ శకలమునకు ఆతడు పెట్టిన పేరు 'క్వాంటం'. క్వాంటం అనగా పరిమిత పరిమాణము గల శక్తి శకలము. దీనిని మనము 'శక్తి యూనిట్' అని చెప్పినను, ఇదియొక నియత, స్థిరశక్తి రాశికాదు. దీని పరిమాణము, ప్లాంక్ ఊహలో, వికిరణ తరంగముయొక్క స్పందన సంఖ్య లేదా పౌనఃపున్యముతో సమానుపాతిగా నుండును. ఈ ఊహను క్రింది సమీకరణ సహాయమున చెప్పవచ్చును :

$$E = h\nu$$

ఇచ్చట E శక్తిరాశి పరిమాణము ; h సర్వసామాన్య స్థిరాంకము (ప్లాంక్ స్థిరాంకము) - దీని సంఖ్యాత్మక మూల్యము  $6.6 \times 10^{-27}$  అర్గ్ సెకనులు;  $\nu$  పౌనఃపున్యము.

అణువులు, పరమాణువులు, ఎలక్ట్రాన్లు కల ఒక వికిరణ ద్రవ్యవ్యవస్థలో, భిన్న భిన్న పౌనఃపున్యములతో స్పందించు భిన్నభిన్న స్పందకములుండును. అట్టి వ్యవస్థ స్పందన పౌనఃపున్యముల పరంపరను విచూషించగలదు ; విసర్జించగలదు.

శక్తి యూనిట్ పరిమాణము తక్కువగు కొలది వ్యవస్థలో నున్న ఒక స్పందకము ఒక క్వాంటంనైనను లేదా కొన్ని క్వాంటంలనైనను స్వీకరించుటకు గల సంభవ నీయత ఎక్కువగుచుండును. దీనికొక తొక్కిలిదాహరణము: దేశమందు పంచదార సపై చాలినంత లేని పరిస్థితిలో దాని ఖరీదు హెచ్చించకుండా 200 పౌనుల భారముగల కోయు టకు వీలులేని సంచలలో నేగాని అంతకన్న తక్కువరాశుల అమ్మవీలులేదని ప్రభుత్వము ఆదేశించినచో, పంచదార అమ్మకపు వ్యాపారము చాలవరకు తగ్గిపోవును. ఏలన ఏ కొద్ది సంవత్సర కుటుంబములో తప్ప పేదలగు ఇతరులు ఇంత పెద్దరాశి ఒకేసారి పంచదార కొనజాలరు. అట్లు అమ్మజూపు రాశి యొక్క పరిమాణమును చాలినంత పెంచినచో అమ్మకపు వ్యాపారమే చివరకు భగ్నము గాగలదు. హ్రస్వతమ తరంగముల (అనగా అత్యధిక పౌనఃపున్యములు గల తరంగముల)కు అనురూపమగు E పరిమాణము చాల ఎక్కువ. అందువలన ఏదేని ఒక స్పందకము ఈ పరిమాణము గల క్వాంటం నొకదాని నైన గ్రహించుటకు గల సంభవనీయత దీర్ఘతరంగముల విషయమై అనగా క్వాంటం పరిమాణము చాల తక్కువగు పరిస్థితిలో కన్పట్టు సంభవనీయతకన్న తక్కువ. అందు

వలన హ్రస్వతరంగరూపముల నున్న శక్తి దీర్ఘతరంగ రూపముల నున్న దానికన్న చాల తక్కువ విసర్జితమగును. అనగా వికిరణశక్తి ఉద్గమనమును చూపురేఖ హ్రస్వ తరంగ దైర్ఘ్యములవైపు క్రిందికి దిగిపోవును. అందువలన ప్లాంక్ సిద్ధాంత దృష్టిలో శక్తి తరంగ దైర్ఘ్యరేఖ గరిష్ఠోన్నతిని చూపవలయును. ప్రయోగ ఫలము కూడ ఇదియే.

ప్లాంక్ కల్పన ననుసరించి కృష్ణవస్తువు మొత్తపు వికిరణమును గణించినచో వచ్చు ఫలము :

$$E = \frac{8\pi ch}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{RT} - 1}$$

అను సమీకరణము సిద్ధించును. కృష్ణవస్తువు శక్తివల్ల లభ్యమగు వర్ణమాలయందలి శక్తి విభజనమును ఈ సమీకరణము పరశోధనభాగమందేకాక వర్ణమాల భాగములందన్నిటను యథార్థముగ అనువదించుచున్నది. దీనివలన స్టిఫాన్ తాపక్రమము యొక్క చతుర్థాత నియమము, వీన్ స్థానచ్యుతి నియమము వివరించబడినవి.

ప్లాంక్ క్వాంటం కల్పన పైచెప్పిన కృష్ణవస్తు వికిరణ శక్తి విభజన సమస్యనేగాక ఇంక భౌతికశాస్త్ర శ్రేణిమందు సంప్రదాయ దృక్పథము పరిష్కరించలేని ఘనముల విశిష్టోష్ణత, ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ ఎఫెక్ట్, బోర్ పరమాణు రచన మొదలగు సమస్యలను నిర్వికల్పముగ పరిష్కరించినది. మే. వ. స.

జ్వరధాతువులు : చూ. ఆల్కలిధాతువులు : పు. 190.

జ్వరమృత్తులు : చూ. బిరిలియమ్ వర్ణము.

గంధకము : మానవునికి అనాదినుండి తెలిసిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 16 ; సంకేతము S; పరమాణుభారము 32.063; ఉనికి స్వచ్ఛందముగా సంభవించుగంధకము అగ్నిపర్వతోద్రేకముల వలన ఉత్పన్నమైనది. అందువలననే అగ్నిపర్వతప్రవృత్తి విస్తారముగాగల దేశములందు గంధకము మెండుగా దొరకును. 19 వ శతాబ్దము ప్రారంభమువరకు ఒక్క సిసిలీదీవులమే ప్రపంచమున కంతటికిని గంధకమును ఎగుమతి చేయుచుండెడిది. ఇప్పుడు అమెరికా, జపాన్ దేశములుకూడ గంధకమును ఎగుమతి చేయుచున్నవి. అమెరికాలో గంధకము భూమిలో కొంచెములోతుగా దొరకును. దీనిని పైకి తీయుటకు యంత్ర విధానమును ఉపయోగింతురు. ఈ విధానమున భూమ్యంతరమునుండి పైకి తీయుటలో గంధకము పరిశుద్ధమయ్యే లభించును. సిసిలీ, జపాన్ దేశములలో అగ్ని పర్వతోత్పన్నమగుటచే గంధకము నేలమీదనే మన్నుతో



కలిసి యుండును. మన్నుతో కలిసిన ఈ గంధకమును, ఆవములో నిప్పుపెట్టి కరగింతురు. కొంతద్రవమై క్రింద నున్న గోతులలోనికి పారును; మరి కొంత ఆవిరియై మీదగోడలకు ప్రాకినపుడు అక్కడ చల్లబడి చూర్ణము క్రింద ఘనీభవించును; ఈ రకపుగంధకమునకు 'గంధకపు పువ్వు' అనిపేరు. గోతులలో చేరిన గంధకమును తిరిగి కరుగజెట్టి అచ్చులలో పోయుదురు. దీనికి 'రోల్ సల్ఫర్' అనిపేరు; ఇది గుండ్రటి కణికలు.

గంధకము సంయుక్తదశలో సల్ఫైడ్లు, సల్ఫేట్లుగా ఖనిజరూపమున దొరకును.

సల్ఫైడ్లు : సిన్నబార్ (మర్క్యురిక్ సల్ఫైడ్), కాపర్ పైరిటీస్ (కూప్రస్ సల్ఫైడ్ + ఫెర్రస్ సల్ఫైడ్), జింకుబ్లెండ్ (జింకుసల్ఫైడ్), గెలీనా (లేడ్ సల్ఫైడ్), ఐరన్ పైరిటీస్ (ఫెరిక్ సల్ఫైడ్), ఆర్పిమెంట్ లేదా హరితాశము (ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్), రియల్గర్ లేదా మణి శిల (ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్), స్ట్రైబ్లైట్ (అంటిమోని సల్ఫైడ్). ఈ సల్ఫైడ్ ఖనిజములన్నియు ఆయా ధాతు సాధన కుపయోగించు ప్రధాన ఖనిజములు.

సల్ఫేట్లు : జిప్సమ్ (కాల్షియమ్ సల్ఫేట్), బైరైటీస్ (జేరియమ్ సల్ఫేట్), ఎప్సమ్ లవణము (మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్), కెయ్ నైట్ (పొటాసియమ్ సల్ఫేట్,) ఆంగ్లి నైట్ (లేడ్ సల్ఫేట్).

చౌతికగుణములు : పసుపుపచ్చటి ఘనద్రవ్యము; సులభముగా పొడియగును. దీనికి రాంబిక్ గంధకము, మోనోక్లినిక్ గంధకము, ప్లాస్టిక్ గంధకము అను మూడు రూపాంతరములు ఉన్నవి. అందు మొదటి రెండును ఘనములు, స్ఫటికద్రవ్యములు. మూడవది అతిశీతలీకృతద్రవము; అందుచే అస్ఫటికము ఇది తడిబంకమట్టివలె మెత్తగా నుండి సాగును (చూ. రూపాంతరత).

వృక్షములలో ఉల్లిపాయలు, ఆవాలు, క్యాబేజీ; జంతుజములలో కోడిగ్రుడ్డుసొన, పాలు మొదలగువాటిలో గంధకము అతిక్లిష్ట కార్బన్ యోగికములుగా ఉన్నది. అందుచే ఉల్లిపాయలు, ఆవపిండి, కోడిగ్రుడ్డుసొన తగిలిన వెండి వస్తువులు నల్లబడును. ఈ ద్రవ్యములలోని గంధకము, వెండితో నల్లని సల్ఫైడ్ గా మారును.

రాసాయనిక గుణములు : వాతావరణములో సులభముగా మార్పుచెందదు; కాని తడిగానున్నపుడు మెల్లగా ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ అగును. ఇది నీటిలో, ఆల్కహాల్ లో కరుగదు. దీనికి శ్రేష్టమైన ద్రావకము కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ ద్రవము; బెన్జిన్ ద్రవము లోను, టర్పెంటిన్ లోను కొంచెము కరుగును. నిప్పుసం

పర్కమున అతిసులభముగా చిన్న నీలిజ్వాలతో మండును. మండుచున్నప్పుడు వాయువులోని ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి మనకు సుపరిచితమైన, గంధపుపొగవాసన కలిగిన సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ గా మారును. ఈ వాయువులో పై ఆక్సైడ్ లేశములుకూడ ఉండును.

ఆక్సిజన్ తరువాత, ఫ్లోరిన్, క్లోరిన్, బ్రోమిన్ లతో గంధకము సుళువుగా సంయోగించును.

ఫ్లోరిన్ తో ( $\text{SF}_6$ ) ఇది సాధారణ తాపక్రమములో వాయువు; క్లోరిన్ తో ( $\text{S}_2\text{Cl}_2$ ) గాఢపీతద్రవము, క్వథనాంకము  $138^\circ\text{C}$ .  $\text{SCl}_4$  ధూసరవర్ణద్రవము,  $25^\circ\text{C}$  క్రిందనే స్థిరమైనది. బ్రోమిన్ తో  $\text{S}_2\text{Br}_2$  ఎరుపురంగుగల తైలమువంటి ద్రవము అల్పప్రేషములో  $57^\circ\text{C}$ , వద్ద మరుగును.

ఉపయోగములు : రబ్బరుపైర్ల నిర్మాణమందును, అగ్గిపుల్లల పరిశ్రమయందును, చెట్ల చీడపురుగులను చంపుటకును, పంచదార, కాగితపు పరిశ్రమలందును, చర్మ రోగచికిత్సకును, గనులలోని సూక్ష్మజీవులను పొగపెట్టి చంపుటకును, తుపాకిమందు తయారు చేయుటకును, గంధకయోగికముల రచనకుకూడ వినియుక్త మగుచున్నది.

గంధకము విద్యుద్వాహకముకాదు; మీదు మిక్కిలి విద్యుత్ నిరోధకము. అందుచే ఇది విద్యుత్ పరికరములలో శ్రేష్టమగు నిరోధకద్రవ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది.

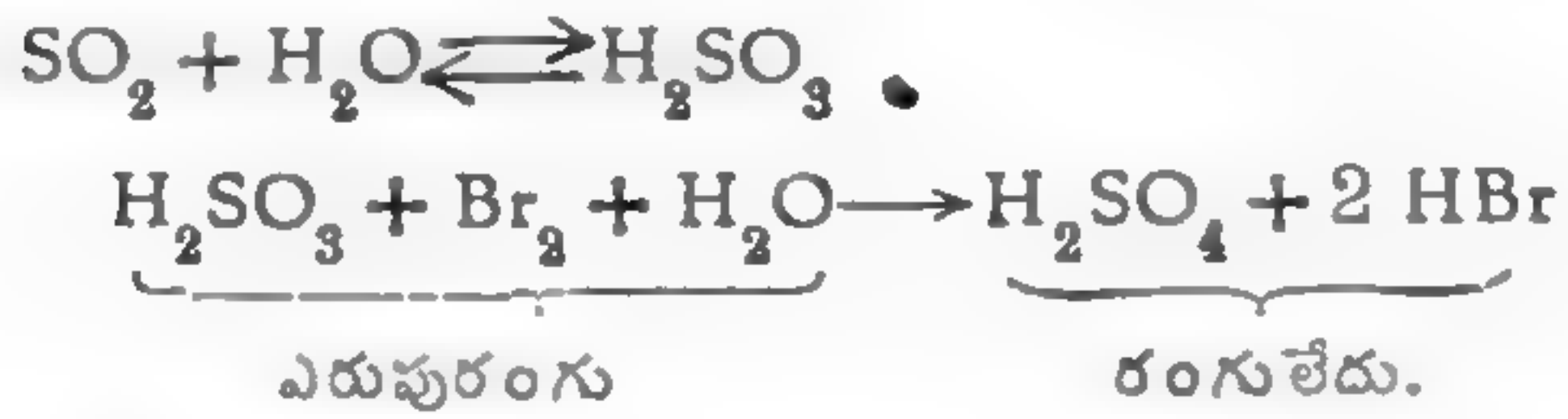
ఆక్సైడ్లు : గంధకము ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి ప్రధానముగా రెండు ఆక్సైడ్ల నిచ్చును. 1. సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ ( $\text{SO}_2$ ). 2. సల్ఫర్ ట్రిఆక్సైడ్ ( $\text{SO}_3$ ).

సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ : గంధకమును గాలిలో కాల్చిన సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువు లభించును. నిర్జల సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను రాగిధాతు ఖండములతో మరగనిచ్చిన సుకరముగా ఈ వాయువును పడయవచ్చును. ఇదిరంగు లేని చాల ఘాటువాసనగల వాయువు; నీటిలో సులభముగా కరుగును. అందువలన నీటిపై దీనిని సంగ్రహించుటకు వీలులేదు; పాదరసముపై సంగ్రహించ వచ్చును. గాలికన్న బరువైన వాయువగుటచే గాలిని పైకినెట్టి ఇది కాచపాత్రను ఆక్రమించ గలదు. దీనిజల ద్రావణము ఆమ్ల ధర్మము కలది. నీలిలిట్మసును ఎర్రగా చేయగలదు. కాని ద్రావణమును మరగించినచో సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ పూర్ణముగా పైకిపోవును. దీనిఆమ్లజల ద్రావణమునకు సల్ ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ అనిపేరు. ఆక్సీహరణ ద్రవ్యముగా చాల చురుకైనది. బ్రోమిన్ ద్రావణపురంగును పోగొట్టును. ఈ ప్రక్రియలో బ్రోమిన్ హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ గా ఆక్సి



గంధకము

హరించబడును. సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గా ఆక్సికరించబడును :



ఇటులనే ఆక్సికరణసాధనములగు పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ జలద్రావణమును రంగులేకుండగను, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ జలద్రావణముయొక్క నారింజ పండు రంగును ఆకుపచ్చరంగుగను మార్చును. హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ తో ఇది సంయోగించి గంధకము ఏర్పడుట చేతనే ఈ రెండు వాయువులను జనింపజేయు అగ్నిపర్యతములు గంధకమునకు ఆకరములుగా ఉన్నవి.

సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ అణురచనలో రెండు స్థానచ్యుతిని చెందగల హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉండుటచే రెండు తరహాల లవణములనిచ్చును. అందుచే దీనిని ద్విపదామ్లముగా భావించవలసి యున్నది.

ఆమ్లలవణములలో సరళమైనది సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ ( $\text{NaHSO}_3$ ) ద్రావణము సంతృప్తమగుదనుక సోడా కార్బోనేట్ ద్రావణములోనికి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువును పంపించినచో సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ లభించును :



దీని 45% జలద్రావణము వర్తకపునరుకు. ఏలన ఈ ద్రావణమునకు సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను బొట్టు బొట్టుగా చేర్చినచో ఎడతెగని సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ ప్రవాహము శోధనాగార ప్రయోజనములకు సుకరముగా లభ్యమగును. అదిగాక ఉన్నిని పట్టును, ఎండుగడ్డిని వివర్ణముగా చేయుటకు వినియోగములోనున్నది. దీని కాల్సియమ్ లవణము, కాల్సియమ్ బైసల్ఫైట్  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  ను, కాగితపు గుఱ్ఱును వివర్ణముగా చేయుటకు ఉపయోగింతురు. సున్నపునీటిలోనికి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ ను పంపించిన ఈ లవణము ఏర్పడును. తక్కిన సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ లవణములు పారిశ్రామికముగా ఉపయోగించునవికావు

సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ( $\text{SO}_3$ ):  $150^\circ \text{C}$  కన్న తక్కువ తాపక్రమములో ఇది ఘనద్రవ్యము.  $150^\circ \text{C}$  వద్ద ఇది ద్రవీభవించును. పటిక  $[\text{అలమ్} = \text{K}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}]$  నుగాని, గాలిలో ఆక్సికరించబడిన అన్న భేదిని గాని స్వేదించునపుడు సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ద్రవ్యము లభ్యమగును :



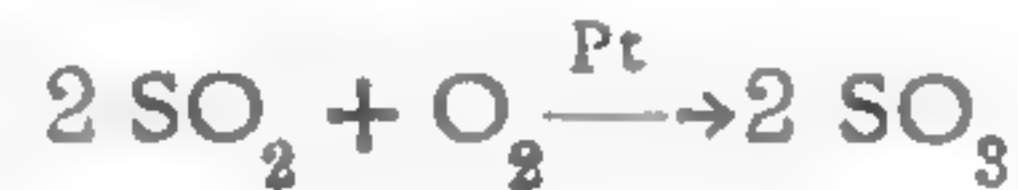
సోడియమ్ పైరోసల్ఫేట్ ను కాల్చిననుగూడ ఈ ద్రవ్యమును పడయవచ్చును :



పారిశ్రామికముగా దీనిని తయారుచేయు విధానము 1875 లో వింక్లర్ అను జర్మను రాసాయనికుడు కనుగొనెను. నేడిది దేశపరిశ్రమల కన్నిటికిని ఆధారభూతమైన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమలో వాడబడుచున్నది. 1892-95 సం॥లో ఈ విధానము జర్మనీదేశమందు 'బేడిషే కంపెనీ' వారిచే పారిశ్రామికముగా స్థాపించబడినది; దీనికి స్పర్శకవిధానము అనిపేరు.

ఈ విధానమునందు ఐరన్ పైరిటీస్ అను ఇనుము, గంధకముగల ఖనిజమును గాలిలోకాల్చగా వచ్చిన సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ తో, సూక్ష్మవిభక్తమైన ప్లాటినమ్ ధాతువు సంపర్కమున గాలిలోని ఆక్సిజన్ ని సంయోగమునకు తెచ్చినచో సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ఏర్పడును. ఈ వచ్చిన సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ నీటిలో సులభముగా కరుగదు. కనుక దీనిని నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లోనికి పంపి అందు విలీనమగునట్లు ఒనర్తురు.

సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్ ల మధ్య రాసాయనిక సంయోగమును ఘటంపజేయునది సూక్ష్మవిభక్త ప్లాటినమ్ ధాతువు. ఇక్కడ ఈ ధాతువు ప్రేరకము (కేటలిస్ట్) గా పనిచేయును. ఈ ప్రేరకపు కేవల సంపర్కమువలన ఈ రాసాయనికక్రియ జరుగును :

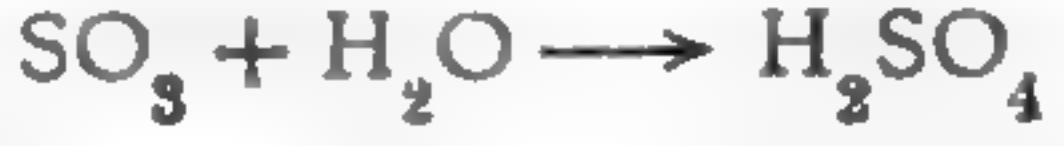


ఈ ప్రక్రియ పారిశ్రామిక లోకమంతటను ప్రఖ్యాతిని గన్నది. ఇండియాలో ఈ ప్రక్రియను ఉపయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయుట ద్వితీయప్రపంచ మహాసంగ్రామానంతరమున ప్రారంభింప బడినది. ఈ ప్రక్రియకు పెద్దలడ్డంకి ప్లాటినమ్ ధాతువుయొక్క విలువ. అదిగాక దీని ప్రేరకప్రవృత్తి నశించకుండ. కాపాడుటకు సమర్థమగు రాసాయనిక నియంత్రణము అవశ్యకము.

సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ముఖ్యోపయోగము సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయుట. సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ నీటిలో సులభముగా కరుగదనియు, అందువలన సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ నే దానికి ద్రావకముగా వాడుదురనియు చెప్పియుంటిమి. తయారైన సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ను సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లోనికి పంపించినచో చిక్కటి నూనె వంటి ద్రావణము తయారగును. దీనికి ఓలియమ్ (=నూనె) అని పేరు. దీనినుంచి ఇష్టమైన సాంద్రతగల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయవచ్చును.

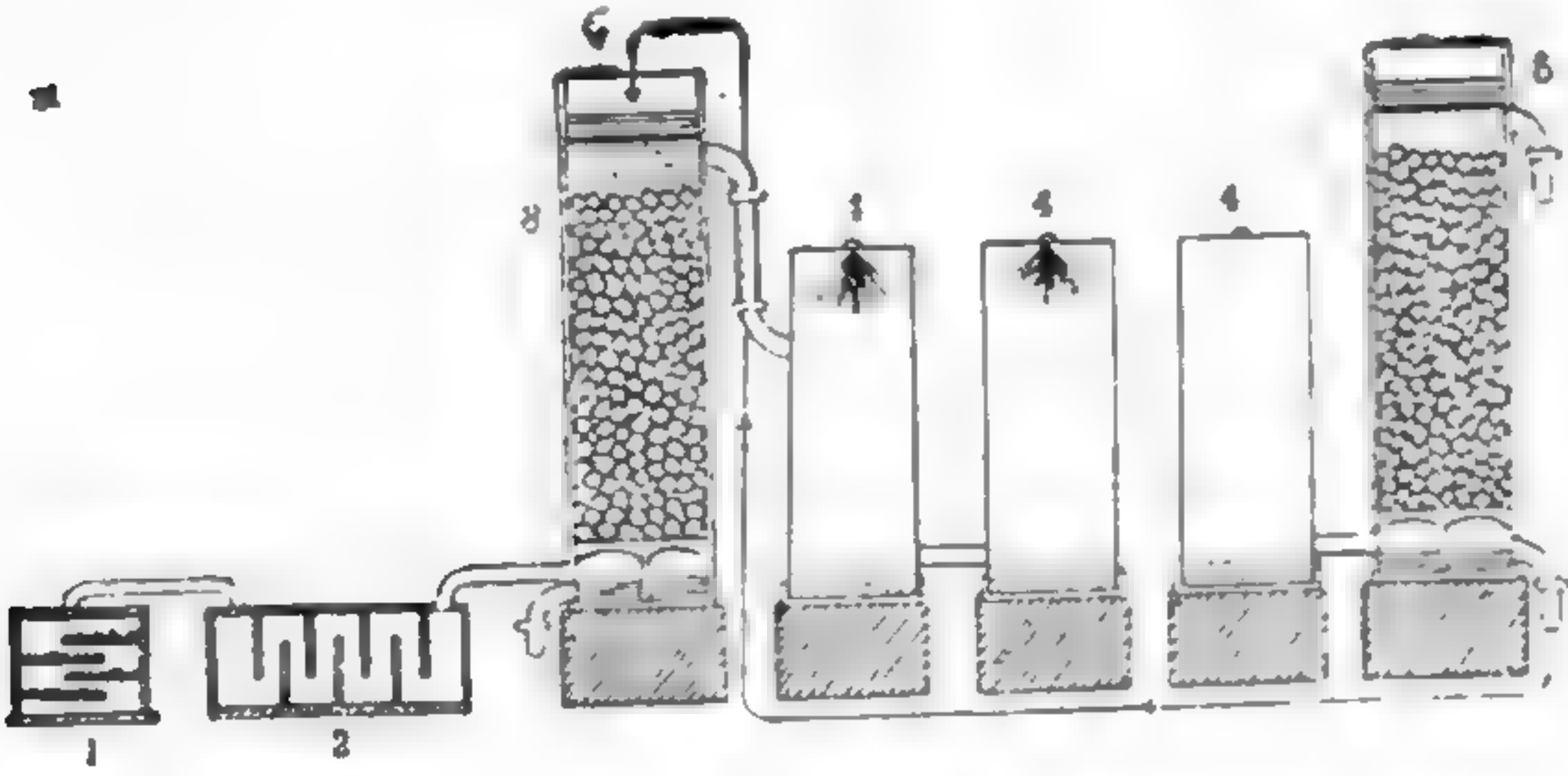


సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ( $H_2SO_4$ ): ఇది సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ నీటిలో సంయోగించుటవలన ఏర్పడును :



నీటిలో సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ సులభముగా కరుగక పోయినను, కొంచెమైన కరుగునుకదా! ఆ కరిగినంతవరకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గా మారును.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్-పారిశ్రామిక పద్ధతి: సీసపురేకులచే కప్పబడిన పెద్దపెట్టెలు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను పర్యవసానమున సంగ్రహించుటకు వాడబడుచున్నవి. శోధనాగార పరికరములలో లేని మరిరెండు అనుబంధ పరికరములుమాత్రమున్నవి. అందొకటి ప్రక్రియాపర్యవసానమున బయటపడిన నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ వాయువు వ్యర్థవ్యయము కాకుండ మరల దానిని సంగ్రహించుటకై ఏర్పాటుచేయబడినది. దీనికి గేలుసాక్ స్తంభమని పేరు (చిత్రములో 5). రెండవది ఈ నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ లను విలీనముచేసికొన్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ నుండి తిరిగి ఆ ఆక్సైడ్ లను పైకి వచ్చునట్లు చేసి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, గాలి మిశ్రములో



లేడ్ ఛేంబరు విధానము

1. పైరిటీస్ ఖనిజమును గాలి సంపర్కములో కాల్చుటకు ఉపయోగించు కొలిమి; 2. గదులు; 3. గ్లవర్ స్తంభము;
4. సీసపేటికలు; 5. గేలుసాక్ స్తంభము.

కలుపుటకై ఉద్దేశింపబడినది. దీనికి గ్లవర్ స్తంభమని పేరు (చిత్రములో 3). ఈ స్తంభద్వయము, వాటి మధ్యనున్న సీసపేటికలు - వీటి సన్నివేశమును పటములో చూడనగును.

ఈ పటములో '1' అనునది పైరిటీస్ (ఐరన్ సల్ఫైడ్) ఖనిజమును గాలిసంపర్కములో కాల్చుటకు ఉపయోగించు కొలిమి. ఈ కొలిమినుండి ఐరన్ పైరిటీస్ గాలియందుండు ఆక్సిజన్ తో సంయోగించగా వచ్చిన సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువు '2' అను గదులను ప్రవేశించును. ఇందు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువు ధూళినుండియు, ప్రధానప్రక్రియకు అవకారకములగు కొన్ని విషవాయువుల నుండియు విముక్తమై '3' చే గుర్తించబడిన గ్లవర్ స్తంభమును క్రిందనుండి ప్రవేశించును. అచ్చటనుండి '4' అను సీస

పేటికలను ఒకదానితరువాత ఒకటిగా ప్రవేశించును. కొలిమిలో ప్రతి 24 గంటలలో కాల్చిన కిలోగ్రాము పైరిటీస్ నుండి లభ్యమగు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువునకు  $\frac{1}{2}$  ఘనమీటరు ఆయతనము ఉండచూచునట్లు ఈ సీసపేటికల ఘనపరిమాణము నిర్మితమై ఉండును. ఈ పేటికలలో సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ నీటిఆవిరితోను, నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను వేడి చేయుటవలన నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ లతోను సంపర్కమునకు వచ్చును. ఈ వాయుమిశ్రము రాసాయనికముగా పైని నిరూపించినట్లు సంయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడి పేటికలడుగున సంగ్రహించబడును. ఈ రాసాయనిక కార్యకాలమందు ఆక్సిజన్ హెచ్చుగానున్న నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ లు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ కు తమ ఆక్సిజన్ ను అర్పించి నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ గా ఆక్సీహరించబడును. దీనిని మరల ఉచ్చతర ఆక్సైడ్ ల క్రింద ఆక్సీహరించుటకు వలయు ఆక్సిజన్ ని, గాలిని పేటికలలోనికి ప్రవేశపెట్టుటవలన అంద చేయుదురు. ఇందువలన ప్రారంభమున ఉపయోగించిన కొద్దిమాత్రము నైట్రిక్ ఆసిడ్ విస్తారమగు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ రాశిని మరలమరల ఆక్సీకరించుటకు పనికివచ్చును. అయినను కొంతరాశి నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ లు రాసాయనిక కార్యమందు నైట్రోజన్ గా ఆక్సీహరించ బడుటచేత నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను అప్పుడప్పుడు మరలమరల వినియోగించ వలసివచ్చును.

పైరిటీస్ కాల్చగావచ్చిన వాయుమిశ్రములో 7% సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, 93% నైట్రోజన్ ఉండును గనుక సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ ను, పేటికలలోని శేషమును ఆక్సీకరించుటకు మరికొంతవాయువును ప్రవేశపెట్టవలెను. కొలిమి నుండివచ్చినది, పేటికలలో వాయుశేషముగా మిగిలినది యగు నైట్రోజన్ దానితోపాటు నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ లను కూడ పేటికలనుండి పైకి తీసికొనిపోవును. ఈ వాయు మిశ్రములోనుండు నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ లు వమ్ముగా కుండ మరల సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ ఆక్సీకరణకార్యమందు ఉపయోగించు కొనునిమిత్తము వాటిని సంగ్రహించుటకు నిర్మితమైనది '5' గేలుసాక్ స్తంభము. గేలుసాక్ స్తంభము గర్భమందు పొడవునా కోకు (అనగా కాల్చిన నేలబొగ్గు) ముక్కలతో నింపియుండును. పేటికల నుండి తప్పించుకుపోవు వాయుమిశ్రము ఈ గేలుసాక్ స్తంభపు అడుగునుండి మీదికి ప్రాకును. ఈ సమయములో స్తంభముమీద అమర్చబడిన ఆశయమునుండి సాంద్రమైన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ జల్లు స్తంభమునందు దట్టించిన కోకు ముక్కలపై పడి వాటివెంట క్రిందికి దిగజారుచుండును. ఇంతలో ఊర్ధ్వముఖముగాలేచుచున్న వాయుమిశ్రములో



ఉన్న నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లు ఆ ఆసిడ్లో లీనమగును. నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లను జీర్ణించుకున్న ఈ ద్రావణమునకు 'నైట్రోజన్' అని పేరు. వాయుమిశ్రములో శేషించిన నైట్రోజన్ చిమ్నీద్వారా ఆకాశమును ప్రవేశించును. గేలుసాక్ స్తంభమున నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లను పీల్చిన నైట్రోజన్ ద్రావణము స్తంభపు మూలమున ప్రోగగును. ఇచ్చటనుండి ఈ ద్రావణము పేటికలనుండి పైకితీసిన విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్తోను, పోయిన నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లను తిరిగి పూర్తిచేయుటకై నైట్రోజన్ ఆసిడ్తోను మిశ్రితమై గ్లవర్ స్తంభపు శిఖరమునకు పంపుచేయబడును. ఈ స్తంభములోకూడ అప్లుప్రభావమునకు చెడిపోనిద్రవ్యము దట్టించియుండును. విలీనసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్తో మిశ్రితమైన నైట్రోజన్ ద్రావణము స్తంభపు శిఖరమునుండి తుపారరూపమున క్రిందికి జారుచు స్తంభమునందు ఊర్ధ్వముఖముగా వ్యాపించు కొలిమి వాయుమిశ్రము నెదుర్కొనును. ఈ వాయుమిశ్రము తాపక్రమము 300°C వరకు ఉండును. ఈ వేడిలో తనలో నిముడ్చుకొనిన నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లను నైట్రోజన్ వెడలగ్రక్కును. ఈ ఆక్సైడ్లు, సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, గాలి మిశ్రముతోపాటు మరల సీసపేటికల ప్రవేశించును; ఇప్పటికి ఒక ఆవృత్తి పూర్తిఅయినది. ఇట్లే పరిశ్రమ జరుగునంత కాలము వాయు మిశ్రము ఆవృత్తిగమనమును స్వీకరించుచుండును. గ్లవర్ స్తంభముమూలమున సంగ్రహించబడిన అప్లుము నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లనుండి విముక్తమగుటయేగాక స్తంభము పైకి వ్యాపించు వాయుమిశ్రపువేడివలన కొంతవరకు సాంద్రీకరించ బడును. అందుచే గ్లవర్ స్తంభము మొత్తముమీద మూడుప్రయోజనములకై నిర్మితమైనట్లు ఊహించవచ్చును. 1. కొలిమినుండివచ్చు వాయుమిశ్రమును చల్లార్చుట; 2. ఆ వాయుమిశ్రమునకు నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లను కలుపుట; 3. విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ను కొంతవరకు సాంద్రీకరించుట.

గ్లవర్ స్తంభము మూలమున సంగ్రహించబడిన నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్లనుండి విడివడిన సాంద్రసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మరల గేలుసాక్ స్తంభపు శిఖరమునకు పంపు చేయబడును.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సాంద్రీకరణము : ఈ విధానమునందు పేటికలలో సంగ్రహించబడు ఆసిడ్ చాల విలీనమైఉండును. అనగా 65%-70% ఆసిడ్ను కలిగియుండును. ఈ పాటున ఇది ఫాస్ఫేట్ రాళ్ళ నుండిగాని, ఎముకల చూర్ణమునుండి గాని సూపర్ ఫాస్ఫేట్ ఎరువును తయారుచేయుటకు పనికివచ్చును. గ్లవర్ స్తంభములో సాంద్రీకరణకార్యము

కొంత జరుగుచున్నను తయారైన ఆసిడ్ను అంతయు గ్లవర్ స్తంభములో సాంద్రీకరించుట పొసగదు. అందు వలన విలీనసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ను సాంద్రీకరించు ప్రత్యేక పరికరములు నిర్మితములైనవి. పూర్వపద్ధతుల జోలికి పోక ప్రస్తుతము ఈ సాంద్రీకరణము గ్లవర్ స్తంభముల వంటి ప్రత్యేక స్తంభములలో జరుగుచున్నది.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ శోధనము : వాణిజ్యాప్లుముందు తరచుగా ఆర్సెనిక్ ట్రైఆక్సైడ్ (ఉల్లి పాపాణము) మాలిన్యముగా ఉండును. ఇది పైరిటీస్ ఖనిజములో నుండు ఆర్సెనిక్ ఖనిజములనుండి ఉత్పన్నమగును. హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువును పంపించి ఆర్సెనిక్ మాలిన్యమును తీసివేయవచ్చును. ఇది మడ్డివలె క్రిందికి దిగును. సూక్ష్మరంధ్రములుగల కాల్చినమట్టి బిళ్ళలద్వారా ఎగ బీల్చుటచే దీనినుండి శుద్ధాప్లుమును బడయవచ్చును. ఇప్పు టికిని కొంచెము ఇనుము మాలిన్యముగా మిగిలియుండును. ఇవిగాక లెడ్ సల్ఫేట్ విలీనాప్లుములో కరుగదు. కనుక పేటికాప్లుమును నీటితోకలిపినపుడు అది అవశేషముగా క్రిందికి దిగును. గంధకమునుండి తయారైన ఆసిడ్ నందు పై జెప్పిన మలినద్రవ్యములు ఉండవు. అందుచే అదియే ఆహారద్రవ్యములను తయారుచేయుటయందు, విద్యుత్ సంచాయక పేటికలయందు వినియోగమునకు పనికి వచ్చును. ఇండియాయందు స్పర్శవిధానమునగాని, పేటికా విధానమునగాని తయారగుచున్న ఆసిడ్ గంధకము నుండియే లభించుచున్నది. దీనికికారణము గంధక ఖనిజ సంపద మనకు లేకపోవుటయే. గంధకమైనను పై దేశముల నుండి మనము దిగుమతిచేసికొనవలసినదే. అందుచే ఇండియాలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ప్రియముగా (ధర హెచ్చుగా) నుండును. పై విధించిన రెండు విధానములు కూడ ప్రతిదేశమునందును అమలులో ఉన్నవి. సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వశ్యమగు పరిశ్రమల కన్నిటికి స్పర్శవిధానము ముఖ్యము. విలీనాప్లుము ఉపయోగించు పట్ల పేటికావిధానము చాలును.

ఈ రెండునుగాక గంధకము, ఐరన్ పైరిటీస్ కన్న విస్తారముగా దొరకు జిప్సమ్ (కాల్సియమ్ సల్ఫేట్) నుండి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ను తయారుచేయు పద్ధతిని ఒక దానిని జర్మను దేశములో ఇటీవల అమలులోపెట్టిరి. ఈ విధానమున జిప్సమ్ను కాల్చిననేలబొగ్గు (కోకు)ను బంకమట్టితోకలిపి తిరుగుడు కొలుములలో కాల్చుదురు. ఈ మిశ్రమునుండి 6%-7% సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ గల వాయువు ఉత్పన్నమగును. మిగిలిన ఘనీభూతద్రవ్యమును చూర్ణముచేసి సిమెంటును తయారుచేయుచున్నారు.



ఇండియాను కూడ కొన్నాళ్ళ క్రిందట ఈ విధానమును గ్రహించి కొన్ని శోధనలు జరిగినవి. కాని పారిశ్రామికముగా ఫలోన్ముఖములు కాలేదు.

జిప్సమ్ ఇండియాలో మెండుగా ఖనిజరూపమున ఉన్నది. అదిగాక భారతదేశపు ఉప్పు పరిశ్రమనుండి కావలసిన జిప్సమ్ లభించుటకు అవకాశములు ఉన్నవి. ఉప్పును పరిశుద్ధముగా చేయునపుడు జిప్సమ్ లభించును. దీనిని ముడి సరుకుగా వాడి విదేశములనుండి దిగుమతుల నపేక్షించకనే సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయ వచ్చును.

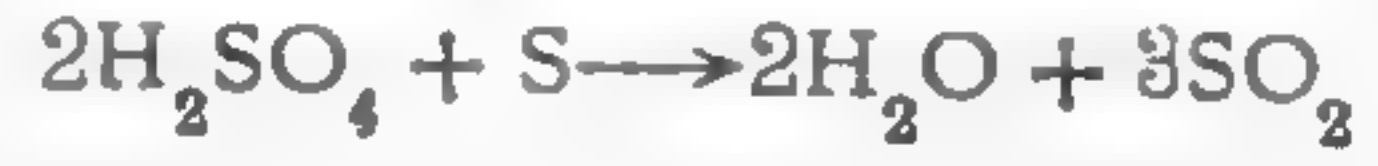
సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గుణములు : శుద్ధమైన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ అమృతమువలె చిక్కగాను నిర్వర్ణముగాను ఉండును. దీని సాంద్రత 1.84 అనగా నీటికన్న ఇది ఇంచుమించు రెండు రెట్లు బరువు. దీనికి దాహక గుణమెక్కువ; నీటితో కలియుటకు తృప్త ఎక్కువ. నీటితో కలపినపుడు మిక్కిలి వేడిమి బయలుపడి, నీరు మరుగును. అందుకే నీటిని ఎప్పుడును ఆసిడ్ లో పోయకూడదు. ఆసిడ్ ను తాకిన మొదటినీటి బిందువులు వేడెక్కి ఆకస్మికముగా ఆవిరి రూపమును దాల్చి ఆసిడ్ ను విసురుగా పైకి చిమ్మును. అభ్యాసకునికి ఆసిడ్ చే గాయములగు ప్రమాదముకూడ సంభవించవచ్చును. ఈ ప్రమాదము కలగకుండుటకై ఆసిడ్ మెల్ల మెల్లగా సన్ననిధారగా నీటికి చేర్చుచు జాగుగా మధించవలెను.

నీటితో కలియుటకు దీనికిగల తృప్తాధిక్యముచే దీనిని వాయువులను నిర్వర్ణముగా చేయుటకు ఉపయోగింతురు. పంచదార, కాగితము మొదలగు కార్బన్ ద్రవ్యములపై బడినపుడు వాటిని మాడ్చుగుణమునకు కూడ దీనిజల తృప్తయే కారణము. పంచదారలోను, కాగితములోను, కార్బన్ తోకూడ నీరు సంయోగించియుండును. నీటి భాగమును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ శోషించుటతోడనే కార్బన్ నల్లగా నిలచిపోవును. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ వలె ద్విపదాస్లుము. అందుచే రెండు రకముల లవణములను ఇచ్చును. 1. అమ్లలవణములు: సోడియమ్ సై సల్ఫేట్ ( $\text{NaHSO}_4$ ) వంటివి; 2. సాధారణ లవణములు: సోడియమ్ సల్ఫేట్ ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) వంటివి.

సల్ఫేట్ లవణములు చాలవరకు నీటిలో ద్రావ్యములు. లెడ్ సల్ఫేట్ కొద్దిగా నీటిలో విలీనమగును; జేరియమ్ సల్ఫేట్ బొత్తిగా కరుగదు. జేరియమ్ సల్ఫేట్ ఏర్పడుట సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను, సల్ఫేట్ లను గుర్తించుటకు సాధనము.

జేరియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును కొంచెము హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ తోపాటు పరిశుద్ధద్రావణమునకు చేర్చినచో

తెల్లటి జేరియమ్ సల్ఫేట్ అవశేషముగా క్రిందికి దిగును. జేరియమ్ సల్ఫేట్ ప్రాదుర్భావము సల్ఫేట్ అయిన్ ద్రావణములో నున్నదనుట గుర్తు. వేడిఆసిడ్ గుండా హైడ్రోజన్ ని పంపినపుడు ఆసిడ్ సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ క్రింద ఆక్సిహృతమగును. గంధకము, కార్బన్ దీనిని ఆక్సిహరించును.



చాల ధాతువులు (Mg, Zn, Fe) విలీనాస్లుములోకరిగి హైడ్రోజన్ ని బయటపెట్టును. ధాతువులు మరుగుచున్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ నందు వేగముగా కరిగి సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును వెడలగొట్టును.

ఉపయోగములు : పరిశ్రమల కన్నిటికిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమ తల్లివంటిది. ఒకదేశపు ఆర్థిక పారిశ్రామికాభివృద్ధికి అది వ్యయించు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కొలబద్ద అని చెప్పినచో ఈ ఆస్లుము దేశపరిశ్రమల కెంతటి ఆవశ్యకద్రవ్యమో తెలియగలదు. నేటి ప్రపంచమందు కృత్రిమనిర్మితమగు ఏ వస్తువును తీసికొనినను దానిని తయారుచేయు విధానమున ఏదోఒక దశలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఆవశ్యకత లేనిది లేదు. శాంతి సమయమపుడుగాని, యుద్ధసమయమపుడుగాని ప్రపంచ పరిశ్రమలను నడుపు ప్రధానరాసాయనికద్రవ్యమిది. మామూలు సమయములలో దీని ప్రధానోపయోగము ఎరువులను తయారుచేయుటయందు; తరువాతి గొప్ప ఉపయోగము పెట్రోలియమును శుద్ధిచేయుటయందు, తక్కిన అకర్మ సాస్లుములనన్నిటిని చేయుటకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కావలయును. ఉక్కు పరిశ్రమలో, రంగులు తయారుచేయుటలో, ధాతుసాధనలో, విద్యున్మలామా చేయుటలో చాల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఖర్చగుచున్నది. ఫ్రై నైట్రోటాల్క్యలైన్, నైట్రోగ్లిసరీన్, పిక్రిక్ ఆసిడ్ వంటి విచారకద్రవ్యములగు యుద్ధసామగ్రిల తయారుచేయుటలో నైట్రిక్ ఆసిడ్ తోపాటు దీనిని వాడుదురు (చూ. గంధక వర్గము). మే. ప. స.

గంధక వర్గము: గంధకము, సిలీనియమ్, టెలురియమ్ అను మూడు మూలద్రవ్యములును ఆవర్తక్రమము యొక్క VI వ వర్గములోనున్న ఆక్సిజన్ కుటుంబమునకు చెందినవి. ఈ మూలద్రవ్యములు ఆ వర్గములో కుడిప్రక్కనున్నవి. వీటికి VI b వర్గమని పేరు.

ఈ వర్గమునకుచెందిన ఆక్సిజన్, గంధకము, సిలీనియమ్, టెలురియమ్ అను మూలద్రవ్యములయొక్క పరిశీలనలో హేలోజన్ కుటుంబమునందున్న మూలద్రవ్యములకున్న పరస్పరసాదృశ్యమువంటిసాదృశ్య మిచ్చుట



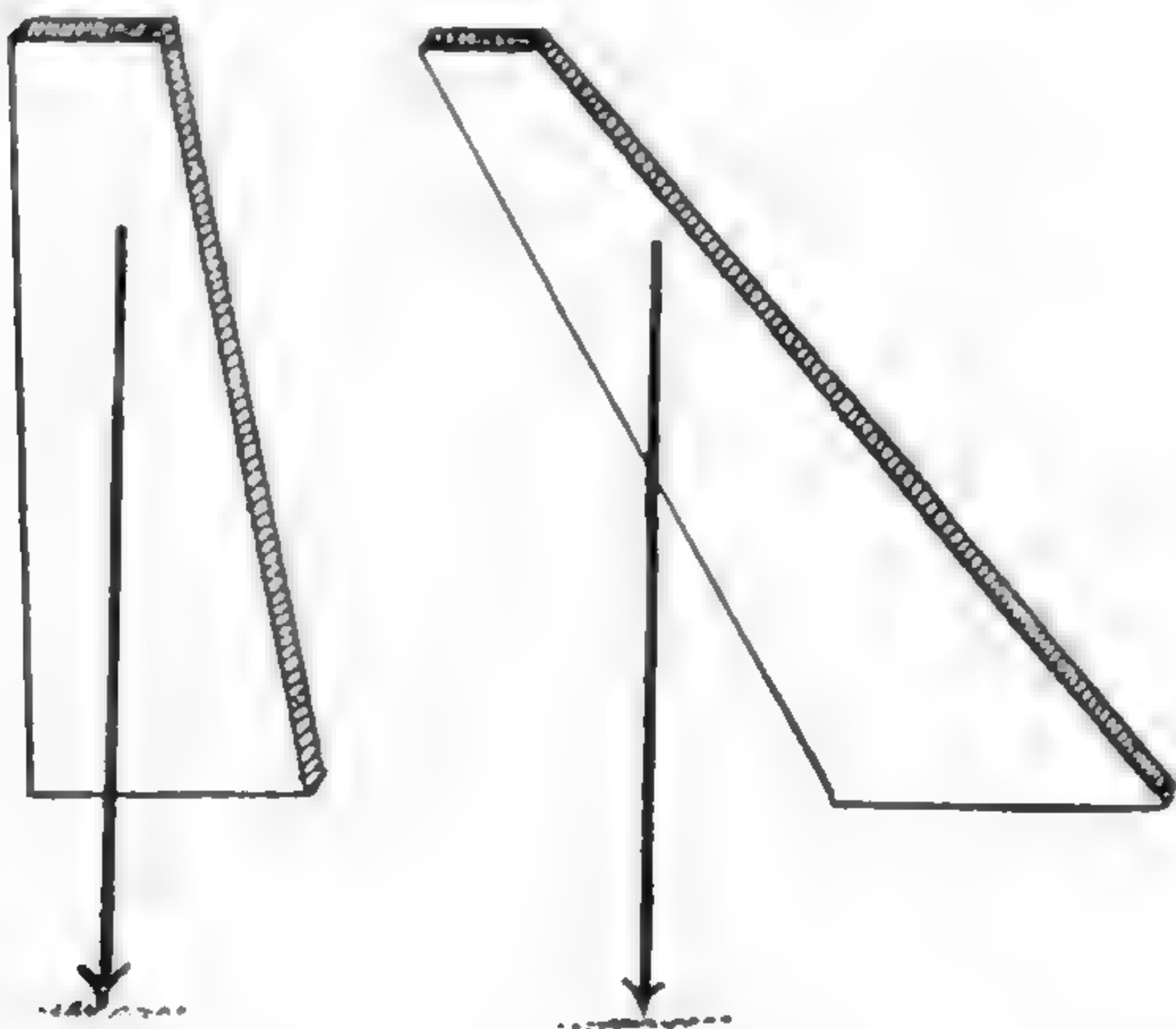
గరిమనాభి

కానరాదు. పలన, ఈ వర్గములో ఆక్సిజన్ తో ప్రారంభించిన అధాతుధర్మములు టెలురియమ్ లో అకస్మాత్తుగా ధాతుధర్మములుగా పరిణమించినవి. కాని ఆక్సిజన్ ని తప్పించినచో, తక్కినమూడును పరస్పరధర్మసాదృశ్యమును చూపును. వాస్తవికముగా ఆక్సిజన్ వీటినికన్న హేలోజన్ లను హెచ్చు పోలును (చూ. గంధకము; సిలీనియమ్; టెలురియమ్).

గరిమనాభి: ప్రతివస్తువులోను గల వివిధాణువులు భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణచే భూకేంద్రమువైపు లాగబడుచుండును. కాని, భూకేంద్రము చాలదూరమున ఉండుటచే ఈ వివిధాణువులభారములు సమానాంతరబలములగ ఏర్పడును. సహజముగ ఈసమానాంతరబలములన్నిటిఫలితము వస్తువుయొక్క మొత్తపుభారమునకు సమానమగును. ఈబలఫలితము వస్తువులో ఒకనిశ్చిత బిందువునుండి పనిచేయును. ఈబిందువునకే 'గరిమనాభి' (సెంటర్ ఆఫ్ గ్రావిటీ) అని పేరు. వస్తువు నెటువైపు త్రిప్పినను దాని గరిమనాభిస్థానము మారదు.

ఏదైన ఒకవస్తువును నిలుపుసూదిమొనమీద నిలపెట్టినను, లేదా దారముతో దానిని స్వేచ్ఛగవ్రేలాడదీసినను, ఆ సూదిద్వారాగాని లేదా ఆ దారముద్వారాగాని, నిట్ట నిలువుగా గీసినసరళరేఖలో ఆవస్తువుయొక్క గరిమనాభి యుండును. ఈ సూత్రముననుసరించి రేకులు, అట్టలు మొదలగువాని గరిమనాభి కనుగొందురు.

క్రమమైనవస్తువుల గరిమనాభి: సమానాంతర చతుర్భుజాకారముగల అతిపలుచనిరేకునకు దానికర్ణములు కలియుబిందువుయొద్దను, వృత్తాకారపురేకునకు దాని



1 వ పటము

మధ్యగతరేఖలు కలియుచోటను వానివాని గరిమనాభి ఉండును.

గుల్లవస్తువుల గరిమనాభి: ఒకవస్తువుయొక్క గరిమనాభి ఆవస్తుద్రవ్యమునందే ఉండనక్కరలేదు. వృత్తాకారపు ఉంగరముయొక్క గరిమనాభి దానికేంద్రమున ఉండును. సాధారణముగ గుల్లవస్తువుల గరిమనాభి వాని ద్రవ్యమధ్యమున ఉండదు.

పీఠముపై నిలిచిఉన్న వస్తువునిశ్చలత: ఒకవస్తువు పీఠముపై నిలిచి ఉన్నపుడు దాని గరిమనాభినుండివచ్చు నిలువురేఖ ఆవస్తువు ఆనియున్నపీఠములోపడిన, ఆవస్తువు నిశ్చలత్వము పొందియుండును. కాని, పై నిలువురేఖ పీఠమునకు బయటపడినచో వస్తువు బోర్లపడును. ఈవిషయము 1 వ పటములో రెండుదిమ్మలవలన విశదీకరింపబడినది. మొదటిదిమ్మయొక్క గరిమనాభినుండి క్రిందుగగీయబడిన

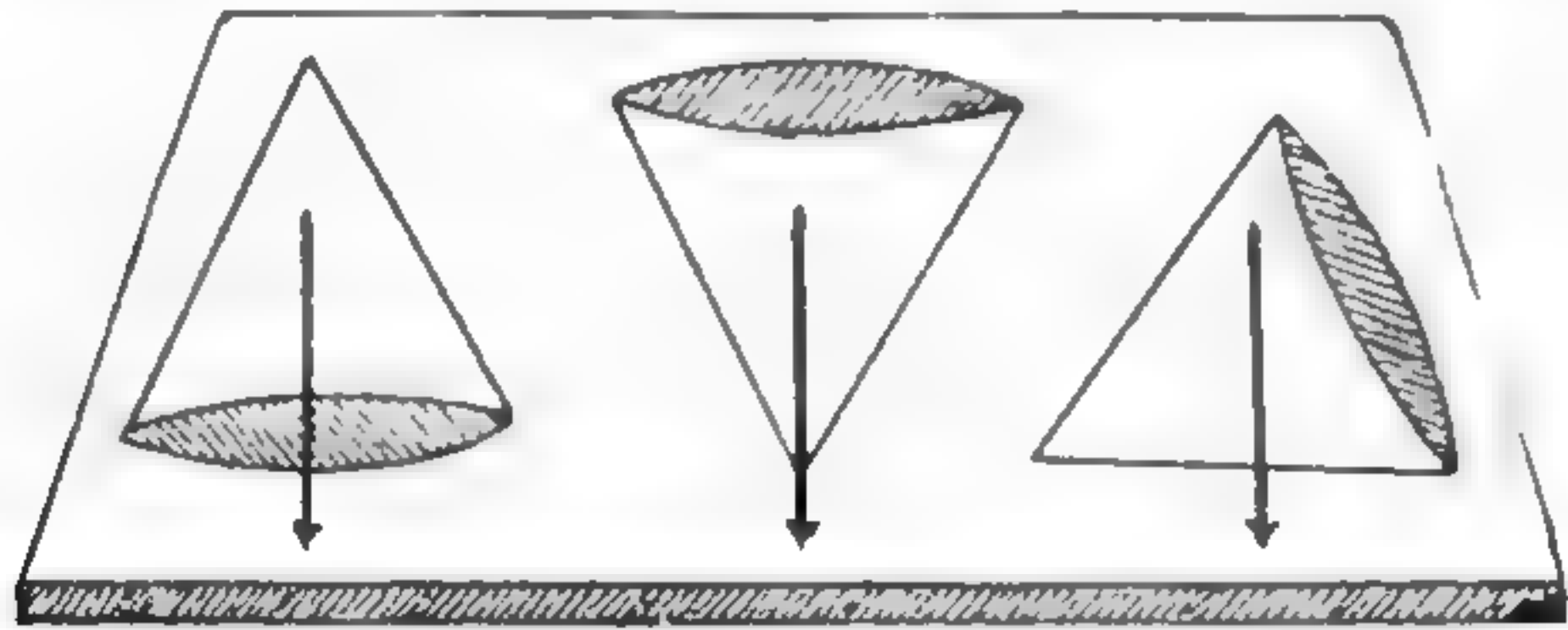


2 వ పటము

నిలువురేఖ దానిపీఠమునుండి పోవుచున్నది. అందుచే అది నిశ్చలముగఉండును. రెండవదిమ్మలో గీయబడినరేఖ దాని పీఠమునకు బయటపడుచుండుటచే అది క్రిందపడును. ఎక్కువ ఎత్తుగ భారములువేయబడిన బండ్లు మిట్టపల్లములు గల నేలపై పయనించునపుడు ఎందుచేత అతిసుళువుగ బోర్లపడునో పైసూత్రముననుసరించి గ్రాహ్యమగును. 2 వ పటము ఈవిషయమును అతిసులభముగ బోధించును.



స్థిర, అస్థిర, తటస్థ సమతాస్థితి : ఒకచోట ఆనియున్న వస్తువుయొక్క సమతాస్థితి మూడురకములుగ ఉండును.



పటము 3 : స్థిర, అస్థిర, తటస్థ సమతాస్థితులు

స్థిరసమతాస్థితి : ఇందు వస్తువును కొంచెముకదిపి విడిచిన అది తిరిగి తొల్లింటి నిశ్చలస్థితికి వచ్చును. ఇందు గరిమనాభి వీలై నంతక్రిందుగనుండును.

అస్థిరసమతాస్థితి : ఇందు వస్తువును కొంచెము కదిపి విడిచిన అది తొల్లింటి నిశ్చలస్థితికి రాక క్రిందపడును. ఇందు గరిమనాభి పీఠమునకు చాలఎత్తున ఉండును.

తటస్థసమతాస్థితి : ఇందు వస్తువును కొంచెము కదిపినను అది నిశ్చలముగనే ఉండును. ఇందు గరిమనాభి ఎత్తులో మార్పేమియు ఉండదు. పై చెప్పబడిన త్రివిధ సమతాస్థితులు 3 వ పటమున చూపబడిన ఒకబల్లపై ఆనియున్న శంకుద్వారా సుబోధకమగును.

గరిమనాభికి గల ప్రాముఖ్యము : వస్తువులగరిమనాభికిని. వాటి స్థిరత్వమునకు గల సంబంధమునుబట్టి నిత్య జీవితములో గరిమనాభి ప్రాముఖ్యము వహించుచున్నది. ఎత్తైనవస్తువులను తయారుచేయుటలోను, కట్టడములను నిర్మించుటలోను, అవి స్థిరనిశ్చలతను కలిగియుండుటకై, వాటి పాదభాగమును, ఊర్ధ్వభాగముకంటె వైశాల్యముగా ఉండునట్లును, కట్టడము నిట్టనిలువుగా ఉండునట్లును నిర్మింతురు. పడవలు, సుళువుగ బోర్ల పడకుండ ఉండుటకు గాను, బరువైన సామగ్రినంతను దాని అడుగుభాగముననే వేయుదురు. అడుగుపూటులేనిపడవలో ప్రయాణముచేయువారు ఎల్లప్పుడు కూర్చొనియే ఉండవలెను. కాని, నిలబడి అటు నిటు ఊగులాడినచో పడవ వంగి బోరగిలపడు అవకాశమున్నది. జి. సు. రె.

గామా(γ)కిరణములు : కాంతిప్రసారకద్రవ్యముల నుండి వెలువడు కిరణసమూహములలో ఒకజాతికిరణములను గామాకిరణము లందురు. ఇవి ఆల్ఫా, బీటా కిరణములవలె కణస్వరూపములు కావు. X - కిరణములవలె విద్యుదయస్కాంత స్పందనములు. ఇవి అయస్కాంత క్షేత్రమునందుకాని, విద్యుత్ క్షేత్రమందుకాని మార్పుచెందకుండుటచే ఈస్వభావము బయలుపడినది. వీటి తరంగదైర్ఘ్యము X - కిరణములకన్న చాలతక్కువ. గామాకిర

ణములకన్న కురుచైనతరంగములు కలవి విశ్వకిరణములు. తరంగదైర్ఘ్యము, అణుపరిమాణమగుటచే ద్రవ్యముగుండ దూసికొనిపోవుసామర్థ్యము వీటికి చాలమెండు. గుర్తించుటకువీలులేనంత దుర్బలముగా గామాకిరణముల ద్రవ్య ప్రవేశకసామర్థ్యమును తగ్గించుటకు అనేక సెంటీమీటర్లు మందముకల సీసమువంటి ధాతువు చాటుకావలెను. ద్రవ్యముగుండ దూసికొనిపోవుచున్నప్పుడు గామాకిరణములు ద్రవ్యముచే విచూషితమగును. ఈ విచూషణ ఫలితముగా మూడురకములగు సంఘటనలు ఏర్పడును.

తక్కువశక్తిగల గామాకిరణములు ద్రవ్యమునుండి ఎలక్ట్రాన్ల బహిష్కరించును. దీనిని ఫోటోఎలక్ట్రిక్ ఫలితము అందురు. మధ్యమశక్తిగల గామాకిరణములు విచూషితమై కాంప్టన్ ఫలితము ఫలించును. ఈ ఫలితము తక్కువపరమాణుభారము కలిగిన ద్రవ్యములతో కనిపించును (చూ. కాంప్టన్ ఫలితము - పు. 255). అధికశక్తిగల గామాకిరణములు అధికపరమాణుభారద్రవ్యముచే విచూషితమై నప్పుడు పైని చెప్పిన సంఘటనలు రెండును అంత ప్రాముఖ్యములు కావు. ఈ పరిస్థితులలో గామాకిరణములు ద్రవ్యముతో డీకొనినపుడు పోజిట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్ జంట ఏర్పడును.

గామాకిరణప్రభవస్థానము పరమాణుకేంద్రకము. కేంద్రకముచుట్టు వరుసపొరలలో తిరుగుచున్న ఎలక్ట్రాన్లలో ఏదేనిఒకటి బహిష్కృతమై దానిస్థానము పైపొరలలో నున్న ఎలక్ట్రాన్లు స్వీకరించినపుడు, చాటుషకిరణములు వెలివడునట్లు, కేంద్రకము ఒక అధిక శక్తియుతస్థితినుండి నిమ్న శక్తియుతస్థితికి సర్దుకొనినపుడు, శక్తియందలి ఈ భేదము గామాకిరణముగా బయటబడును. గామాకిరణముల తరంగదైర్ఘ్యము  $10^{-9} - 10^{-11}$  సెంటీమీటర్ల మధ్యన ఉండును.

శక్తిమంతములగు గామాకిరణములను కేంద్రకపరివర్తన కార్యములకుకూడ ఉపయోగించవచ్చును. దృష్టాంతము:  ${}_1\text{H}^2 + \nu \rightarrow {}_1\text{H}^1 + {}_0\text{n}^1$  డోయిటీరియమ్ ( ${}_1\text{H}^2$ ) కేంద్రకమును తోరియమ్ c నుండి విడివడు గామాకిరణములకు గురిచేసిన ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్లక్రింద విడిపోవును, అను విషయమును పై సమీకరణము సూచించుచున్నది. కొన్ని పరిస్థితులలో గామాకిరణములు కేంద్రకవిదళనమునుకూడ కావించగలవు. ఆర్. ఓ. హాక్స్లీ మొదలైనవారు రి.3 మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులశక్తిగల గామాకిరణములను ఉపయోగించి తోరియమ్ కేంద్రకమును విదళించుటలో సిద్ధిని గాంచిరి. గామాకిరణము కాంతి రూపమగుటచే ఈ ప్రక్రియకు కాంతి విదళనము అనుపేరుకూడ కలదు. గామాకిరణములకు సంబంధించిన అత్యద్భుతదృశ్యము



విశ్వకిరణసంఘటనలలో బయలుపడినది. విశ్వకిరణములు అనేకవిధములగు కిరణములను ముదాయము. అందు గామా కిరణములు కూడ కలవు. అట్టి గామాకిరణము, ద్రవ్యమును తాకినపుడు దానిశక్తిలో కొంతభాగమును వ్యయపరచి, పోజిట్రాన్. ఎలక్ట్రాన్ జంటను సృజించును. ఐన్ స్టయిన్ శక్తి ద్రవ్యరాశి తాదాత్మ్యసూత్రముననుసరించి ద్రవ్యము శక్తిగా మారవచ్చును. లేదా శక్తి ద్రవ్యముగా మారవచ్చును. సూర్యరశ్మి ప్రాదుర్భావమునకు కారణములగు సూర్యగోళములోని ప్రక్రియలు, తొలివినిమయమునకు దృష్టాంతము. గామాకిరణముల నుండి పోజిట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్ జంట పుట్టుట రెండవనియమమునకు ఉదాహరణము. (చూ. ఆల్ఫాకిరణములు-పు. 199). మే. వ. న.

**గాలిక్ ఆసిడ్ :** చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు. పు. 175.

**గాలియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 31; సంకేతము Ga, పరమాణుభారము 69.72, చారిత్రకముగా గాలియమ్ రాసాయనికుని కుతూహలమును రేపిన ధాతువు. పలన ఖనిజములనుండి ధాతువు వేరుచేయబడి గుర్తించబడక పూర్వము, పృథ్విలో దీని ఉనికిని గురించి ఇద్దరు రాసాయనికులు పూర్వ నిర్దేశమును చేయగలిగిరి; అందు ఒకడు మెండెలీయేఫ్. తన ఆవర్తక్రమములో అల్యూమినియము క్రిందనున్న భాళీస్థలమును పట్టి అక్కడొక ధాతువు ఉండవలెనని, ఎకా అల్యూమినియము అని దాని నామ నిర్దేశమేకాక, దాని బహుగుణ నిర్దేశమును కూడ గావించెను (1871). సుమారాసమయమునందే బ్వా బౌడ్రన్ అను ఫ్రెంచ్ రాసాయనికుడు, ధాతువుల వర్ణమాలలను పరిశీలించు సందర్భము అల్యూమినియము, ఇండియమ్ మధ్యనొక క్రొత్త ధాతువు ఉండవలెనను నిష్కర్షకు రాగలిగెను. ఈతడే జింకుబ్లెండ్ ఖనిజమునుండి ఈ ధాతువును వేరుచేసి, దాని గుణపరిక్ష గావించి, తాను, మెండెలీయేఫ్ నిర్దేశించిన ధాతువు ఇదియేయని నిశ్చయించెను. దానికితడే గాలియమ్ అని పేరిడెను (గాల్ అనగా ఫ్రెంచ్ దేశము).

జింకుబ్లెండ్, మాగ్నైటైట్, బాక్సైట్ లలో గాలియమ్ కొంచెముగా దొరకును. దీనిని ముఖ్యముగా జింకు ధాతు సాధనలో ఉపద్రవ్యముగా సంపాదించును. ఇది, రిటార్ట్ ల నుంచి మొదట ఉత్పత్తించిన జింకు చూర్ణములో నుండును. ఈ చూర్ణమును హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో కరిగించి, పొటాసియమ్ క్లోరేట్ ను కలిపి శెర్మేనియమ్ ను వేరు చేయుటకై ఆ ద్రావణమును స్వేదించును. మిగిలిన శేషము సల్ఫేట్ గామార్చి, ఆ ద్రావణముతో ఆంశిక విద్యుత్

విశ్లేషణమును గావించిన గాలియమ్ పరిశుద్ధమైన స్థితిలో ఋణాగ్రముపై నిక్షేపముగా లభించును. ఇది కత్తితో కోయుటకు వీలుగానుండునంత మెత్తటి తెల్లని ధాతువు; గాలిలో నల్లబడును.

ఈ ధాతువు ద్రవాంకము  $29.75^{\circ}\text{C}$ ; భారతదేశమందు వర్తమానమగు సాధారణ తాపక్రమములో ఇది ద్రవ స్థితిలో ఉండును. పాదరసము తరువాత ఇదియే ద్రవ ధాతువు. దీని క్వథనాంకము  $1700^{\circ}\text{C}$  అగుటచే చాల తాపక్రమపరిధిలో ద్రవద్రవ్యముగా ఉండగలదు. అందు వలన అధిక తాపక్రమ మాపకములలో మాపకద్రవముగా దీనిని వాడుకచేయుదురు.

**ఆక్సైడ్లు :** గాలియమ్ ఆక్సైడ్ ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ); గాలియమ్ నైట్రేట్ ను కాల్చినచో పడయవచ్చును. గాలియమ్ హైడ్రాక్సైడ్  $[\text{Ga}(\text{OH})_3]$  తెల్లటి ఘనద్రవ్యము. గాలియమ్ లవణద్రావణములనుండి అమోనియా చర్యచే బంకవంటి అవక్షేపముగా లభ్యమగును. ఇది ఊరములలో కరగి గాలేట్ లను ఇచ్చును.

**లవణములు :** గాలియమ్ సల్ఫేట్  $[\text{Ga}(\text{SO}_4)_3]$ ; ఇది అమోనియమ్ సల్ఫేట్ తో ద్వితీయవణముగా ఏర్పడి అల్యూమినియము అమోనియమ్ సల్ఫేట్ ద్వితీయవణముతో సమ స్ఫటిక రూపముగల స్ఫటికములను ఇచ్చును. ఈ ద్వితీయవణములకు పటికలని పేరు (చూ. అల్యూమినియము వర్ణము పు. 159). మే. వ. న.

**గాల్వనీ, లూయిగీ (1737 - 1798) :** ఇటలీ దేశపు వైద్యశాస్త్రజ్ఞుడు, శారీరక శాస్త్రవేత్త. బోలోనా యూనివర్సిటీ సంస్థలో శారీరక శాస్త్రాచార్యపీఠమును 1762 లో అలంకరించెను. కప్పక శేబరముపై తాను కావించుచున్న పరిశోధనల సందర్భమున కప్పకాలికండరములు కొన్ని పరిస్థితులలో అకస్మాత్తుగా సంకోచించు ననువిషయమును కనుగొనెను. కాని, దానికి కారణము కప్పక శేబరమందు జనించిన విద్యుత్తు అనియే చెప్పెను గాని, దాని సరియైన కారణమును కనిపెట్టలేదు. తరువాత మరియొక ఇటలీ దేశస్థుడు వోల్టా దానికి సరియైన సమాధానమును నిరూపించెను. అయినను, ఈ విద్యుత్సంఘటనకు గాల్వనీ విద్యుత్ ప్రవాహము అని పేరు వచ్చినది. ఎమ్. శ.

**గాల్వనీమీటరు :** చూ. విద్యుత్మాపకము.

**గియాక్, విలియమ్ ఫ్రాన్సిస్ (జననము 1895) :** అమెరికా రాసాయనికుడు. నయాగరా జలపాతమువద్ద నగరములో జన్మించెను. కాలిఫోర్నియా యూనివర్సిటీలో డాక్టరేట్ పట్టమును పొంది (1922) అక్కడనే అధ్యాపకుడై 1934 లో ఆచార్యపీఠమును అలంకరించెను. తన



జీవితమంతయు, సాధ్యనిమ్నతాపక్రమములయందు ద్రవ్య ధర్మముల పరిశీలనకు అంకిత మొనర్చినాడు. దీనికై ఈతనికి ప్రాప్తమైన ఇతర సమ్మానము లటుండ 1949 లో నోబెల్ బహుమానము వితరించబడినది. రెండవ ప్రపంచ సంగ్రామ కాలమందు ఈతడు యునైటెడ్ స్టేట్స్ ప్రభుత్వ నియోగమున రహస్యశాస్త్రీయ పరిశీలనలకు పూను కొనెను. మే. వ. న.

గిల్బర్ట్, విలియమ్ (1544 - 1603); ఇంగ్లీషు వైద్యుడు; మొదటి ఎలిజబెత్ రాణికి సమకాలినుడు; ఆవిడ స్వంత వైద్యుడుకూడను. కేంబ్రిడ్జిలో వైద్యవిద్య యందు నిష్ణాతుడై వైద్యవృత్తిని అవలంబించెను. కోపర్ని కస్, గెలిలియోతోపాటు 16 వ శతాబ్దమునకు సమకాలిక

మగు జ్ఞానపునరుద్ధ రణ యుగమును స్థాపించినవారలలో ప్రధానుడు. ఈయన అయస్కాంతశాస్త్ర సృష్టికి బ్రహ్మ. అయస్కాంతశాస్త్ర మునందు నేడు కన నగుమూలసూత్రము లన్నియు ఈయన పరిశోధన ఫలిత ములే. భూమి ఒక పెద్ద అయస్కాంత



విలియమ్ గిల్బర్ట్

మని చెప్పినది గిల్బర్ట్. స్థిరవిద్యుత్ శాస్త్రమున ప్రథమ పాఠముల రచించెను. శాస్త్రపరిభాషలో ఎలక్ట్రిసిటీ, ఎలక్ట్రికల్ అట్రాక్షన్ (విద్యుతాకర్షణ), ఎలక్ట్రిక్ బలము, అయస్కాంతధ్రువము అను పదముల ప్రవేశపెట్టెను. ఖగోళశాస్త్రమందు ఈయన కోపర్నికస్ అనుయాయి. 'డిమేగ్నెటే' అను ఈయన రచించిన గ్రంథము ఇంగ్లండులో ప్రచురితమైన ప్రథమ శాస్త్రీయ ఉద్గ్రంథము. కొ. సు. రా.

గుప్తాష్టత : చూ. ఉష్ణతామితి ; పు. 217.

గుమ్మటము : సిల్లలాడుకొను రబ్బరు బుడగలను సాధారణముగ అందరు చూచియే ఉందురు. గాలికి చొర రాని ద్రవ్యముతో వాటిని చేయుదురు. వాటిని గాలితో నింపినపుడు తేలికయై వాతావరణములో పైకి తేలిపో గల సామర్థ్యము నవి పొందును.

గుమ్మటములలో రకములు : గుమ్మటములలో పలు రకము లున్నవి. సిల్లలాడుకొను రబ్బరుబుడగలను ఆడు

కునే గుమ్మటము లందురు. పెద్ద గుమ్మటము వ్యాసము ఒకటి రెండు వందల అడుగులవరకును ఉండును.

వాతావరణ పరిశీలనకు ఉపయోగించు గుమ్మటములు లేదా వాతప్లవములకు అన్వేషణవాతప్లవము (రేడియో సాండే) లను ప్రత్యేకనామము కలదు. కొన్ని గుమ్మటము లను పరిశీలనకై ఆకాశములో పైకివదలి అవి యథేచ్ఛగ పోకుండ త్రాళ్ళచేతనో, తీగలచేతనో వాటిని భూమిపై లాగివట్టుదురు. అట్టి గుమ్మటములను బంధిత వాతప్లవము లనియును, పరిశీలనవాతప్లవము లనియును పేర్కొన వచ్చును. ఇక ఆకాశములో స్వేచ్ఛగా ఎగిరిపోనిచ్చిన గుమ్మటములకు 'స్వేచ్ఛావాతప్లవము' అనిపేరు. స్వేచ్ఛా వాతప్లవములలో సంచాల్యవాతనౌక (డిరిజిబిల్) అను నది ఒక ప్రత్యేకరకము. దీనియందు దాని గమనదిశను మార్పుటకనువుగ కొన్ని పరికరము లమర్చబడియుండును.

గుమ్మటపు భాగము : గుమ్మటమునందలి ముఖ్యమైన భాగము వాయుదృఢమైనసంచి. పట్టుబట్టతోగాని, నూలు బట్టతోగాని, మెత్తనిచర్మముతోగాని, దానిని నిర్మించి గాలి చొరకుండునట్లు చేయుటకై దీనిపైన రబ్బరు లేదా వార్నిషుపూత పెట్టుదురు. ఈ సంచికి పైభాగమున ఒక కవాటమును, దిగువభాగమున తెరచియున్న గొట్టము ఉండును. ఈ గొట్టముగుండా వాయువును పంపించి ఆ సంచిని నింపుదురు. ఎత్తున కెగిరిన గుమ్మటమును క్రిందికి దింపుటకుగాను కవాటమును నెమ్మదిగ తెరచి క్రమముగ సంచియందలి గాలిని వదలివేతురు. సంచికి అడుగున సంచి నుండి త్రాళ్ళచే వ్రేలాడదీయబడి ఒకతొట్టె ఉండును. గుమ్మటమునందు ప్రయాణముచేయువారు ఈ తొట్టెలో కూర్చునియుండురు. గుమ్మటమును క్రిందికి దింపవలసి వచ్చినప్పుడు సంచి పైభాగముననున్న కవాటము ఈ తొట్టెలో నుండిరేు తెరచుటకు వీలుగనుండును.

సమతాపమండల అవేక్షణలకై ఉపయోగించు గుమ్మట ములలో సంచికి అడుగుభాగమున తొట్టెకుబదులు వాయు దృఢమైనగోళ ముండును. ఇట్టిగోళమునకు 'గోండ్లోలా' అని పేరు. మొట్టమొదట వినోదమునకై గుమ్మటములను నిర్మించిన కాలమందు గుమ్మటపు సంచులందు వేడిగాలి నుపయోగించుచుండెడివారు. నేటికినీ ఇటువంటి గుమ్మట ములు 'ఆకాశబుట్ట' అనుపేర వదలబడుట చూచు చుండుము. కాని, హైడ్రోజన్ వాయువును విరివిగ తయారుచేయుట తెలిసికొనినప్పటినుండియు వేడిగాలికంటె హైడ్రోజన్ చాల తేలికయగుటచే గుమ్మటము బుట్టలలో దానినే ఉపయోగించుట మొదలిడిరి. కాని, ఆ తరువాత చౌక యను కారణమున బొగ్గుగాలిని; నిరపాయకర



గుమ్మటము

మను కారణమున హీలియమ్నుకూడ గుమ్మటములందు వాడుటను ప్రారంభించిరి.

గుమ్మటము పనిచేయు విధము: నీటిలో పడవ ఏల తేలుచున్నదో అదే కారణముచేత వాతావరణములో గుమ్మటము తేలుచున్నది. ఏదియైన ఒక వస్తువు ప్రవాహిలో తేలవలెనన్నచో ఆ వస్తువుబరువుకంటె ఆ వస్తువు తొలగజేయు ప్రవాహిభారము అధికముగ ఉండవలెను. అందుచేత గుమ్మటములను గాలిసాంద్రతకు తక్కువ సాంద్రతగల వాయువులచే నింపినపుడు ఈ బుట్టలుతేలికయై అవి స్థానభ్రంశమొనరించిన గాలిబరువు తమ బరువుతో సమానమగువరకును వాతావరణములో పైకిపోవును.

సమశ్లాపమండల అవేక్షణలకై ఉపయోగించు గుమ్మటములసంచులను వాయువుతో పూర్తిగ నింపరు. సమతాప మండలమందు వాయుప్రేషము అత్యల్పమైయుండుటచేత పైకిపోయిన కొలది క్రమముగ గుమ్మటము సంచీయందలి గాలి వ్యాకోచించి దానిని పూరించును.

గుమ్మటమును క్రిందికి దింపవలసినవచ్చినప్పుడు దాని సంచీలోని వాయువును సంచీకి పైభాగమందున్న కవాటము ద్వారా క్రమముగ వదలివేయుదురు. అప్పుడు గుమ్మటపు బరువు అది స్థానభ్రంశమొనరించు గాలిబరువు కంటె ఎక్కువయై గుమ్మటము క్రిందికి దిగును.

గుమ్మటమునందు సాధారణముగ కొంత బరువును కూడ తీసికొనిపోవుదురు. ఈ బరువును నేలపై పార వేయుటవలన, దానిని సర్దుబాటుచేయుటవలన గుమ్మటము పైకిలేచే ఎత్తులో మార్పును తేవచ్చును.

చరిత్ర: గుమ్మటములను నిర్మించుకొని వాని సహాయమున వాతావరణములో పైకెగురవచ్చు నను అభిప్రాయము మానవునకు చాలకాలము క్రిందటనుండి ఉన్నది. కాని, గుమ్మటములను వాస్తవముగ మొట్టమొదట నిర్మించినవారు ఫ్రాన్స్దేశీయులగు మాంట్ గోల్ఫియర్ సోదరులు. వాతావరణములో తేలియాడుచున్న మేఘములను గాంచి మేఘములందున్నట్లుగనే ఏదియైనను పెద్ద గాలి చొరరాని సంచీలో ఆవిరిని బంధించినచో అది పైకిపోవుచు తనతో కూడ ఆ సంచీని తోడ్కొనిపోవునని వారు తలచిరి. ఆ అభిప్రాయముతోనే వారు చితుకులమంట నొకదానిని చేసి ఆ మంటనుండి వచ్చిన పొగను, ఒక సంచీలో పట్టి 1783 వ సంవత్సరము జూన్ 5 వ తేదీని 'ఎసోనె' అనే ప్రదేశమునుండి ఆ సంచీని గాలిలోనికి వదలిరి. ఆనాడావిధముగ వారు నిర్మించిన గుమ్మటము పరిధి సుమారు 105'. మంటనుండి వచ్చిన పొగయో లేదా ఆవిరియో పైకిపోవుచు తనతోకూడ గుమ్మటమును పైకి

గొనిపోయినదని వారు తలంచిరి. కాని, గుమ్మటపు సంచి యందలి వాయుతాపక్రమము పరిసరవాతావరణ తాప క్రమముకంటె అధికమగుటవలన అందలి వాయులణు సాంద్రత తక్కువై గుమ్మటము గాలిలో తేలిపోవుచు పైకి లేచిపోవుచున్నదనుట సత్యమే. అందువలన గుమ్మటపు సంచీయందలి గాలిచల్లబడిన వెంటనే మాంట్ గోల్ఫియర్ సోదరులు నిర్మించుకొనిన పరికరము క్రిందికి దిగిపోయినది.

మాంట్ గోల్ఫియర్ సోదరుల తరువాత గుమ్మటము లను నిర్మించుటకై పూనుకొనినవారిలో ముఖ్యులు రాబర్ట్ సోదరులు. ఫ్రాన్స్దేశ భౌతికవిజ్ఞాని. జె. ఏ. సి. చార్లెస్ సలహా ననుసరించి వీరు తమ గుమ్మటములందు వేడిగాలికి బదులు హైడ్రోజన్ ను వాడిరి. వీరు నిర్మించుకొనిన గుమ్మటము 1783 వ సంవత్సరము ఆగస్టు 27 వ తేదీని చాంప్ డిఘార్సీవద్ద గాలిలోనికి వదలబడినది. హైడ్రోజన్ ఉపయోగించి తయారుచేసిన గుమ్మటములలో ఇదియే మొదటిది.

మాంట్ గోల్ఫియర్ సోదరులు ఎగురవేసిన మొదటి గుమ్మటమునందుగాని, రాబర్ట్ సోదరుల గుమ్మటమునందు గాని జంతువులేమీయును ప్రయాణము చేయలేదు. మాంట్ గోల్ఫియర్ సోదరులలో నొకడైన జోసెఫ్ వేడిగాలితో నింపబడిన గుమ్మటపుసంచికి బోను నొకదానిని వ్రేలాడ దీసి దానిలో నొక గొర్రెను, కోడిపుంజును, బాతును బంధించి 1783 సెప్టెంబరు 19 వ తేదీని ఆ గుమ్మటమును గాలిలోనికి వదలెను. గుమ్మటములో వాతావరణమునందు జీవులు విహరించుటకు అదే ప్రారంభము.

గుమ్మటమునెక్కి వాతావరణములో మొట్టమొదట ప్రయాణము చేసినవాడు జీన్ - డి - రోజయర్. 1783 అక్టోబరు 15 వ తేదీని ఆయన ఆకాశములో మొదట ఎగిరినాడు.

అందులకై ఆయన ఉపయోగించినది వేడిగాలితో కూడిన బంధితవిమానము. ఆ సంవత్సరమందే డిసెంబరు 1 వ తేదీన హైడ్రోజన్ గుమ్మటమునందు పారిస్ నగరమున చార్లెస్ విజ్జాని పైకిఎగిరినాడు. ఆనాడందులకై ఆయన ఉపయోగించిన గుమ్మటము అన్నిటికంటెనుకూడ బాగుగ నిర్మితమైనది. ప్రస్తుతపు గుమ్మటములందున్న భాగము లన్నియు మొట్టమొదటి సారిగ ఆ గుమ్మటమునందే కాననగును.

ఇంతవరకును జరిగిన గుమ్మటపు ఉడ్డయనము లన్నియును నేలమీదుగా నొనర్పబడినవే. 1785 జనవరి 7 వ తేదీని జీన్ పేరీల్లాన్ చర్చు, జె. జె. ఫ్రీజ్ అనువారలిరువురును కలసి డోవర్ నుండి బయలుదేరి ఇంగ్లీషుచానల్ మీదుగ గుమ్మటములో ప్రయాణముచేసి, ఫ్రాన్స్ దేశతీరమున



గ్విన్సెన్ అడవులలో దిగిరి. సముద్రము మీదుగా గావింప బడిన గుమ్మటపు ఉడ్డయనములలో ఇదియే మొదటిది. ఆ తరువాత పైలెటర్ డి రోజర్ అను నాతడుకూడ ఇంగ్లీషుచానల్ ను దాటుటకై హైడ్రోజన్ గుమ్మటమును నిర్మించుకొని బాలోన్ నుండి ఉడ్డయనము సాగించెను. గాని, మార్గమధ్యమున హైడ్రోజన్ గుమ్మటమును నిప్పంటు కొని మండిపోవుటచే అతడు సముద్రమునబడి చనిపోయెను.

రోజర్ చనిపోయినకొత్తలో గుమ్మటపు ప్రయాణము నందు తాత్కాలికముగ కొంత ఉత్సాహము తగ్గినది. కాని, ఆతరువాత క్రమముగ ఆ విషయము పాతబడి పోయిన పిమ్మట తిరిగి వివిధ దేశములవారును గుమ్మటము నిర్మాణమునందు హెచ్చు ఆసక్తితో కృషిచేసిరి. పెద్దపెద్ద గుమ్మటములుకూడ పెక్కులు ఆ సమయములోనే నిర్మితమైనవి. చార్లెస్ గ్రీన్ అను ఇంగ్లండువాని వేడిగాలికిని, హైడ్రోజన్ బదులు బొగ్గుగాలిని గుమ్మటపు బుట్టలను నింపుటకై ఉపయోగించెను. హైడ్రోజన్ కంటె బొగ్గుగాలి చౌకయగుటచే ఆ వాయువు ఉపయోగించుటవలన నిర్మాణముకూడ తక్కువ వ్యయముతో జరిగినది.

యునైటెడ్ స్టేట్స్ వాని జాన్ వైజ్ అనునతడు పెద్ద గుమ్మటము నొకదానిని నిర్మించుకొని దానిపై అట్లాంటిక్ మహాసముద్రమును దాటు ప్రయత్నము తొనర్చెను. అందులకై అతడు 1873 సెప్టెంబరునెలలో గుమ్మటపు బుట్టయందు రమారమి 325 ఘ. అ. వరకు గాలినికూడ నింపెను. కాని, అంతలో దానియందు ఒక చిరుగు పడుటచే ఆప్రయత్నము అంతటితోనే ఆగిపోయెను. ఆతరువాత గుమ్మటముపై అట్లాంటిక్ సముద్రమును దాటుటకై ఎవరును ప్రయత్నముచేసినట్లు కనిపించదు. గుమ్మటముపై ఎక్కువ దూరప్రయాణమును 1914 లో హేన్స్ బెర్లిన్ అను జర్మనీదేశీయుడు చేసెను. ఆయన ప్రయాణముచేసిన దూరము 1898.8 మైళ్ళు. స్టెవిన్స్, ఆండర్సన్ అను వారిరువురును కలిసి ఎక్స్ ప్లోషర్ (ii) అను గుమ్మటములో 1935 లో 72,395 అడుగుల ఎత్తుకు ఎగిరిరి. గాలిలో వారు 3 గంటల 13 నిమిషములు ఉండిరి. దానికి మించినఎత్తునం దెప్పుడు మనిషి కూర్చున్న గుమ్మటము ఎగురలేదు.

గుమ్మటములను మొట్టమొదట నిర్మించినపుడు గాలిలో వినోదార్థమై ఎగురుటకుమాత్రమే అవి ఉద్దేశింపబడినను వాటి నిర్మాణవిధానములలో క్రమముగ మార్పులువచ్చిన తరువాత, వైజ్ఞానికావేక్షణలయందును, యుద్ధమందును కూడ వాటిని ఎక్కువగ ఉపయోగించుచుండెడివారు. వాతావరణమందు ఉన్నత స్తరములందలి స్థితిగతులను తెలిసి కొనుటకును, స్ట్రాటావరణముల పరిశోధనల

యందును, విశ్వకిరణములనుగూర్చిన పరిశోధనయందును వానిని ఎక్కువగ ఉపయోగించుచున్నారు. గుమ్మటములో ఎగురుటను వైజ్ఞానికావేక్షణలకై ఉపయోగించిన ప్రథమ గౌరవము చార్లెస్ విజ్ఞానికే దక్కును, కాని, కేవలము వైజ్ఞానికావేక్షణలనే లక్ష్యముగ నొనర్చుకొని గుమ్మటముపై ఉడ్డయనము గావించినవారిలో మొట్టమొదటివాడు జెఫ్రీస్ (1784). ఆ తరువాత వాతావరణస్థితి గతులను కనుగొనుటకై పలువురు సత్యాన్వేషకులు గుమ్మటములలో పైకెగిరిరి. ఈ ఉడ్డయనములలో వారు ముఖ్యముగ తెలిసికొనగోరినది, ఎత్తునకుపోయినకొలది వాతావరణతాప క్రమము నందును, నీటిఆవిరి పరిమాణమునందును, దాని రచనయందును కలుగుమార్పులు. దాని వాసయోగ్యతనుకూడ నిర్ణయించుట వారిలవేక్షణలలో నొక ముఖ్యాంశము. గాలిచొరని 'గోండ్లోలా' ను నిర్మించుకొని ఎక్కువ ఎత్తునకు అనగా, అత్యల్పప్రేషము నందున్న ప్రదేశములకు ఎగిరినపుడు మానవుడు జీవించుట కవసరమైనగాలిని అందులో సమకూర్చుకొని దానిలో ఎక్కి మొట్టమొదటిసారిగ సమతాప మండలములోనికి గుమ్మటముపై ఉడ్డయనము గావించిన వాడు ఆగస్ట్ పిక్కర్డ్. ఆయన ఈ ఆవేక్షణలందు సమతాపమండల గాలిస్థితిగతులను గూర్చియేగాక అక్కడ విశ్వవికరణము గూర్చికూడ అవేక్షణలు సాగించెను.

స్ట్రాటావరణము కంటె ఎక్కువ ఎత్తుకు గుమ్మటము నందాసీనుడై మానవుడు ఉడ్డయనము నొనరించుట చాల ప్రమాదకరము. పైగా, ఆ అధికోన్నతులలో మానవుడు జీవించియుండుట కవసరమైన సామగ్రికంతకును దానిలో స్థానమేర్పరచవలసి వచ్చుటచే ఈ సామగ్రియొక్క బరువు వలన గుమ్మటము ఎగురు ఎత్తుకూడ తగ్గిపోవును. అందుచేత, స్ట్రాటావరణ అవేక్షణలకై మానవులులేని గుమ్మటముల నుపయోగించుట కూడ 1930 నుండి ఆచరణలోనికి వచ్చినది. ఇట్టివానికి 'అన్వేషణవాతప్లవము' అని పేరు. ఈ గుమ్మటములందున్న పరికరములు తమంతట తామే వాతావరణమున వేర్వేరు స్తరములందున్న స్థితి గతులను గ్రహించుచు గుమ్మటములందున్న రేడియో పరికరము ధ్వారా ఎప్పటికప్పుడు భూతలమందున్న అవేక్షణకేంద్రమునకు పంపించును. నిర్దిష్టమైన కొంత ఎత్తునకు ఎగిరిన పిమ్మట ఈ గుమ్మటము పగిలిపోయి అందలి పరికరములు మాత్రమే దిగువకు పడిపోవుచు గాని, గుమ్మటము పగిలిపోయిన పిమ్మట దానియందున్న 'గుమ్మటపు గొడుగు' విప్పకొనుటచే సాధారణముగ అందలి పరికరములు భూమిని భద్రముగనే చేరును.



## గురుత్వాకర్షణము

18 వ శతాబ్దమునుండియే యుద్ధములో గుమ్మటములను వాడుటకై ప్రయత్నములు జరిగినవి. అయితే 19 వ శతాబ్దమందుగాని, వానిని విజయవంతముగ నుపయోగించుట సాధ్యముకాలేదు. ఫ్రాంకోప్రప్ర్యన్ యుద్ధమందు గుమ్మటముల నుపయోగించుట విజయవంతముగ సాగలేదు. కాని, గాలిలో ఎగురుచున్న గుమ్మటములను పడగొట్టు సాధనము కనుగొనవలసిన ఆవశ్యకతను మాత్రము వివిధ దేశీయుల దృక్పథము నాకర్షించినది. ప్రథమప్రపంచ మహాసంగ్రామ (1914-18) సమయమున శత్రుసైన్యములను అవేషించుటకై గుమ్మటములను విరివిగ ఉపయోగించిరి. ఇందులకై గాలిలో కొంతసేపు స్థిరముగ నిలబడు ఆకారముగల గుమ్మటములను నిర్మించుకొనిరి.

ద్వితీయ ప్రపంచ సంగ్రామ (1939 - 45) కాలములో శత్రువిమానదాడులనుండి రక్షించుకొనుటకై లండన్ నగరమందును ఓడలమీదను కూడ గుమ్మటముల నుపయోగించిరి; ఇవి బిగించబడిన గుమ్మటములు. ఇవి 10,000 అడుగుల ఎత్తున ఎగురుచుండును. ఇవి సాధారణముగ మూడేసి కలసి ఒక కూటమిగా నుండును. వాటిలో ఒకటి మధ్యను, మిగిలిన రెండును చెరియొకప్రక్కను ఎగురుచుండును. ఈ మూడింటిని బంధించుచు త్రాడొకటి ఉండును. ఈ త్రాడు నుండి ఉక్కుఊచలు వ్రేలాడుచుండుటచే బాంబు ప్రయోగించుటకై వచ్చిన శత్రువిమానములు ఈ అడ్డును తప్పించుకొనుటకు 10,000' ల ఎత్తుకు పై నుండియైనను పోవలెను; లేదా భూమికి చాల చేరువగ నుండియైనను రావలెను. 10,000' ల ఎత్తుకుపై న ఎగురుచున్నప్పుడు లక్ష్యమునకు సూటిగ తగులునట్లు బాంబు గురిచేయుట కష్టము. ఇక భూమికి చేరువనుండివచ్చినచో విమాన విధ్వంసి తుపాకులకు గురియగుట తథ్యము. ఇట్టి గుమ్మటములకు బరాజ్ గుమ్మటము అనిపేరు. ఇట్లు ద్వితీయ ప్రపంచ సంగ్రామములో గుమ్మటములు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఆ. వెం. సూ. రా.

**గురుత్వాకర్షణము :** ఈ జగత్తులోనుండు ప్రతివస్తువు ఇంకొకవస్తువును ఆకర్షించుచు దానిచేత ఆకర్షించబడుచునే ఉండును. వస్తువుల మధ్యనుండు ఈ ఆకర్షణ బలమునకు 'గురుత్వాకర్షణ (గ్రావిటేషన్)' అని పేరు. గురుత్వ మనగా బరువు. ఆకర్షణ బలము వస్తువుల బరువును బట్టి ఉండును. కాబట్టి, దీనికి 'గురుత్వాకర్షణ' మని పేరు వచ్చినది. ఈ బలము పరస్పరము ఆకర్షించుకొను వస్తుభారముల గుణన ఫలమునకు అనులోమముగను, వస్తువుల మధ్యదూర వర్గమునకు ప్రతిలోమముగను మారుచుండును. రెండు వస్తువుల భారములు  $M_1$ ,  $M_2$ ను, వాటి మధ్య దూరము  $d$

అయినప్పుడు వాటి మధ్య ప్రవర్తించు గురుత్వాకర్షణ బలము :

$$F = G \times \frac{M_1 \times M_2}{d^2}.$$

ఈ సమీకరణములో  $G$  స్థిరాంకము. దీనికి 'గురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకము' అని పేరు. భారములను గ్రాములలోను, దూరమును సెం. మీ.లోను తెలిపినపుడు  $G$  మూల్యము  $1/1,50,00,000$  లేదా  $6.6 \times 10^{-8}$  అగును. గురుత్వాకర్షణము పరస్పరాకర్షణమును చూపుచున్న వస్తువుల భారముల ననుసరించి ఉన్నను, వస్తువుల భౌతిక, రాసాయనిక స్థితితోగాని, వాటి మధ్యనుండు అంతరాళ స్వభావముతోగాని సంబంధించి ఉండదు.

కెప్లర్ (1571 - 1630) అను జర్మను గణితవేత్త, ఖగోళ విజ్ఞాని ఖగోళములను గురించిన తన ప్రత్యవేక్షణములను ఆధారము చేసికొని సూర్యునిచుట్టు గ్రహముల గతుల శాసించు క్రింది నియమములను కల్పించెను :

1. గ్రహము సూర్యునిచుట్టు తిరుగుమార్గము దీర్ఘవృత్తాకారముగ ఉండును. ఈ దీర్ఘవృత్తముయొక్క ఒక కేంద్రము వద్ద సూర్యుడు ఉండును.
2. సూర్యుని నుండి గ్రహము వరకు వ్యాపించు దీర్ఘవృత్తపు సదిశత్రిజ్య (రేడియస్ వెక్టార్) సమకాల వ్యవధులలో సమక్షేత్రముల దాటుచుండుటకు వీలగునట్లు గ్రహభ్రమణ వేగము కక్ష్యయందు వివిధ భాగముల మారుచుండును;
3. గ్రహముల కక్ష్యభ్రమణ కాలవర్గములు సూర్యునినుండి వాటి మధ్యమదూర ఘనముల నిష్పత్తిలో ఉండును;

ఈ పై నికనపరచిన కెప్లర్ నియమములనుండి న్యూటన్ (1642-1727) క్రింది విషయముల ప్రకటించెను :

1. మొదటి నియమమునుండి సూర్యుడు గ్రహమును ఆకర్షించు బలవరిమాణమును లెక్కింపగలిగెను. ఈ బలము సూర్యుని నుండి గ్రహము యొక్క దూరవర్గము ననుసరించి ఉండును;
2. రెండవ నియమము నుండి కేంద్రీకృతమగు బలముచే గ్రహము సూర్యునివైపు ఎల్లప్పుడును లాగబడునని కనుగొనగలిగెను;
3. మూడవ నియమము నుండి వివిధ గ్రహములపై సూర్యుడు నెరపు బలముల మధ్యనున్న సంబంధమును వ్యక్తపరచెను.

గ్రహగతులను శాసించు నియమములను వెల్లడించిన వాడు కెప్లర్ అయినను, వాటి అంతరార్థమగు గురుత్వాకర్షణ నియమమును బోధపరచుకొని, సహేతుకముగ సూత్రీకరించగలిగినవాడు న్యూటన్. తనపై నున్న వస్తువులపై భూమి ఎట్టి ఆకర్షణబలమును ప్రయోగించునో ఆమాదిరి ఆకర్షణబలమునే దూరముగానున్న చంద్రునిపై కూడ ప్రయోగించుచున్నది. కాని, భూమిపై నున్న వస్తు



పుల కన్న చంద్రుడు చాల దూరమున ఉండుటచే దూర వర్గమునకు ప్రతిలోమముగా చంద్రునిపై భూమి గురుత్వాకర్షణబలము తగ్గియుండును. భారమంతయు గోళ కేంద్రముననే ఇమిడియున్నట్లు తనపై నున్న వస్తువులపై భూమి గురుత్వాకర్షణబలము నెరపుచున్నది.

గురుత్వాకర్షణబల ఫలము (సముద్రపు పాటు పోట్లు): గెలీలియో, కెప్లర్ ఇద్దరును సముద్రపుపాటుపోట్లు సూర్య చంద్రుల వలన కలుగుచున్నవని సూచించినారు. ఈ సిద్ధాంతమును న్యూటన్, లాప్లాస్, దృఢీకరించినారు. ఇందులో చంద్రునిభాగ మెక్కువ. పాటుపోట్లలాభ మేమన సముద్రపునీరు ఒకచోట నిలవయుండకుండునట్లు సంతతము తరచబడుచున్నది. సూర్యునకు కూడ ఈ పని యందు కొంత పాలున్నది. కాని, సూర్యునిపరిమాణము చంద్రునికన్న అనేకవేలరెట్లు అధికమయినను, భూమికి చాల దూరమున ఉండుటచే భూమిపై ఆతని గురుత్వాకర్షణ ప్రభావ మంత గణనీయమైనది కాదు. నిజమునకు చంద్రునికి సముద్రపు నీటిపై ఉన్న ఆకర్షణబలము సూర్యునికున్న దానికన్న సుమారు మూడురెట్లు అధికముగా ఉన్నది.

సూర్యచంద్రు లిరువురును రెండు పెద్ద అయస్కాంతములట్లు భూమిని లాగుచున్నారు. ఈ లాగుటలో కఠినముగా, నిబిడముగా నున్న భూభాగము ఏమాత్రము చలించుటకు అవకాశము లేదు. కదలవలె నన్న భూమి అంతయు కదలవలెను. తరళ స్వభావము కలదగుటచే పై నున్న నీరు ఆశ్రయ నిరపేక్షముగా చలించగలదు. దీనినే ఇంకొక విధమున చెప్పవలెననిన, నీటిఆకారము సులభముగా మారు స్వభావము కలది; భూమిది అట్లు కాదు. దీని ఫలమేమన చంద్రుని ఆకర్షణకు గురియైన జలము భూమిపై కుప్పవోసినట్లు ప్రోగుకాగలదు. పోటు కాలమున భూభాగమట్లు లేవదు. ఈ విషయము అతి సూక్ష్మ భూస్పందములను కూడ ప్రదర్శించగల భూకంప లేఖని యను యంత్రమువలన రుజువైనది.

సూర్యుడు, చంద్రుడు, భూమి సమరేఖపై నుండి సూర్య చంద్రు లిరువురును భూమిని ఆకర్షించుచున్నప్పుడు సముద్రమందు చాల పెద్దపోటు సంభవించును. దీనికి 'గురువేల' అని పేరు. ఇట్టి పోట్లు సంవత్సరము పొడుగున నెలకు రెండుసార్లు అమావాస్యకు, పౌర్ణమికి కలుగుచుండును. సూర్యుడు, చంద్రుడు విషమదిశలలో భూమిని లాగుచున్నప్పుడు సంభవించుపోటుకు 'లఘువేల' అని పేరు. ఇవి శుద్ధ సప్తమి, బహుళ సప్తమిలప్పుడు కానవచ్చును.

గురుత్వాకర్షణనియమ వివరణము : స్థిరాంకమగు 'G' నిర్ధారణతో పూర్ణమగును. భూమిద్రవ్యరాశి 'M' అనియు, R దానియొక్క వ్యాసార్థమనియు, దా నిపై నున్న ఏదేని వస్తువు ద్రవ్యరాశి m అనియు అనుకొనిన గురుత్వాకర్షణ బలము F, క్రింది సమీకరణముచే లెక్కించవచ్చును :

$$F = G \times \frac{Mm}{R^2}$$

భూమి యొక్క ద్రవ్యభారమంతయు సంపూర్ణ వర్తులమగు గోళపుకేంద్రమున పుంజీభూతమై యున్నదనుకొంటిమి. నిరాటంకముగ ఆకాశమునుండి భూమిమీద పడుచున్న వస్తువునందు కన్పట్టు గతివేగము (త్వరణము) g.

$$g = G \times \frac{Mm}{mR^2} = \frac{GM}{R^2} \text{ అను సమీకరణముచే లభ్యము.}$$

భూమి వ్యాసార్థము, గురుత్వాకర్షణబలము వస్తువుల యందు పుట్టించు గతివేగము మనకిదివరకే తెలియును. కనుక G, M లలో నేదియైన ప్రయోగముచే నిర్ధారితమైన రెండవది సమీకరణ సహాయమున విదితమగును.

భూమి సగటుసాంద్రత D అగుచో, దాని ద్రవ్యరాశి  $M = \frac{4}{3}\pi R^3 \times D$  అగును. కాగా, భూమి సగటుసాంద్రతనులెక్కించుట, Gని లెక్కించుటయను రెండును ప్రాయోగికముగా నొకటియే. అనగా, భూపరిమాణము, భూతలముపై భూమ్యాకర్షణఫలితమగు త్వరణము ఈ రెండింటి జ్ఞానము మనకున్నచో D తెలిసిన G ని, G తెలిసిన D ని తెలిసికొనవచ్చును.

ఈ ప్రయోగములు రెండు తరగతులుగా ఉన్నవి. అందు మొదటి తరగతికి చెందిన ప్రయోగములలో ఒక నియత భూభాగమునుగాని, ఒక పర్యవసాదమునుగాని ఎంచుకొని ఖనిజశాస్త్ర పద్ధతినిగాని, భూమితి (సర్వే) పద్ధతినిగాని ఆవస్తువు ద్రవ్యరాశిని, దాని రూపమును యథార్థముగా నిర్ణయించుదురు. ప్రక్కకు తేబడిన సీసగోళముపై గాని, పైనుంచిన లోలకముపైగాని ఆవస్తువు నెరపు ఆకర్షణబలమును, భూమిఅంతయు సీసగోళముపై గాని, లోలకముపై గాని నెరపు ఆకర్షణబలముతో సరిపొల్పి చూతురు :

$$F_1 : F_2 :: M_1 : M_2$$

అను నిష్పత్తినుండి  $M_1$  తెలిసిన  $M_2$ ను సులభముగా లెక్కింపవచ్చును.

రెండవ తరగతి ప్రయోగములలో - అనగా, శోధనా గారములలో తరచుగా వాడుకలోనున్న ప్రయోగములలో స్వల్పద్రవ్యరాశి గల వస్తువు చిన్నలోలకముపై ప్రదర్శించు ఆకర్షణబలమును నిర్ణయించుదురు. ఆకృష్ట,



గెడోలిన్

ఆకర్షక వస్తువుల ద్రవ్యరాశులు, ఆ వస్తువులమధ్యనుండు దూరమును విధితములు. కనుక  $G$  మూల్యమును :

$$F = \frac{M \times m}{r^2} \times G \quad \text{అను సమీకరణమునుండి సులభముగా సంపాదించవచ్చును.}$$

**సాపేక్షత - గురుత్వాకర్షణము :** వస్తువుల పరస్పరాకర్షణవ్యాపారమే గురుత్వాకర్షణయని న్యూటన్ వివరించెను. ఆకర్షించబడు వస్తువునందు కన్పట్టు గతిత్వరణము తప్ప రెండు వస్తువులమధ్య గురుత్వాకర్షణ ఉన్నదనుటకు వేరు నిదర్శనములు ఎవ్వయును లేవు. ఆకృష్టవస్తుత్వరణము దానికి కారణమగు ఆకర్షణబలము ఆకృష్టద్రవ్యరాశిచే భాగించిన లభించును. కనుక ఆకర్షణబలమునకును, ఆకర్షిత వస్తువునకును సంబంధమున్నటుల కనబడదు. ఈ చిక్కు లేకుండ చేయుటకై ఐస్‌స్టయిన్ గురుత్వాకర్షణకు కారణము అన్యోన్యము దూరముగానున్న వస్తువులమధ్యనున్న ఆకర్షణ వ్యాపారము కాదనియు, వస్తువులచుట్టునున్న అంతరాళము వస్తుద్రవ్యరాశి యొక్క ప్రభావమున ఒక విధమగు మార్పునకు లోనగుననియు, ఆ వికృతి ఫలితముగా అంతరాళమందు ఒక వంకర ఏర్పడుననియు నిరూపించెను. అయస్కాంతముచుట్టు అంతరాళమున అయస్కాంతక్షేత్ర మున్నటులను, విద్యుదావిష్ట వస్తువు చుట్టు విద్యుత్ క్షేత్రమున్నటులను, సామాన్యవస్తువుచుట్టు గురుత్వాకర్షణక్షేత్ర మొకటి ఉండునని ఐస్‌స్టయిన్ సాపేక్షతావాదము (చూ. సాపేక్షతావాదము). సాపేక్షతావాద కృతమగు దృక్పథమందలి మార్పుచే గురుత్వాకర్షణక్షేత్రము తనయందు ప్రవేశించిన వస్తువునందు వస్తుస్వభావ నిరపేక్షముగా త్వరణమును పుట్టించునను విషయము బయలుపడినది. భూతలముపై సంకుచిత దేశమున మనకనుభూతమగు గురుత్వాకర్షణక్షేత్రము దానియందు నిరాటంకముగా కదలుచున్న ప్రతివస్తువుపై సెకను సెకనుకు ఇంచుమించు 32 అడుగుల పరిమాణముగల త్వరణమును కలుగజేయు చున్నది. అట్లే సూర్యుని చుట్టునున్న గురుత్వాకర్షణక్షేత్ర మూలమున సూర్యుని దగ్గరనుండి నియతదూరములో నున్న ఒక గ్రహము సూర్యునివైపు పొందు త్వరణము సూర్యునిచే ఉత్పాదితమైనది. కాని గ్రహప్రభావముచే కలిగినదికాదు. త్వరణభావసహాయముచే గురుత్వాకర్షణమును వివరించి ఐస్‌స్టయిన్ తన సాపేక్షతావాదమును విస్తరించెను. కె. వెం.

**గెడోలిన్ :** అపురూపమృత్తులకు చెందిన ధాతు మూల ద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 64, సంకేతము Gd; పరమాణుభారము 157.26. 1880లో జె. సి. మారిగ్ నాక్

మొదట దీని ఉనికిని కనుగొని గెడోలిన్ అనుపేరు పెట్టెను. అయస్కాంత శీతలీకరణ సూత్రముపై అత్యల్ప ( $1^\circ\text{K}$ ) తాపక్రమమును పొందుటకు గెడోలిన్ లవణములు విరివిగా నేటి పరిశోధనాగారాదులలో ఉపయోగింపబడు చున్నవి \* \* \*

**గెలీనా :** ఇది సీసముయొక్క ముడిఖనిజము. దీని అణుసాంకేతిక స్వరూపము PbS; కారిన్యత్య 2-5 (మోహ్ మానము), విశిష్టగురుత్వము 7.5 సిద్ధాంతరీత్యా. గెలీనాలో 88.6% సీసము, 13.4% గంధకము ఉన్నట్లు అంగీకరించినప్పటికిని రజితమాలిన్యములు కూడ ఉండును. \* \* \*

**గెలీలియో (1564 - 1642):** ఇటలీదేశపు భౌతిక శాస్త్రవేత్త. బాల్యమునుండియు ఇతనికి రేఖాగణితము, యంత్రశాస్త్రములయందు అభిమానము మిక్కుటముగా ఉండెను. చర్చిలో ఊగులాడు దీవపుగోళమును పరిశీలించి, నాడి చూచుకొనుచు, ఆ గోళము ఎక్కువదూరము ఊగినను, తక్కువదూరము ఊగినను ఒకటే కాలము పట్టునను విషయమును గ్రహించి, ఇతడు గడియారములలోని లోలకము (పెండ్యులము) సాధనములకు మూల సూత్రమును నిర్వచించెను. ఆరిస్టాటిల్ అను పూర్వాచార్యునివాక్యములు అసత్యములని నిరూపించుటకు ఈతడు పీసానగర గోపురమునుండి ఒకటి పెద్దదియు, మరియొకటి చిన్నదియునగు రెండు గుండ్లను నేలపైకి ఒకే కాలమున జారవిడిచెను. రెండును నేలను ఒకేక్షణమున తాకినవి. ప్రకృతినే ప్రశ్నించి ప్రయోగముల మూలమున సత్యమును నిర్ధరింపవలయునుగాని 'ఎంతటి వారైనను ఒకరివాక్యమును నమ్ముకోకూడ'దని గెలీలియో సిద్ధాంతము. మొదటిసారిగా దూరదర్శని (టెలిస్కోపు)ను నిర్మించి తెల్లతెల్లగా ఆకాశమున కనుపించు 'పాలవెల్లి' లో లక్షలకొలది నక్షత్రములు దగ్గరగా ఇమిడియున్నవని గ్రహించి అతడు విశదము చేసెను.

చంద్రగోళములో పర్యతములున్న వనియు, గురుగ్రహమునకు నాలుగు ఉపగ్రహములు కలవనియు, శనిచుట్టు వింతయగు బండిచక్రము వంటిది కలదనియు, శుక్రగ్రహమునకుకూడ చంద్రునివలెనే కళలుగలవనియు, సూర్య బింబముపై నల్లనిమచ్చ లున్నవనియు, పాశ్చాత్యులకు ఈ మహామహుడే మొట్టమొదట వెరిగించెను. అంతలో క్రీ.శ. 1618 లో మూడు తోకచుక్క లగుపడినవి. వానిని గూర్చి గెలీలియో ఒక గ్రంథము వ్రాసి ప్రకటించెను. గెలీలియో ప్రకటించిన ఖగోళనియమములు చర్చిచే ప్రమాణముగా స్వీకరించబడిన, ఆరిస్టాటిల్ అభిప్రాయములకు విరుద్ధముగా నుండుటచే ఈతడు మతాధికారుల



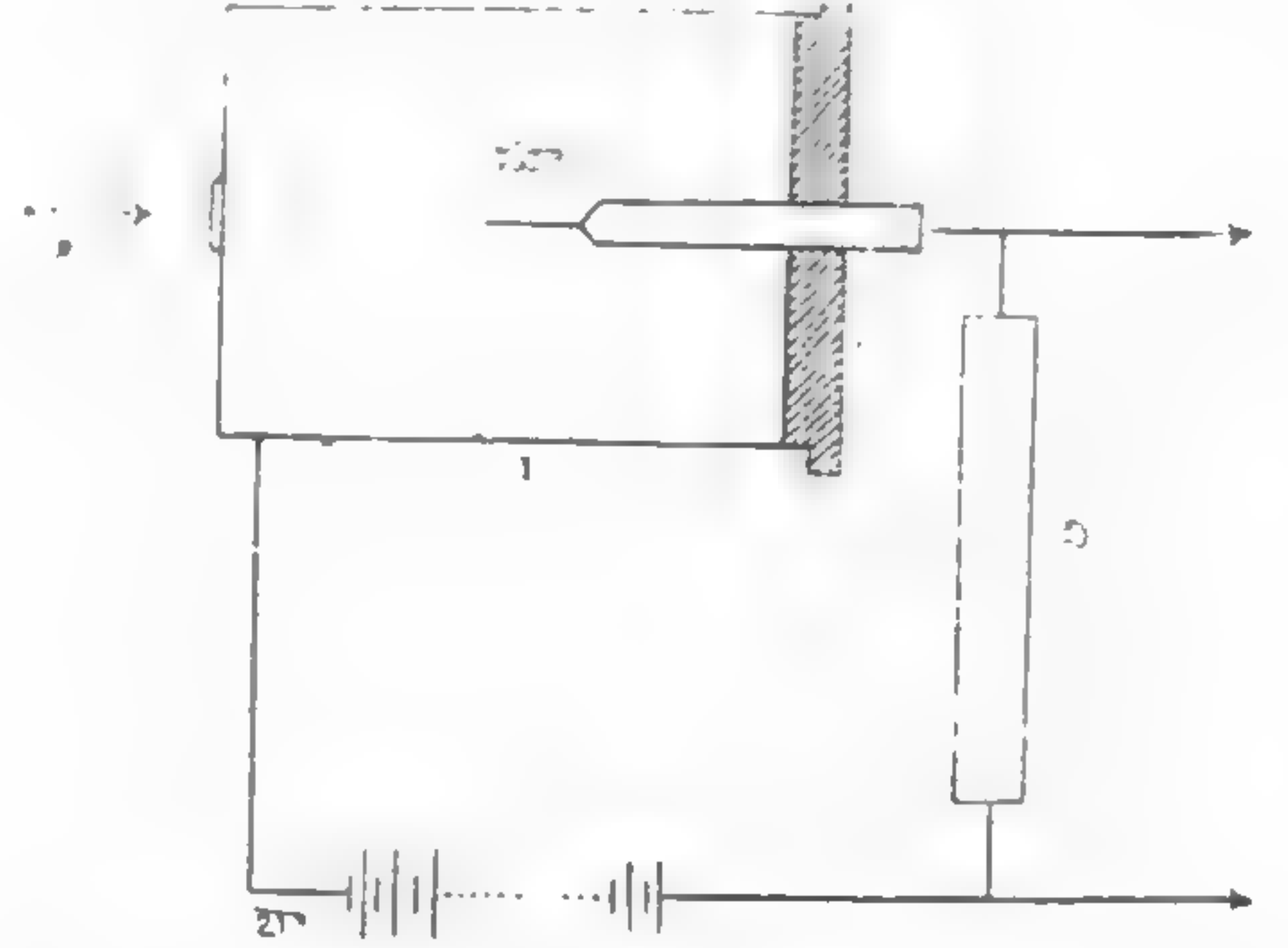
శేతులలో చిక్కెను; కాని, నాటి మతాధికారియగు సోప్ ఈయన చిన్ననాటి నెచ్చెలియగుటచే చావుతప్పి తన యింటలోనే పదియేండ్ల వరకు బంధితుడాయెను. ఈ కాలముననే ఈయన వస్తువుల స్వేచ్ఛావతనమును గురించి కావించిన పరిశోధనలు, ఆర్కిమీడిజ్, మొట్టమొదట నెల కొల్పిన యాంత్రికశాస్త్రమునకు న్యూటన్ యాంత్రిక శాస్త్రమునకు ప్రస్తావముగా నాచరించినవి. గృహచ్చిద్రములు, మతాధికారులు పెట్టిన బాధలు, అనారోగ్యము ఈయన జీవితాంతమును దుఃఖసంభిన్నముగా నొనర్చుటకు కారణములైనవి (చూ. భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష పు. 18). జి. రా. రా.

గెలీలియో దూరదర్శని : చూ. దూరదర్శని.

గేరికె, ఆటోఫాన్ (1602 - 1686): జీనా యూని వర్సిటీలో న్యాయశాస్త్రమును, లండన్లో గణితమును అభ్యసించి, తననివాస నగరమగు మ్యాగ్డిబర్గ్ పట్టణమున మాస్టరుగా పనిచేసెను. ఈయన 1654 లో వాయురేచకపంపును నిర్మించి ప్రఖ్యాతి చెందిన మ్యాగ్డిబర్గ్ అర్థగోళప్రయోగమును కావించెను. ఈ ప్రయోగమందు అర్థగోళములను కలిపి వాటి మధ్యనున్న గాలిని తాను నిర్మించిన పంపుచేత తీసివేసిన తరువాత, ఇటునటు కలిసి ముప్పది గుర్రములు ఆ గోళమును విడదీయలేకపోయినవి. ఈ పంపు నిర్మాణము వాయుస్వభావ పరిశీలనకు బోయిల్ విజ్ఞానిని పురికొల్పి భౌతికవిజ్ఞానమందు వాయుస్థితివాస్తవికతను ప్రతిపాదించుటకు దోహదమొనర్చినది. మొట్టమొదటి స్థిరవిద్యుజ్జనక యంత్రము ఈయన నిర్మాణమే; గిరగిర తిరుగు గంధకగోళమది. తిరుగుచున్నపుడు దానిపై అరచేతిని పెట్టినచో ఘర్షణ విద్యుత్తు జనించును. కొ. సు. రా.

గైగర్ గణిత్రము : ఏదేని రేడియోధార్మికద్రవ్యము నుండి నియత కాలమందు విడివడు ఆల్ఫాకణములను ప్రత్యేకముగా లెక్కించుటకు నిర్మితమైన సాధనము గైగర్ గణిత్రము. ఇందు ధాతుకడ్డికొసనున్న సూచ్యగ్రము (సూ) నకు ఎదురుగ (కి) అను కిటికీగుండా కిరణములు పెట్టె (1)ని ప్రవేశించును. ఈ కిటికీ సన్నటిధాతు పొరతో మూయబడిన రంధ్రము. (బా)అను బ్యాటరీ సహాయమున సూచి ఋణావిష్టముగను, పెట్టె ధనావిష్టముగను ఒనర్పబడును. పెట్టె ఎల్లప్పుడును భూమిని తాకియుండుటచే దాని ధనశక్తి ఎప్పుడును శూన్యముగానే ఉండును. కిటికీ గుండా పెట్టెను ప్రవేశించు ఆల్ఫాకణములను విరుద్ధ వేగముగల సూచ్యగ్రహము ఆకర్షించుటవలన వలన, సూచిపై ఆల్ఫాకణము వ్రాలినప్పుడెల్ల తాత్కాలికముగా

విద్యుత్ ప్రవాహము పరికరము గుండా ప్రవహించును. పటములో కుడివైపునున్న రెండు బాణములచే నిరూ



గైగర్ గణిత్రము

సూ : ధాతుకడ్డి చివరనున్న సూచ్యగ్రము : కి : కిటికీ;  
1 : పెట్టె; బా : బ్యాటరీ.

పింపించబడు కొసలను అధికీకరణ సాధనముద్వారా ఒక తాడ్ స్ప్రింగుకు కలిపినచో, ఆల్ఫాకణము సూచిని తాకి నపుడెల్ల తాడ్ స్ప్రింగులో 'టక్' అనిశబ్దము వినిపించును. ఇట్లు ఈ గణిత్రము వలన ఆసూచిని చేరిన ఆల్ఫాకణములను లెక్కించవచ్చును. మే. వ. న.

గోళమాపకము : దీనికి ఇంగ్లీషులో 'స్ఫెరోమీటరు' అని వ్యవహారము. ఇది స్క్రూగేజ్ వలె సన్ననిరేకులమందమునే గాక, గోళముల వ్యాసములను కొలుచుటకుకూడ ఉపయోగించును. దీని నిర్మాణము స్క్రూగేజ్ వంటిదే. ఇదిరెండు భాగములు : 1. త్రిపాది, 2. మరచీల. ఉక్కుతో చేయబడిన త్రిపాదియొక్క మూడుకాళ్ల అడుగు భాగములు సూదిగనుండి సమశాఖు త్రిభుజకోణ సన్నివేశమును కలిగియుండును. వానికి సమదూరములో త్రిపాది మధ్యను దిమ్మ ఒకటి గలదు. ఒకకాలుప్రక్కన నిలువుగా నొక మిల్లీమీటర్ల స్కేలుబద్ధ అతికియుండును. త్రిపాది మధ్యనున్న దిమ్మలో సన్నని మరనూళ్లుగల ఒకమరచీల క్రిందకు, మీదకు సున్నితముగ తిరుగుచుండును. దాని పై భాగమందు 100 భాగములుగ విభజింపబడిన అంచుగల గుండ్రని రేకుబిళ్ల ఒక ఉత్తడి పిడితో సమతలముగ బిగించబడి ఉండును. పిడిని త్రిప్పుటచే మరచీల రేకుబిళ్లతో పాటు తిరుగును.

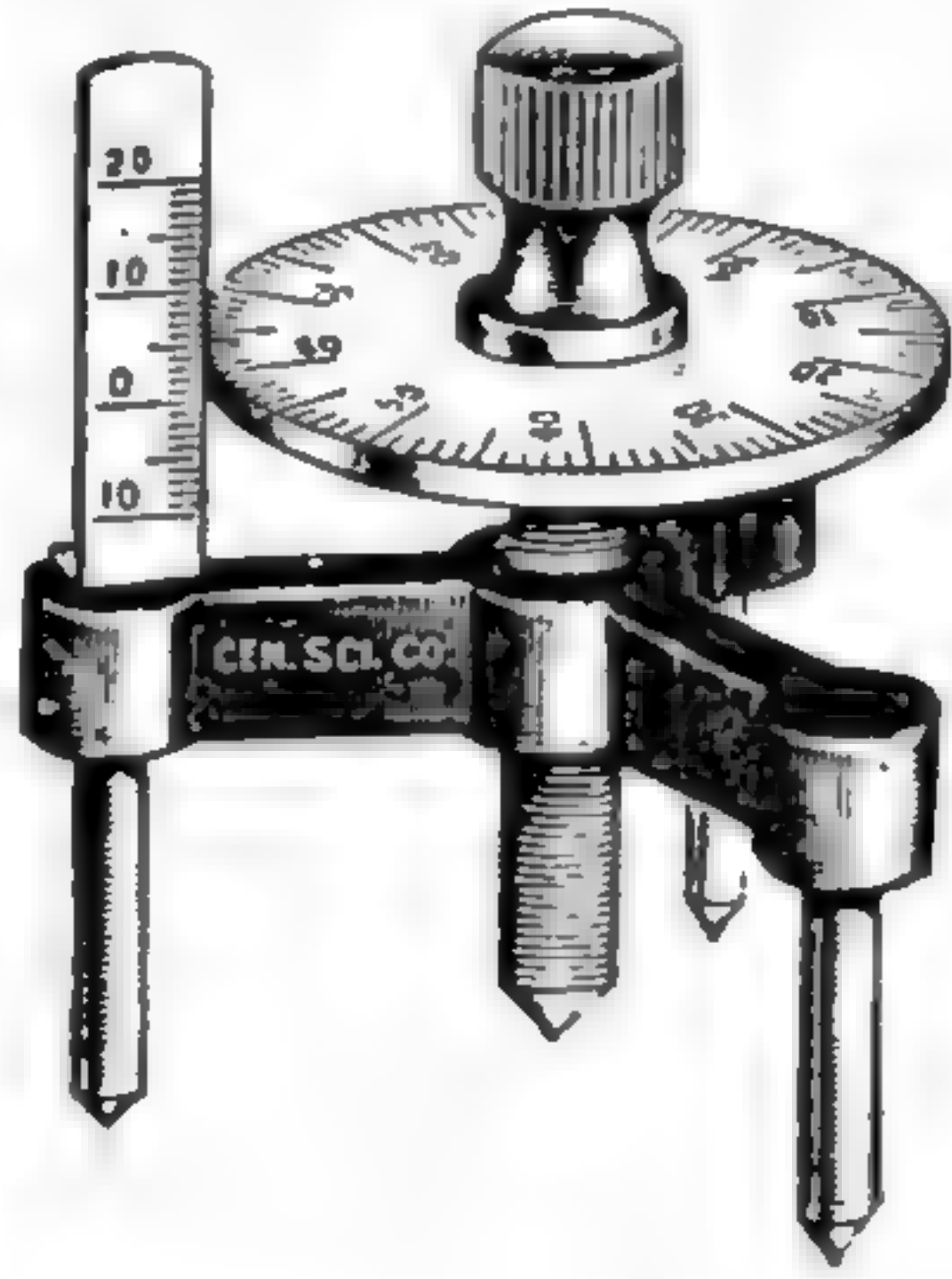
రేకుబిళ్ల మీద గుండ్రనిస్కేలు నిలువుస్కేలునకు చేరువగానుండును. త్రిపాదిని ఒకసమతలముగల గాజుపలక మీద పెట్టి పిడిని త్రిప్పి గాజుపలకను తాకునట్లు మరచీల త్రిప్పి అటుతరువాత ఏమాత్రము ఎక్కువ త్రిప్పినను, త్రిపాదియే తిరుగనారంభించును. ఇదియే గాజుపలకను



గౌస్

తాకినట్లు గుర్తు. ఆవిధముగ మరచీలకొన మూడుపాదములతో సమతలముగ ఉండినపుడు, గుండ్రనిస్కేలు యొక్క అంచు నిలువుస్కేలు సున్నగీతతో ఏకీభవించుటయేగాక, దాని చిన్నగుర్తు నిలువుస్కేలుఅంచుతోకూడ ఏకీభవించును.

ఈపనిముట్టును ఉపయోగించుటకుముందు, నిలువుస్కేలు భాగములు మిల్లీమీటరులో, అర్థమిల్లీమీటరులో పరీక్షించి మరభ్రమణాంతరము తెలిసికొనవలెను. తర్వాత ఒక్కగుండ్రని స్కేలు భాగము తిరుగుటచే మరచీల ఎంత పైకి లేచినది లెక్కించి కనుగొనవలెను.



గోళమాపకము

మొదట మరచీల కొన త్రిపాదిపాదములతో సమమట్టముగ ఉన్నపుడు గోళమాపకము నిలువుస్కేలు, గుండ్రని స్కేలు సరిగా నున్నది చూచుకొని, మరచీలను పైకిత్రిప్పి క్రింద నేదైన వస్తువునుంచి దానిని తాకునట్లు మరచీలను నెమ్మదిగా దించి స్కేలుమీది రీడింగులను గుర్తించి, వస్తువు యొక్క మందమును తెలిసికొనవచ్చును. ఇట్లే గోళము యొక్క వ్యాసము కనుగొనుటకు, త్రిపాదిని గోళముమీద పెట్టి త్రిపాది ఆనియున్న గోళభాగముయొక్క ఎత్తు తెలిసికొనవలెను. త్రిపాదిపీఠముయొక్క భుజము అనగా, కాళ్ల మధ్యదూరమును, ప్రత్యేకముగా ఒక స్కేలుతో కొలిచి క్రింది సూత్రమున గోళము యొక్క వ్యాసము కనుగొనవచ్చును :

$$\text{గోళ వ్యాసము} = \frac{((\text{త్రిపాది పీఠము భుజము})^2)}{3 \times \text{గోళ భాగము ఎత్తు}} + \text{గోళ భాగము ఎత్తు}$$

ని. ప. స్వా.

గౌస్ : ప్రేరిత అయస్కాంత బలక్షేత్రముయొక్క యూనిట్. దైర్ఘ్యవాహకముగుండా సెంటీమీటరుకు ఒక వోల్టు పంపి ప్రేరణమునకు లంబముగా సెకనుకు సెంటీమీటరు వేగములో కదిపినప్పుడు ఫలితం ప్రేరిత అయస్కాంతమును ఒక గౌస్ అందురు. \* \* \*

గౌస్, కె. ఎఫ్. (1777 - 1855) : ప్రథమ శ్రేణికి చెందిన జర్మను గణితశాస్త్రవేత్త. పేదకుటుంబమందు జన్మించి, తన దేశమును పాలించు ప్రభువు ఆదరమునకు లక్షీభూతుడై విద్యనభ్యసించి, గాటింగన్ యూనివర్సిటీలో గణితాచార్య పదవిని 1807 లో అలంకరించెను.

భౌతికవిజ్ఞాన క్షేత్రములో ఈయన పేరు మోయుచున్న విద్యుత్ గణితమునకు సంబంధించిన సిద్ధాంతము ఒక దానిని స్థాపించెను. వీబరు శాస్త్రవేత్తతోకూడ ఒక మాగ్నటోటెలిగ్రాఫ్ ను నిర్మించెను. అయస్కాంత బలక్షేత్రపు యూనిట్ కు 'గౌస్' అని పేరు. ఎమ్. శ.

గ్రాఫైట్ : చూ. కార్బన్ ; పు. 257

గ్రామఫోన్ : శబ్దమును గ్రహించి తరువాత మన ఇచ్చవచ్చినపుడు పునరుత్పత్తి చేయగల పరికరమే ఫోనోగ్రాఫ్. ఈ యంత్రమును ఆడిసన్ విజ్ఞాని (చూ. పు. 171) 1877 లో కనిపెట్టెను.

కాలక్రమేణ, ఆడిసన్ ఫోనోగ్రాఫ్, బెర్లిన్ విజ్ఞాని చేతిలో గ్రామఫోన్ గా మారెను. ఈ గ్రామఫోన్ యందు శబ్దపేటిక, ధ్వనిహస్తము, బూరా యనునవి ముఖ్యమైన భాగములు. శబ్దపేటికయందు అభ్రకపురేకుతోగాని, లేదా అల్యూమినియమురేకుతోగాని తయారుచేయబడిన పలు చటిపొర యుండును. ఆ పొరకుచేర్చి ఒకమీట, ఆ మీటకు రెండవచివర ఒకముల్లు ఉండును. శబ్దపేటికకు అంటి యున్నముల్లు పల్లెముపై వర్తులాకారముగ తిరుగుటకు అవకాశము కలుగునట్లు ధ్వనిహస్తము పరికరమునకు అమర్చ బడియున్నది. అంతేగాక, శబ్దపేటికయందున్న పొరతలము ఎప్పుడును నరదకు స్పర్శరేఖలో నుండును. ముల్లు నరదలద్వారా పోయినపుడు శబ్దతరంగములవలన కలుగు ప్రకంపనములు ఆ శబ్దపేటికలోనున్న పలుచటి పొరను కంపింపజేసి శబ్దమును ఉత్పత్తి చేయును.

ఈవిధముగ పునరుత్పత్తి అయిన శబ్దమునకు పరిమాణము తక్కువగనుండును. కాబట్టి, దానిని వృద్ధిచేయుటకై ఒకబూరాను ఉపయోగింతురు. గ్రామఫోన్ పై పెద్ద బూరా వికారముగ నుండుటచే, ప్రస్తుతము దానిని మార్పుచేసి పెట్టెలోపలనే ఇమిడ్చివేసిరి.

శబ్దమును గ్రహించుటకును, పునరుత్పత్తి చేయుటకును ప్రత్యేకపరికరములు అమలులోనికి వచ్చినవి.

శబ్దగ్రాహకయంత్రముయొక్క ముఖ్యభాగములు : 1. ప్రకంపించు పొరపై ధ్వనిని కేంద్రీకరించుటకు శృంగాకారముగ చేయబడిన ఒక పెద్దగొట్టము. 2. ఈ గొట్టపు సన్నటికొనపై అమర్చబడిన ధాతుపొర. 3. ఈ పొర మధ్యను మీటద్వారా అతుకబడిన ఒకముల్లు. 4. ముల్లును ఆనుకొని తిరుగు ఒక మైనపుపల్లెము.

ఆధునిక సూక్ష్మశబ్దగ్రాహక యంత్రము కనిపెట్టబడిన తరువాత విద్యుత్తును ఉపయోగించి శబ్దమును రికార్డు చేయుట 1925 లో అమలులోనికివచ్చెను. సూక్ష్మశబ్దగ్రాహకము (మైక్రోఫోన్) పై వదు ధ్వనితరంగములచే జన్మించు



విద్యుత్ ప్రవాహముల యొక్క అల్పవ్యత్యాసములనుకూడ ఆధునిక సూక్ష్మశబ్దగ్రాహకము వృద్ధిపరచును. ఎంతబలమైన సూక్ష్మశబ్దగ్రాహకయంత్రముల యందైనను శబ్దవికారము రాకుండచేయుట కష్టము. కాని 'తనూకరణ' సమకారకము, అను పరికరము నుపయోగించి శబ్దవికారమును చాలవరకు తగ్గించ వచ్చును. స్వరలేఖకమే (రికార్డర్) ఒక విద్యుదయస్కాంతము. దాని ధ్రువముల మధ్య మెత్తటిఇనుముతో తయారుచేయబడిన విద్యుత్ ప్రవాహవలయము ఇమడ్చబడియుండును. వృద్ధిచేయబడిన సూక్ష్మ శబ్దగ్రాహకములోని విద్యుత్ ప్రవాహములు ప్రవాహవలయముచుట్టును గల వేష్టనముద్వారాపోయి, ఆవేష్టనమును విద్యుదయస్కాంతధ్రువములమధ్య కంపింప చేయును. విద్యుత్ ప్రవాహవలయమునకు అంటిపెట్టుకొని ఉన్న దండముకొనను ఉక్కుముల్లు అమర్చియుండును. వేరువేరు పౌనఃపున్యములు గల స్వరములకు సమానమైన ప్రతీకారము నిచ్చుటలో ఈ విద్యుదయస్కాంత స్వర లేఖకము చాలవరకు ఉపయోగకరము. కె. తా.

గ్లూకోస్ : చూ. కార్బోహైడ్రేట్లు ; పు. 282.

గ్లూకోసైడ్లు : చూ. కార్బోహైడ్రేట్లు ; పు. 282.

గ్లైకోజిన్ : చూ. కార్బోహైడ్రేట్లు ; పు. 282.

ఘటనోష్ణత : చూ. తాపరాసాయనిక శాస్త్రము.

ఘనద్రావణములు : చూ. ద్రావణములు I.

ఘనముల విశిష్టోష్ణత : ఘన ధర్మము లన్నిటిలో విశిష్టోష్ణత అనునది నవీన భౌతికశాస్త్ర దృక్పథమునందు అతిశయిత ఆదరము నార్జించినది. ఇదివరకే స్పటిక సమరూపతా ధర్మమువలె ఈ విశిష్టోష్ణత మూలద్రవ్యములలో ఘనముల పరమాణుభార నిర్ణయమునకు, డ్యూలాంగ్ నియమరూపమున మిక్కిలిగా ఉపకరించినది.

అణుచలన సిద్ధాంతప్రకారము ఘనములకు స్పందన మను చలన ప్రకార మొకటియేకలదు. అది మూడు పరస్పర లంబదిశలలో జరుగును. అదిగాక ప్రతి స్పందన ఆ వృత్తియందును అనుదూభత, గతిశక్తులు రెండును సమరాశిలో పాల్గొనును. అందువలన శక్తి సమ విభజన సూత్రాను సారముగ గ్రామ్-ఆటం ఘనమూలద్రవ్యము యొక్క స్థిరాయతన విశిష్టోష్ణత.

$C_v = 3R = 5.96$  కేలోరీలు (ఇంచుమించు' 6) కావలెను.

ఈ ఫలము యథార్థము కాకపోయినను డ్యూలాంగ్ నియమమునకు ఆధారభూతములైన ప్రయోగములకు కొంత అనుగుణముగ నేయున్నది.

కాని డ్యూలాంగ్ నియమము ఉన్నతతాపక్రమములో కన్న మధ్య తాపక్రమములందే యథార్థఫలమున కెక్కువ

నన్ని హితముగ నుండుటకు కారణమిది. ఉష్ణోగ్రతలో పరమాణు స్పందనాయామము సుదీర్ఘమగుటచే స్పందనములు కచ్చితముగ హరాత్మకములు కానేరవు. అందువలన ఈ స్పందనముల యందు అనుదూభత గతిశక్తుల మధ్యమాన మూల్యముల సమానతలోపించును అనగా  $E \neq \frac{3}{2}RT$ .

ఇంతేగాక కొన్ని మూలద్రవ్యములు డ్యూలాంగ్ ధర్మముచే సూచితమైన వాటికన్న భిన్నములైన విశిష్టోష్ణతలు కలిగియుండును. వీటిలో ముఖ్యమైనవి బిరిలియమ్, బోరాన్, కార్బన్, సిలికన్, భాస్వరము, గంధకము. 35 కంటే తక్కువ పరమాణు భారముగల ద్రవ్యముల విషయమై కూడ ఈ నియమము యొక్క చ్యుతి కనిపించును.

నియమమును అనుసరించు మూలద్రవ్యముల విషయమై కూడ విశిష్టోష్ణత, సిద్ధాంతమాకాంక్షించినట్లు, స్థిరముగ నుండక తాపక్రమముతో ప్రకటముగ మారుచుండును. వజ్రము, వెండి వంటి మూలద్రవ్యముల విశిష్టోష్ణత తాపక్రమము తగ్గిన కొలది తగ్గుచు, తాపక్రమము శూన్యాంశమును చేరకమునుపే అంతరించును. ఈ విశేష దృశ్యముల నన్నింటిని వివరించ సమర్థమగు సిద్ధాంతము, ప్లాంక్ క్వాంటం సిద్ధాంతమును ఆశ్రయించి ఐన్ స్టయిన్ చే స్థాపింపబడినది. దీని గణితశాస్త్రవేషమును పరిహరించి క్రింది విధమున నిరూపించవచ్చును. స్పందన సంఖ్య (పౌనఃపున్యము) ఎక్కువగా గల మూలద్రవ్యముల పరమాణు విశిష్టోష్ణత తాపక్రమముతో మెల్లగా ఎక్కువగుచు సాధారణ తాపక్రమములో సగటుమూల్యమును (0.4 కేలోరీలు) అందుకొని, ఇంకను అధిక ఉష్ణోగ్రతలో ఎక్కువగును. ఇంతేకాక ద్రవ్యము యొక్క ద్రవాంకొన్నత్యము, స్పందన సంఖ్యోన్నతి ఈ రెండును పరస్పర సంబంధములై ఒక మితివరకు సమానముగా వృద్ధిచెందును. అత్యున్నత తాపక్రమము వద్ద ద్రవీభవించు కార్బన్ వంటి ద్రవ్యముల స్పందన సంఖ్య అత్యున్నతమగుటచే అవి చూపు నియమ చ్యుతి మిక్కిలి ఎక్కువగనుండును. ఇట్లే నవీన సిద్ధాంతము, స్పందన సంఖ్యకు, తాపగ్రహణ సామర్థ్యమునకు సంబంధమును కల్పించి ప్రయోగ పర్యవసానముల నన్నిటిని, అవ్యభిచరితముగ వివరించగలిగినది. మే. ప. న.

ఘనములు : వలసినంత శైత్యస్థితికి తెచ్చినపుడు ద్రవ ద్రవ్యమేదియైనను ఘనీభవించును. సహజమైన ఆకృతిని కలిగియుండుట ఘనద్రవ్యముల ముఖ్యలక్షణము. స్వీయాకృతిని మార్చుటకు చేయబడు ప్రయత్నములను ఘనద్రవ్యము కొంతవరకు ప్రతిఘటించి తన ఆకృతిని నిలబెట్టుకొన చూచును. అందువలననే అదుముట, సాగదీయుట, మొదలగు కార్యములు కొంత మితిలోనున్నపుడు



## ఘనస్థితి-నూతన పరిశోధనలు-I

ఘనముయొక్క ఆకృతిలో స్థిరమైన మార్పును తేలేవు. మార్పును తీసికొనిరానుంకించు బలములు తొలగిపోయినపుడు ఘనద్రవ్యము తన తొంటి ఆకృతిని మరల గ్రహించును. ఘనద్రవ్యముల ఈగుణమునకు స్థితిస్థాపక గుణమనిపేరు. ఒకసారి బలప్రభావముచే విచ్చిన్నములైన ఘనవస్తువుయొక్క భాగములు మరల దగ్గరపెట్టినను అతుకుకొనవు.

ఘనద్రవ్యమును కరగించుటకు దానిని వేడిచేయవలెను. ఘనద్రవ్యము స్ఫటికస్వభావము కలదైనపుడు అదియొక నియతతాపక్రమమువద్ద కరుగును. అందువలన ద్రవముల క్వథనతాపక్రమమువలె ఘనముల ద్రవీభవనతాపక్రమము వాటి విశిష్టలక్షణము. అనగా ప్రతిఘనద్రవ్యమునకు ప్రత్యేక ద్రవీభవనతాపక్రమము ఉండును. ద్రవముల క్వథన తాపక్రమమువలె ఘనముల ద్రవీభవనతాపక్రమము ఒత్తిడితో అంతగా మారదు. మంచుయొక్క ద్రవీభవన తాపక్రమము ప్రతి వాతావరణాతిశయమునకు  $0.008^{\circ}\text{C}$  చొప్పున తగ్గుచుండును. ఘనస్థితిలో నున్న ఆసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్క ద్రవీభవనతాపక్రమము ప్రతివాతావరణ ప్రేషమునకు  $0.024^{\circ}\text{C}$  ఎక్కువగును. ప్రేషము ఎక్కువైనపుడు ఘనద్రవ్యముయొక్క ద్రవీభవన తాపక్రమము హెచ్చునో, తగ్గునో లిషాట్ లియర్ సూత్రముచే ముందుగా చెప్పవచ్చును. ఈ సూత్రప్రకారము ఒక ద్రవ్యవ్యవస్థపై ఒత్తిడిని హెచ్చుచేసినపుడు వ్యవస్థ తక్కువఆయతనమును స్వీకరించి ప్రేష ప్రభావమును తగ్గించివేయును. అందువలన ద్రవీభవన తాపక్రమములో ఘన, ద్రవ ద్రవ్యములమధ్య ఏర్పడిన సమతాస్థితిలోనున్న ద్రవ్య వ్యవస్థ ఒత్తిడిని ఎక్కువచేయగనే తక్కువఆయతనము గల ద్రవ్యవ్యవస్థవైపు మారును. నీటికన్న మంచుతక్కువ ఇమిడిక కలది. మంచుపై ఒత్తిడిని ఎక్కువచేసినచో మంచునకు, నీటికిని మధ్యనున్న సమతాస్థితి తక్కువవిశిష్టాయతనముకల నీటివైపు జరుగును; అనగా మంచు నీరగును. తాపక్రమము తగ్గించినకాని నీరు ఈ స్థితిలో గడ్డకట్టదు. అనగా మంచుయొక్క ద్రవీభవనతాపక్రమము ప్రేషము వలన దిగిపోయినది.

ఆసిటిక్ ఆసిడ్ విషయములో ద్రవముకన్న ఘన ద్రవ్యము యొక్క ఇమిడిక తక్కువ. అందువలన ప్రేషమును ఎక్కువచేసినపుడు సమతాస్థితి ఘనమువైపు మొగ్గును. అనగా ద్రవము ఘనమగును. ఈ స్థితిలో వేడిచేసి తాపక్రమము నెక్కువచేసినగాని ఆసిటిక్ ఆసిడ్ కరుగదు. అనగా ద్రవీభవనతాపక్రమము ఎక్కువైనది అన్నమాట.

దాని కరగుతాపక్రమమువద్ద ఒక గ్రాము ఘన ద్రవ్యమును కరగించుటకు కావలసిన వేడిని దాని ద్రవీభవన గుప్తోష్ణత అందురు. మంచువిషయములో ఈ గుప్తోష్ణత  $80$  కేలోరీలు. ఈద్రవీభవనమందు ద్రవ్యము తీసికొన్నవేడి మరల ఆద్రవము ఘనీభవించినపుడు పైకి రాశికి రాశి ఉద్గతమగును. దీనికి ఘనీభవన (హిమీభవన) గుప్తోష్ణత అని పేరు. శక్తినిత్యతానియమప్రకారము ఈ రెండును సమరాశిలోనుండును.

ఒకప్పుడు ద్రవస్థితిలోనున్న ద్రవ్యమును శీతలీకరించి నపుడు న్యాయమైన దాని ఘనీభవనతాపక్రమమువద్ద అది ఘనీభవించుట కానరాదు. తాపక్రమము హిమాంకమునకు కొన్నిడిగ్రీలు దిగినను ద్రవ్యము ఘనీభవించు చిహ్న లేమియు అగుపడవు. ఇట్టిస్థితికి అతిశీతలీకృతస్థితి అందురు. గడ్డకట్టకుండ నీటియొక్క తాపక్రమమును  $-80^{\circ}\text{C}$  వరకు తగ్గించవచ్చును. అతిశీతలీకృతస్థితికూడ అతితప్త స్థితివలె ద్రవ్యసామాన్యధర్మమైన జడత్వమువలన సంభవించును (చూ. ద్రవములు 1). కాని ద్రవముల అతితప్త స్థితికన్న వాటి అతిశీతలీకృతస్థితి ఎక్కువ తరచుగా సంభవించుటయేకాక హెచ్చునిలకడకలదిగా కన్పట్టును. ద్రవమును బాగా తరుచుటవలనగాని, లేదా ద్రవములోనికి ఒక చిన్నమంచుముక్కను చిమ్మినగాని అతిశీతలీకృతస్థితి అంతరించును. ఈ స్థితి అంతరించినవెంటనే ద్రవము వేడెక్కి దాని తాపక్రమము దాని నైజఘనీభవనాంకమునకు ఎక్కును. కర్పూరము, అయిడిన్ వంటి కొన్ని ఘన ద్రవ్యములు వేడిచేసినపుడు ద్రవముగా మారకుండ సరాసరి బాష్పస్థితినే స్వీకరించగలవు. ఇట్టిప్రక్రియకు ఉత్పతనము అని పేరు. ఘనములుకూడ సామాన్యతాపక్రమములో బాష్పముగా మారగలవన్న విషయమును ఉత్పతన సంఘటన తెలియపరచుచున్నది.

ఘనద్రవ్యములు స్ఫటికాకారముకలవిగాని, స్ఫటికాకారములేనివిగాని కావచ్చును. రెండవపక్షములో ఈ ఘన ద్రవ్యములను అతిశీతలీకృతమై మిక్కిలి చిక్కబడిన ద్రవములని భావించవలెను (చూ. స్ఫటికములు). మే. వ. న.

ఘనస్థితి - నూతన పరిశోధనలు-I : 19 వ శతాబ్ద మందును, 20 వ శతాబ్దపు పూర్వార్థమందును ఘనద్రవ్యముల రచన, ధర్మములు, ప్రవర్తన గురించిన విజ్ఞానము విరివిగా వెలువడినది. ఈ జ్ఞాన మధికభాగము ప్రాయోగికదశను చాటిలేదు. 1925 లో క్వాంటం యాంత్రిక శాస్త్రము వెలుగు చూచిన తరువాత ఈ షేత్రమందు లబ్ధములైన భూతార్థములు ఒక వ్యాపకసుసంగత సిద్ధాంత వివరణకు విషయములు కాజొచ్చినవి. నాటినుంచి ఘన



ద్రవ్యస్థితి విజ్ఞానము శీఘ్రపురోగతి నందికొనినది. సైద్ధాంతికావగతి నూతన ప్రాయోగిక విజయముల నార్జించినది. ప్రాయోగికావసరములు సిద్ధాంతమును నూతన పురోగతికి ఉత్తేజించినవి. ఇట్లు ఘనస్థితిని గురించిన నూతన సిద్ధాంతము రూపొందించబడినది. ఈ సిద్ధాంతమును ఆశ్రయించి, వినియోగ భౌతికశాస్త్రము, సాంకేతిక వస్తువిద్య శాఖోపశాఖలుగ విస్తరించినవి.

క్రమ నిన్యస్తములైన పరమాణువుల, అయన్ల, అణువుల కూర్పులు ఘనములని వస్తువుల X-కిరణపరీక్ష వలన తెలిసినది. పరమాణు రచనను గురించిన పరిశోధనలు కేంద్రకములు, వాటిచుట్టు భ్రమించు ఎలక్ట్రాన్లు ఘటకములుగాగల అవయవి పరమాణువని నిరూపించినవి. తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము ఎలక్ట్రాన్ల పరస్పరాభిన్నతను వాటి క్వాంటం లేదా తరంగ స్వభావమును వ్యక్తపరచినది.

ఈ పైజెప్పిన (1) ఘటకక్రమ సన్నివేశము, (2) ఎలక్ట్రాన్ల అభిన్నరూపత, (3) ఎలక్ట్రాన్ల క్వాంటం లేదా తరంగ స్వభావము ఈమూటిని అధారముగా గొని ఘనద్రవ్య ధర్మవివరణను గావించు నూతన సిద్ధాంత మొకటి కల్పించబడినది. దాని స్వరూపమిది.

ఘనశరీరమందు ఘటకసాంద్ర సన్నివేశము కారణముగ పరమాణువులు నిరంతరము ఒకదానినొకటి కలత పెట్టుచునే ఉండును. పరమాణువులు కేవల కఠిన గోళములు కాక అంతర రచనగలిగిన వస్తువులు అనుభూతార్థము చాల సార్థకమైనది. పరమాణ్వాంతర రచనను ఆలోచనలోనికి గొనినచో, ఘనమందున్న ఎలక్ట్రాన్లును, కేంద్రకములును వేటికవి స్వతంత్రసామూహిక స్థితులను ఊహను మనము అంగీకరించవలెను.

ఎలక్ట్రాన్ను సాధారణముగ ఉప పరమాణు కణము అందుము; X-కిరణమును తరంగమందుము. తరంగములు కణములవలెను, కణములు తరంగములవలెను ప్రవర్తించునను ఊహ నవీన భౌతికవిజ్ఞానముయొక్క ఉపజ్ఞము (చూ. తరంగయాంత్రికశాస్త్రము). ఎలక్ట్రాన్గాని X-కిరణముగాని ఇతర భౌతిక ద్రవ్యముతో ప్రతికరించినపుడు దాని కణస్వభావము వెల్లడియగును. ఎలక్ట్రాన్గాని, X-కిరణముగాని చలనములో ఉన్నపుడు దాని తరంగ స్వభావము గోచరమగును. X-కిరణమునకు సహజముగ నొక తరంగ దైర్ఘ్యమున్నట్లే, ఎలక్ట్రాన్కుకూడ ఒక తరంగ దైర్ఘ్యమును ఆరోపించవచ్చును. ఎలక్ట్రాన్ తరంగ దైర్ఘ్యమునకు, దాని గతి భారమునకు మధ్య ఒక సరళ సంబంధము గుర్తించబడినది.

$$\lambda \times mv = \text{స్థిరాంకము}$$

తరంగ దైర్ఘ్యము  $\times$  గతి భారము = స్థిరాంకము

ఎలక్ట్రాన్ గతి భారము అతిశయించుకొలది దాని తరంగ దైర్ఘ్యము తగ్గుచుండునని పై సమీకరణము సూచించుచున్నది. స్పటికములందుండు ఎలక్ట్రాన్ల తరంగ దైర్ఘ్యములు X-కిరణముల వాటి శ్రేణిలోనుండునని ప్రయోగముచే తెలిసినది. X-కిరణములు స్పటిక తలమును తాకినపుడు వాటిలోకొన్ని ఎట్లు పరావర్తనము నొందునో, అట్లే నియత శక్తిరాశివహములగు ఎలక్ట్రాన్లు స్పటిక శరీరమును ప్రవేశించ ప్రయత్నించినపుడు, వాటిలో కొన్ని పరావర్తితములగును. ఏలన ఎలక్ట్రాన్లకుకూడ ఘనములో పరమాణువుల మధ్యనుండు అంతరముతో నిశిత సంబంధము గల తరంగ దైర్ఘ్యమొకటి ఉండును. అనగా కొన్ని ఎలక్ట్రాన్లు స్పటికశరీరముగుండ ప్రసరించ సమర్థములు కావు. అట్టి ఎలక్ట్రాన్ లొకప్పుడు స్పటికమందు తాత్కాలికముగ ఉనికిని స్వీకరించినను, అవి శీఘ్రముగా స్పటికము నుండి శక్తిని గ్రహించియో, స్పటికమునకు శక్తిని సమర్పించియో పరావర్తనకు గురికాకుండ స్పటికశరీరమందు చలించగలవు. ఇట్లు స్పటికశరీరమును చొచ్చిన ఎలక్ట్రాన్లు, వాటికి నిషిద్ధములగు వేరువేరు శక్తిరాశులను, వేగములను స్వీకరించును. ఈనిషిద్ధదళములు అందుబాటులో నున్న వేరువేరు శక్తిమూల్యముల గ్రహించిన ఎలక్ట్రాన్లు అనుమత దళముల మధ్య విభాజకములుగ ఆచరించును. ఈ అనుమత మూల్యములలో దేనినైన ఒక ఎలక్ట్రాన్ స్వీకరించినపుడు అదియొక నియతశక్తి సోపానమందున్నదని అందుము. ఈశక్తి సోపానముల మనము నిచ్చిన మెట్లవలె భావించవచ్చును. అట్టిచో నిషిద్ధదళములు మెట్లులేని దురారోహస్థానములు. ఇక ఎలక్ట్రాన్ల పరస్పరాభిన్నతను పరామర్శింతము. ఏ, బి అను రెండు శక్తి సోపానముల 1, 2 అను రెండు ఎలక్ట్రాన్లు కలవనుకుందము. అభిన్నతాసూత్ర ప్రామాణ్యకారణమున 1 వ ఎలక్ట్రాన్ 'ఏ' సోపానమందు, రెండవది 'బి' సోపానమందు అమరుకున్నచో లేదా విపరీత క్రమమున అమరుకున్నచో చెప్ప వీలులేదు. వాస్తవమునకు ఎలక్ట్రాన్లకు ఏ, బి అను నిశ్చిత స్థానముల కల్పించుట అర్థరహితమైన ప్రక్రియ.

ఎలక్ట్రాన్కున్న ఇంకొక లక్షణము పరిభ్రమణము కారణమున ఏశక్తి సోపానమునైనను ఒకటికన్న ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్లు ఆక్రమించనేరవని పౌలీ నిషేధనియమము చెప్పుచున్నది. (చూ. పౌలీనిషేధనియమము). అందువలన ఎలక్ట్రాన్లు రెండును 'ఏ' సోపానమందే ఉండి 'బి' సోపానము రిక్తముగనుండుట అసంభవము. అనగా శక్తి



నిశ్చేదికయందున్న ప్రతి పర్యమును ఒకేఒక ఎలక్ట్రాన్ చే ఆక్రమితమైయుండును. క్రింది మెట్టుతో ప్రారంభించి పైనున్న శక్తిసోపానములను అవిచ్ఛిన్న క్రమమున ఎలక్ట్రాన్ ఆక్రమించును గనుక, శక్తినిశ్చేదిక యందు అధస్తమ పర్యమునందున్న ఎలక్ట్రాన్ స్థానము మారవలె నన్నచో అది ఆక్రమిత స్థానముల కన్నిటికిని మీదనున్న పర్యములకు ఎగబ్రాకవలయును. ఈవరకే నిచ్చెన శిఖర భాగమునకు సమీపమందున్న ఎలక్ట్రాన్ ను పై కెక్కించుట సులభతరము. ఇట్లు స్పటికశరీరమందు పరమాణువుల క్రమోపస్థానమును ఎలక్ట్రాన్ యొక్క క్వాంటం, లేదా తరంగ స్వభావమును పరామర్శించిన తరువాత, ఈ పరిస్థితులను ఆధారముగాగొని ఘనద్రవ్య ధర్మములను సిద్ధాంత మెట్లు వివరించినదో చూతము.

ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఒక నియత శక్తి పర్యమందున్నపుడు, అది పరబలములకు గురిగానంతసేపు, దానిశక్తి మారదంటిమి. ఎలక్ట్రాన్ దృగ్విషయము గావింపబడుటకు దానిని మనము కలత బెట్టవలయును గనుక ఒకే సోపానమందది ఆసీనమై ఉన్న స్థితిలో ప్రత్యక్షగోచరము కాదు. ఎలక్ట్రాన్ జాహ్య ప్రపంచముతో ప్రతికరించునపుడే దాని ఉనికినది వెల్లడి చేసికొనును. ఎలక్ట్రాన్ చలనమును కనిపెట్టితిమనిన, విద్యుత్తు ప్రవహించుటను కనిపెట్టితిమన్నమాటే. అనగా ఒక శక్తి సోపానమునుండి ఇంకొకదానికి ఎలక్ట్రాన్ దాటుచున్నపుడే విద్యుత్ ప్రవాహము సంభవించును. ఇప్పుడు విద్యుద్వాహకములు, విద్యున్నిరోధకములు అని ఘనముల ద్వితీ విభజనమునకు గల ఉపపత్తిని విచారింతము. వాహకములనునవి ఒక అల్ప విద్యుత్ బల ప్రేరణమున, ఇదివరకే ఉన్నత సోపానముల నధిరోహించి యున్న ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నతతరసోపానములకు క్రమించుటకు వీలిచ్చునవి. విద్యుత్ బలములవి ఎంత అల్పములైనను వాహకములలో విద్యుత్ ప్రవాహమును జనింపజేయును గనుక, సాధారణముగ ఎలక్ట్రాన్లచే ఆక్రమితమైన స్థానములకు అత్యంత సన్నిహితములైన స్థానములు లేదా సోపానములు (అనగా ఒకేశక్తి దశమునకు చెందినవి) వాహక శరీరమందుండవలయును. అనగా అట్టి వస్తువులే విద్యుద్వాహకములు మిగిలినవి నిరోధకములు.

విద్యుచ్ఛక్తి సుపయోగించి ఎలక్ట్రాన్ల అధికతర శక్తి సోపానములకు ఎట్లు దాటించగలమో, అట్లే తాపశక్తి సుపయోగించి చేయగలము. ఎలక్ట్రాన్ తాపశక్తిని గ్రహించుట విసర్జించుటయను మార్పు సంభవించినపుడెల్ల ఆమార్పు నందు అత్యల్పశక్తిరాశి పొల్గునును. అందువలన ఎలక్ట్రాన్

తొంటి స్థానమునకు అతి సన్నిహితముగ రిక్త సోపానములున్నపక్షముననే తాపశక్తి ఎలక్ట్రాన్ల దాటించగలదు అనగా ధాతువాహక శరీరమందుండు ఉన్నత సోపానములందున్న ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యలో నొక భాగముమాత్రమే తాపశక్తిని ఉపయోగించుకొనగలవు. విద్యున్నిరోధకమందు ఆక్రమించుటకు ఉన్నత తర సోపానములు లేమిచే ఎలక్ట్రాన్లు తాపశక్తిని గ్రహించనేరవు. ధాతువులందు నిరోధకములందు చాలలోతున ఉన్న శక్తి సోపానములను ఆక్రమించిన ఎలక్ట్రాన్లు రిక్త సోపానములకు దాటించబడుటకు ఎక్కువ శక్తి నర్థించును. వస్తువులింక ద్రవస్థితికి దూరముగానున్న తాపక్రమములలో ఈ తాపశక్తి ఎలక్ట్రాన్లకు అందుబాటులోనుండదు. ఈ లోతులనున్న ఎలక్ట్రాన్లు ద్రవ్యశరీరమందు శాశ్వతముగ బంధింపబడి యుండును. అందువలన నవి ఘనము స్వీకరించు తాపశక్తిని గ్రహించనేరవు. ఈ తాపగ్రహణ విశేషాధికారము, ధాతు ఎలక్ట్రాన్లలో ఏకొద్ది సంఖ్యకో పరిమితమై యుండును. ఎలక్ట్రాన్ల ఈ తాపగ్రహణ సామర్థ్యము సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్రమందు కొంతకాలము తీరని సమస్యగా నిలచినది. ఏలన సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్ర నిగమనమగు శక్తి సమ విభజన సూత్రప్రకారము ధాతువుల నందుండు ఎలక్ట్రాన్ల, ధనఅయన్ల మధ్య తాపశక్తి సమ విభక్తమైయుండవలెను. దీనిననుసరించి ధాతువులవిశిష్టోష్ణత నిరోధకముల దానికి రెండింతలుండవలెను. ప్రయోగ మట్లు చూపదు. ఈ ప్రయోగలబ్ధఫలమునకును సంప్రదాయ శాస్త్రమునకును మధ్యగల వ్యత్యాసమును పై వివరించిన శక్తిదశ సిద్ధాంతమును ఆధారముగాగొనిన ప్రతికృతిచే తొలగింపబడినది. సంపూర్ణ వాహకములకు నిరోధకములకు మధ్యనున్న అర్ధవాహక ద్రవ్య ధర్మములకు చూ. అర్ధ విద్యుద్వాహకము. పు. 155. పే. ప. న.

**ఘనస్థితి-నూతన పరిశోధనలు-II :** ద్రవద్రవ్యమందును, వాయుద్రవ్యమందును అణువులకుగల స్వేచ్ఛాగమనము ఘనద్రవ్యమందులేదు. అందుచేతనే ఘనస్థితివిషయము తెలిసికొనుటకై పరమాణువుల నిర్మాణమందును, ద్రవ్యమందు వాటి కూర్పునుగూర్చియు, పరమాణువుల సమతోలన స్థానములనుండి వాటి గతిస్థితులును, ఘనద్రవ్యముల భౌతికలక్షణములతో పై వాటికిగల సంబంధమును గూర్చియు పరిశోధనలు చేయవలసి వచ్చినది.

స్పటికము, అస్పటికము అను రెండుస్థితులలో ఘన ద్రవ్యములు ఉన్నవి. అస్పటికస్థితినే 'కాచస్థితి' అందురు. ఘనద్రవ్యముల అంతఃపరమాణు శిల్పమును X-కిరణములమూలముగా తెలిసికొనవచ్చును. స్పటికమందున్న



పరమాణువులు త్రిధావిస్తృతమైన సక్రమరచనను గలిగి ఉండుననియును, ఆ రచన పునరావృత్తి నొందుచుండుననియును తెలియవచ్చినది. కాచసన్నిభద్రవ్యములలో పరమాణురచనలో ఒకవిధమైన క్రమము అందందు కొంచెముగా కనిపించినను, అట్టి పునరావృత్త క్రమము మొత్తముమీద ఉండదు. స్ఫటికశరీరములో వేరువేరు దిక్కులలో భౌతికగుణములు వేరువేరుగా ఉండును. కాచములందు అక్షభేదమునుబట్టి భౌతికగుణము మారదు.

చాలామంది ద్రవ్యములు స్ఫటికములే. కావున, వాటిధర్మములను విచారించునప్పుడు వాటి పరమాణువుల బంధన విధానము ననుసరించి వాటిని అయనిక్ స్ఫటికములు, కోవేలంట్ స్ఫటికములు అని రెండు తరగతులుగా విభాగించుట ఉచితము.

సోడియమ్క్లోరైడ్ (ఉప్పు)వంటి అయనిక్ స్ఫటికములలో పరమాణువుల బంధనబలము చాలస్వల్పము. అది స్థిరవిద్యుత్ సంబంధమైనది. అందుచేత, అట్టి స్ఫటికములు గట్టిగానుండవు; వాటి ద్రవీభవనాంకమును తక్కువే. క్వార్ట్జ్, కొరండము, వజ్రమువంటి కోవేలంట్ స్ఫటికములలో బంధనబలము అధికముగా నున్నది. అవి దృఢముగా నుండుటకును, సులభముగా కరుగకుండుటకును అదే కారణము.

పరమాణు బంధనబలమును నిర్ణయించుటకుగాను పరమాణుస్పందనముల శక్తిగాని, పౌనఃపున్యముగాని తెలిసికొనుట చాలముఖ్యమైనది. అందులకై ఉపయోగించు ప్రక్రియలు పరిశోధనవర్ణపటమాపనము, రామన్ వర్ణపటమాపనము. ఏయేస్పందన పౌనఃపున్యములకు అవకాశమున్నదో వాటిని ఈరెండు ప్రక్రియలవల్ల సూటిగా తెలిసికొనవచ్చును. ముఖ్యముగా రామన్ ఫలితమును వినియోగించి స్ఫటికములపై ఇటీవల గావించిన పరిశీలనలవలన ఇప్పటివరకు ప్రచారమందున్న స్ఫటికవిషయిక సిద్ధాంతములను విస్తరించవలసినట్లు విశదమైనది.

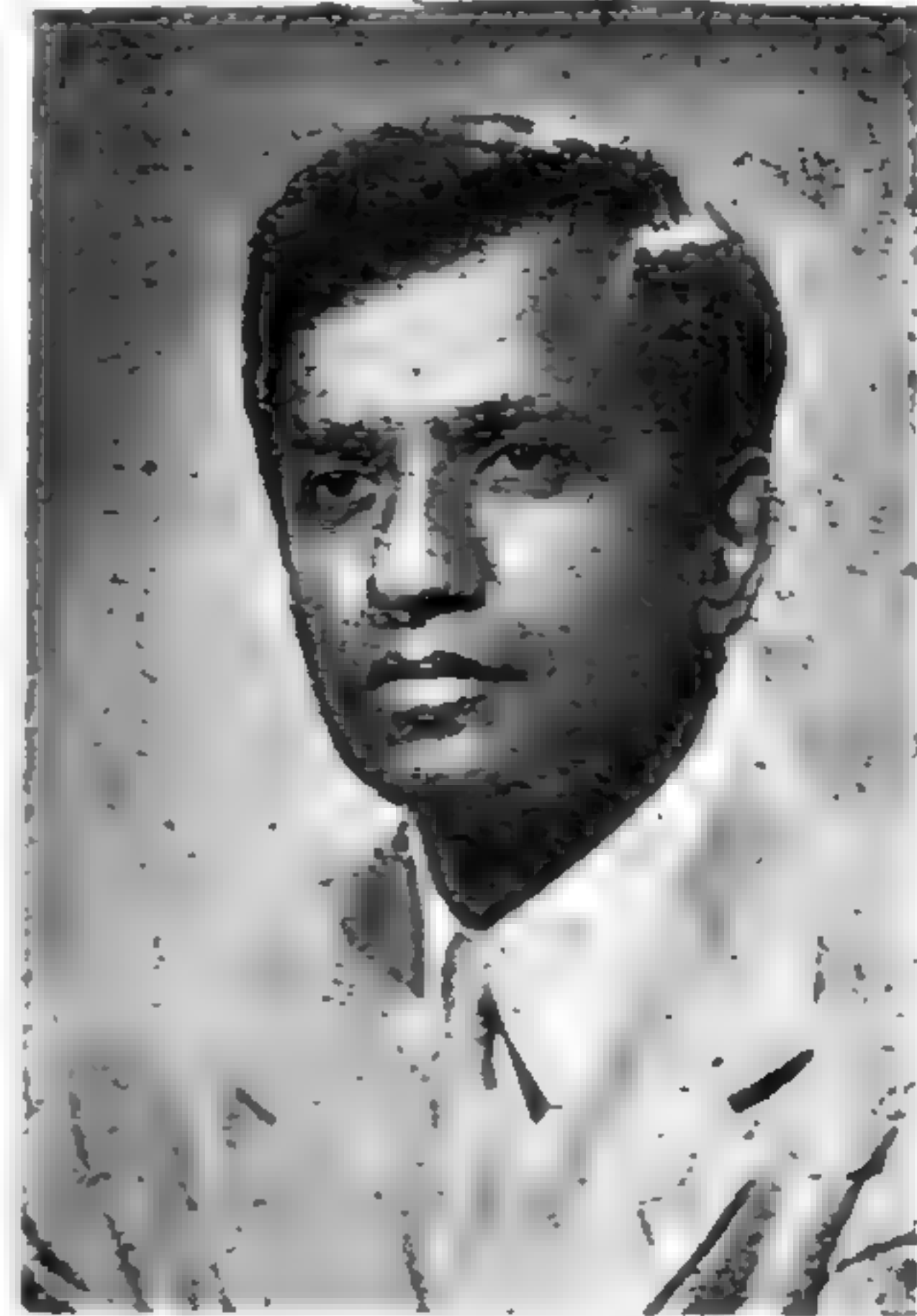
స్ఫటికమందు రచనావృత్తి పరంపరలోనున్న పరమాణువులన్నియు ఒకేప్రకారమున స్పందించుటయో, లేదా పరస్పర విరుద్ధమగు ప్రకారములతో స్పందించుటయో తప్ప తక్కిన స్పందన ప్రకారములు పరమాణువులకు అందుబాటులో ఉండవు. రచనయందు పాల్గొను వివిధపరమాణువులమధ్యనున్న బంధనబలములను ఈ క్రొత్తసిద్ధాంతమును ఉపయోగించి అతिसరళ మార్గమున గణించవచ్చును.

పరమాణువుల స్పందన పౌనఃపున్యముల గూర్చియు, బంధనబలముల గూర్చియు, ఈ విధముగా లభ్యమైన జ్ఞాన

మును స్ఫటికముల విశిష్టోష్ణత, స్థితిస్థాపకగుణకము, ఉష్ణతా వ్యాకోచము మొదలగు భౌతికగుణములను గణించుటకు ఉపయోగింపవచ్చును. రామన్.

ఘర్షణ నిరోధకధాతువులు : చూ. ధాతుమిశ్రములు : అనాయాస ధాతుమిశ్రములు.

చంద్రశేఖర్, సుబ్రహ్మణ్య (జననము 1910): విఖ్యాత ఖగోళభౌతికవిజ్ఞాని. లాహోరు నగరములో జన్మించెను. మద్రాసులో పట్టపరీక్షకై చదువుచున్నపుడే ఖగోళభౌతిక పరిశోధనయందు అన్వేషణలను కావించెను. ఎమ్. ఏ. పరీక్షలో ఉత్తముడుగా ఉత్తీర్ణుడగుటచే



సుబ్రహ్మణ్య చంద్ర శేఖర్

మద్రాసు యూనివర్సిటీ ఈయనను విద్యార్థివేతనము నిచ్చి 1930 లో కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీకి పంపినది. 1933నుండి సుమారు మూడేండ్లు వివిధ విద్యా కేంద్రములచే ఆ హూ తు డై యూ ర వ్ ఖండ మంతటను పర్యటించెను.

1936 లో చంద్రశేఖర్ చికాగో యూనివర్సిటీలో 'యర్క్సన్' అబ్జర్వేటరీలో డాక్టరు స్ట్రూవే కు సహాయ పరిశోధకుడుగా ప్రవేశించెను. ఇప్పటికిని ఆయన అక్కడనే ఉన్నాడు.

చంద్రశేఖర్ శాస్త్రపరిశోధనలు ముఖ్యముగా నక్షత్ర చలనశాస్త్రము (స్టెల్లార్ డైనమిక్స్) నకు సంబంధించినవి. నక్షత్రవాతావరణము, నక్షత్రనిర్మాణము, శ్వేతవామన తారలు, గాలక్సీ చలనప్రకారము ఆదిగాగల అనేక ఖగోళ విషయములపై ఆయన గణనీయమైన పరిశోధనలు కావించినాడు. ఈ పరిశోధనలకై లండన్ రాయల్ సంఘముచే సంఘసభ్యపదవీప్రదానముచే 1942 లో బహుకృతుడయ్యెను. తరువాత న్యూయార్కు శాస్త్ర పరిషత్తు క్రెస్నీ మారిజన్ బహుమానాన్ని, 1945 లో ఆంధ్ర యూనివర్సిటీ వారు కట్టమంది రామలింగారెడ్డి జాతీయబహుమానాన్ని ఇచ్చిరి. 1962 లో చంద్రశేఖర్ కు రాయల్ సొసైటీ బంగారు పతకము లభించింది. ఆ. వెం. సూ. రా.

చలదణు సిద్ధాంతము: చూ. అణుచలనసిద్ధాంతము. పు. 125.



చలనమాంగ రూపత : చూ. సమాంగరూపత.

చలువచూర్ణము : చూ. క్లోరీన్ పు. 308.

చాక్షుషచైతన్యము : చూ. కాంతిచైతన్యము; పు. 241.

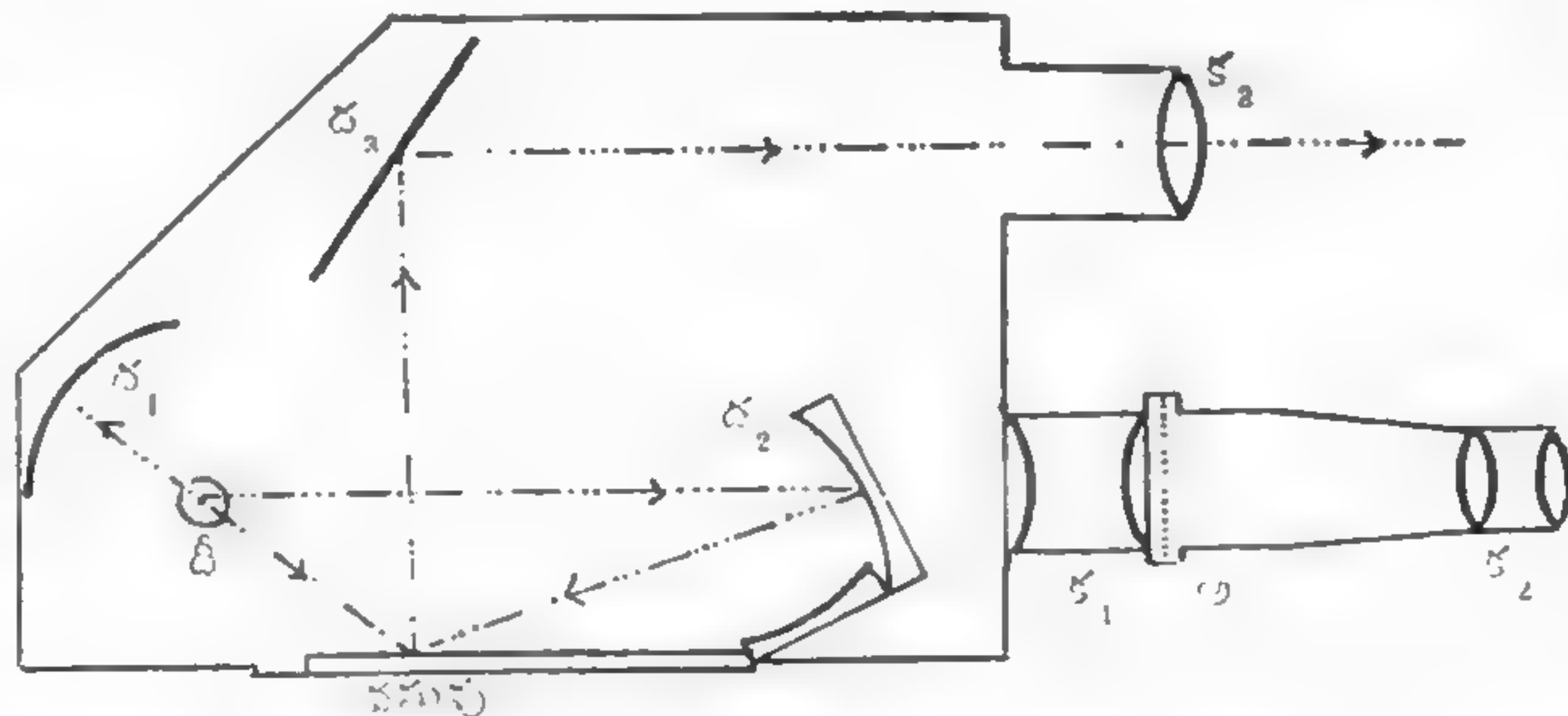
చాక్షుష పరికరములు : చాతుష పరికరములు రెండు విధములు : (1) కేమేరా, ప్రొజెక్టర్, ఎపిడయస్కోప్ వంటివి కాంతిసహాయమున బింబములను తెరపై ప్రక్షేపించును ; (2) దృష్టికి సహాయకారులుగా ఉండేవి-చూరదర్శని (టెలిస్కోప్), సూక్ష్మదర్శని (మైక్రోస్కోప్) మొదటి తరగతి పరికరములలో తెరపైగాని, ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్ముపైగాని నిజప్రతిబింబము పడును. చూచుటకు కన్ను ఉపయోగించుటవల్ల రెండవతరగతి వాటిలో నిజప్రతిబింబము రెటీనాపై పడనవసరము లేదు. అది అవాస్తవికబింబమైనప్పటికిని ఇబ్బంది లేదు. సాధారణంగా వాడుకలో ఉన్న కొన్ని చాతుష పరికరములను స్థూలముగా దిగువ పరిచయము చేయడమైనది.

ఎపిడయస్కోప్ : పైడుపైనుండు బొమ్మలను, పుస్తకములలో అచ్చువేసినవిషయములను, అచ్చుబొమ్మలను తెరపై చూపుట కుపయోగించు సాధనము. అపారదర్శక వస్తువుల బొమ్మలు చూపునపుడు దానిని ఎపిస్కోప్ అందురు. సామాన్య మాయలాంతరువలె వాడునపుడు దానిని 'డయస్కోప్' అందురు. ఎపిస్కోప్ గా వాడునపుడు మిక్కిలి కాంతి మంతమైన 1000 విద్యుద్దీపము (లేదా రెండు 500 వాట్టులు ఎపిడయస్కోప్ : అ = పైడు ;  $k_1, k_2, k_3$  = కుంభాకార కటకములు ;  $d_1, d_2, d_3$  = దర్పణములు దీపముల) తో అచ్చు బొమ్మను మిక్కిలి ప్రకాశవంతముగ చేయుదురు.

కాంతి చొరరాని పెట్రెయండు 'దీ' అను మిక్కిలి ప్రకాశవంతమైన దీపము కలదు. దీనివెనుక, ముందు  $d_1, d_2$  అను పుటాకారదర్పణములు పీఠమున చూపబడినట్లు అమర్చబడినవి. పెట్రె అడుగుభాగమున ఒక పలికపై వస్తువు 'వ' నుంచవచ్చును. 'దృ' అను సమతలదర్పణము సమమట్టమునకు  $45^\circ$  ఏటవాలుగా నుండునట్లు వస్తువు కెదురుగ పెట్రెపైభాగమున బిగింపబడినది. 'కృ' అను కటకము అచ్చుబొమ్మలప్రతిబింబములను తెరపై నేర్పరచును. దీని వ్యాసము చాల పెద్దదిగనుండును. 'క<sub>1</sub>', 'క<sub>2</sub>' మాయలాంతరు సంపుటికరణ, కేంద్రీకరణ కటక

ములు. 'అ' అనునది పైడు. ఒక మరసహాయముచే 'దృ' ను మాయలాంతరు కటకములకు అడ్డముగ ఉంచవచ్చును. కావలసినప్పుడు దానిని ప్రక్కకు నెట్టవచ్చును. పెట్రెలోపల, వెలుపల నల్లరంగు పూయబడియుండును. బల్బువేడిమి పెట్రెయందలి వేడిని చల్లార్చుటకు ఎలక్ట్రిక్ ఫాన్ పెట్రెలో బిగింపబడియుండును.

ఎపిస్కోప్ గా పనిచేయునపుడు దీపమునుండి ప్రసరించు కిరణములును,  $d_1, d_2$  ల వద్ద పరావర్తనము చెందిన కిరణములును వస్తువుపై బడి దానిని ప్రకాశవంతముగ చేయును. దీపమునుండి 'దృ', 'దృ' ల దూరము వాని నాభిదైర్ఘ్యము కంటె కొలదిగ ఎక్కువగ నుండును. పై రీతిగ ప్రకాశవంతముగ చేయబడిన వస్తువు నుండి కిరణములు నిలువుగ పైకి ప్రసరించి 'దృ' అను సమతల దర్పణమున పరావర్తనముచెంది, సమమట్టమునకు సమానాంతరముగ 'కృ' ద్వారా వెలువడును. సమతల దర్పణమున ఏర్పడిన వస్తువుయొక్క మిథ్యాప్రతిబింబము 'కృ' అను కటకమునకు దాని 'న, 2న, 3 నడుమ నుండుటచే చాలదూరమున ('2న'కు ఆవల) తెరపై విస్తృత ప్రతిబింబము సుస్పష్టముగ ఏర్పడును. సమతల దర్పణములనుండి 'కృ' అను కటకమున్న దూరము



మార్పుటకు కేంద్రీకరణ మర ఉండును. పై రీతిగ అచ్చు బొమ్మలను తెరపై చూపనగును. ఇదియే ఎపిస్కోప్ దీనిని డయస్కోప్ గా వాడునపుడు 'దృ' అను పుటాకార దర్పణమును క్రిందికి వాలుట కును, 'కృ' అను కటక

మును నల్లని పలికచే మూయుటకును ఒకమీట అమర్చబడి ఉండును. అప్పుడు దీపము 'క<sub>1</sub>', 'క<sub>2</sub>' కటకములమధ్య 'అ' అను పైడునుచేరి మాయలాంతరువలె పనిచేసి తెరపై విస్తృత సుస్పష్టప్రతిబింబ మేర్పరచును. పై రీతిగ ఈ సాధనమును రెండు విధములుగా వాడుదురు.

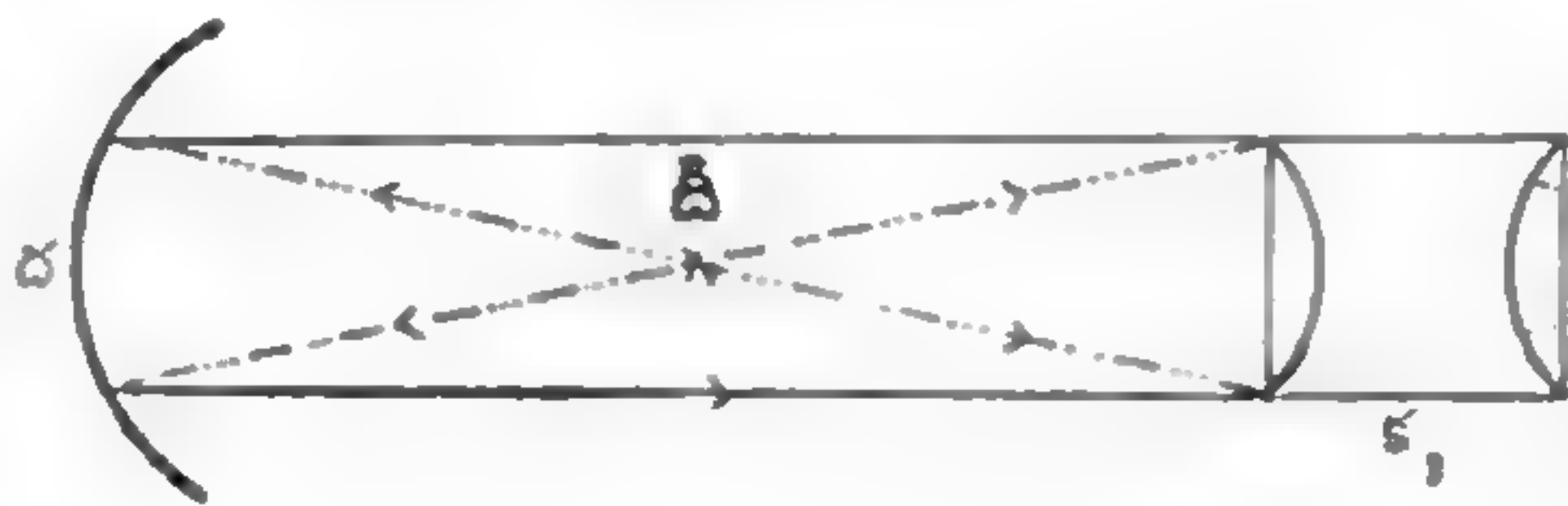
కొన్నిటిలో ఎపిస్కోప్, డయస్కోప్ కేంద్రీకరణ కటకములు పై చూపబడినట్లు ప్రత్యేకముగ ఉండక ఒక్కచే (కృ) స్థానమున నుండునట్లు అమర్చబడియుండును. వాటిలో పైడు కృ, దృ మధ్యపెట్టుటకు వీలుండునట్లు అమర్తురు. డయస్కోప్ గా వాడునపుడు వస్తువుస్థాన



మున ఒక సమతలదర్పణము  $45^\circ$  సమమట్టముననుండు నట్లు బిగింపబడియుండును. ఎపిస్కోప్ గా వాడునపుడు వస్తువుస్థానమునగల సమతల దర్పణమును మీటనహాయమున ప్రక్కకు త్రోసి అచ్చబొమ్మలను తెరపై చూపనగును.

యక్షిణీలాంతరు: ఈ పరికరమునందు ముఖ్యభాగము 'క' అను ద్వికుంభకటకము. కేంద్రమునుండి నాభికిని, దాని రెట్టింపు దూరమునగల బిందువునకును (న, 2న)

మధ్య ఒక వస్తువునుంచిన కటకమునకు ఆవలివైపున 2న కంటె దూరమున



యక్షిణీలాంతరు: క = ద్వికుంభకటకము; అ-అ = వైడు; ద = పుటాకార దర్పణము; దీ = దీపము.

యొక్క ప్రతిబింబమును పర్వరచు స్థలమున 'క' అను కేంద్రీకరణ కటకము ఉం

విస్తృత ప్రతిబింబము తలక్రిందుగా ఏర్పడును. ఈ సూత్రమే యక్షిణీలాంతరునందు సినిమా ప్రొజెక్టర్ లలోను ఉపయోగింపబడునది. ఈ పరికరములోని మిగతా భాగము లన్నియు ప్రతిబింబమును ప్రకాశవంతముగ చేయుటకు ఉద్దేశింపబడినవే.

దీని నిర్మాణము పటములో చూపబడినది. 'దీ' అను మిక్కిలి ప్రకాశవంతమైన దీపముగాని, లేదా విద్యుత్ చాపముగాని ఒక పెట్టెయందుండును. దానివెనుక 'ద' అను పుటాకార దర్పణము కటకపు నాభిదైర్ఘ్యమునకు సమానమైన దూరమున అమర్చబడినది దీపమునకు ముందు 'క<sub>1</sub>' అను కేంద్రీకరణ కటకము దాని నాభిదైర్ఘ్యము దూరముకన్న కొలదిగ ఆవలినుండును. ఈ కేంద్రీకరణ కటకమునందు రెండు సమానాంతరకుంభకటకములు ఒక గొట్టమున కొలదిదూరమున బిగింపబడినవి. 'క<sub>1</sub>' సమీపముననే 'అఅ' యను కిరణభేద్యమును వైడు గలదు. దాని తరువాత 'క' అను కేంద్రీకరణకటకము కలదు. ఈ కటకముకూడ కేంద్రీకరణ కటకము వలెనే నిర్మింపబడినది. దీనికి ఆవలివైపున చాలదూరమున తెరయుండును, తెరతప్ప మిగతాభాగము లన్నియు వెలుతురు చొరరాని పెట్టెయందు అమర్చియుండును.

దీపమునుండి కిరణములు అన్నివైపుల ప్రసరించును. నాభిదైర్ఘ్యదూరమునగల 'ద'పై బడిన కిరణములు పరావర్తనముచెంది ముఖ్యాక్షమునకు సమాంతరముగ 'క'పై పతనమగును. 'ద'నుండి నేరుగవచ్చిన కిరణము లతో ఈ పరావర్తితకిరణములు కలిసి 'క<sub>1</sub>' ద్వారా

వక్రీభవించి 'అఅ' యను వైడును మిక్కిలి ప్రకాశవంతముగ జేయును. పిదప ఆ కిరణములు 'క' యను ద్వికుంభకటక కేంద్రము ద్వారా ప్రసరించి తెరపై బడును. 'అఅ' యను వైడును తలక్రిందుగా 'క' యొక్క 'న, 2న' ల మధ్య నుండుటచే ఎదుటివైపున చాల దూరమున ఉన్న తెరపై విస్తృత ప్రతిబింబము నిలుపుగా నేర్పడును. వైడుపై వ్రాసిన బొమ్మగాని, విషయముగాని తెరపై సుస్పష్టముగ నగపడును. 'క<sub>1</sub>' అను కటకము దీపము

దీని తెరపై ప్రతిబింబము సుస్పష్టముగా నుండును. కాన వైడునుండి 'క' యొక్క దూరము మార్పుటకు 'రాక్ అండ్ పినియన్' ఏర్పాటు కలదు. దీని మూలముననే సుస్పష్ట ప్రతిబింబ మేర్పడునంతవరకు 'క'ను కేంద్రీకరింప వచ్చును. చిత్రదర్శక యంత్రము సాధారణముగా చీకటి ఉన్నపుడే వాడెదరు.

కెమేరా: ఫోటోలుతీయుయంత్రమునే ఛాయాగ్రహణ యంత్రమనియు, లేదా కెమేరాలనియు అందురు.

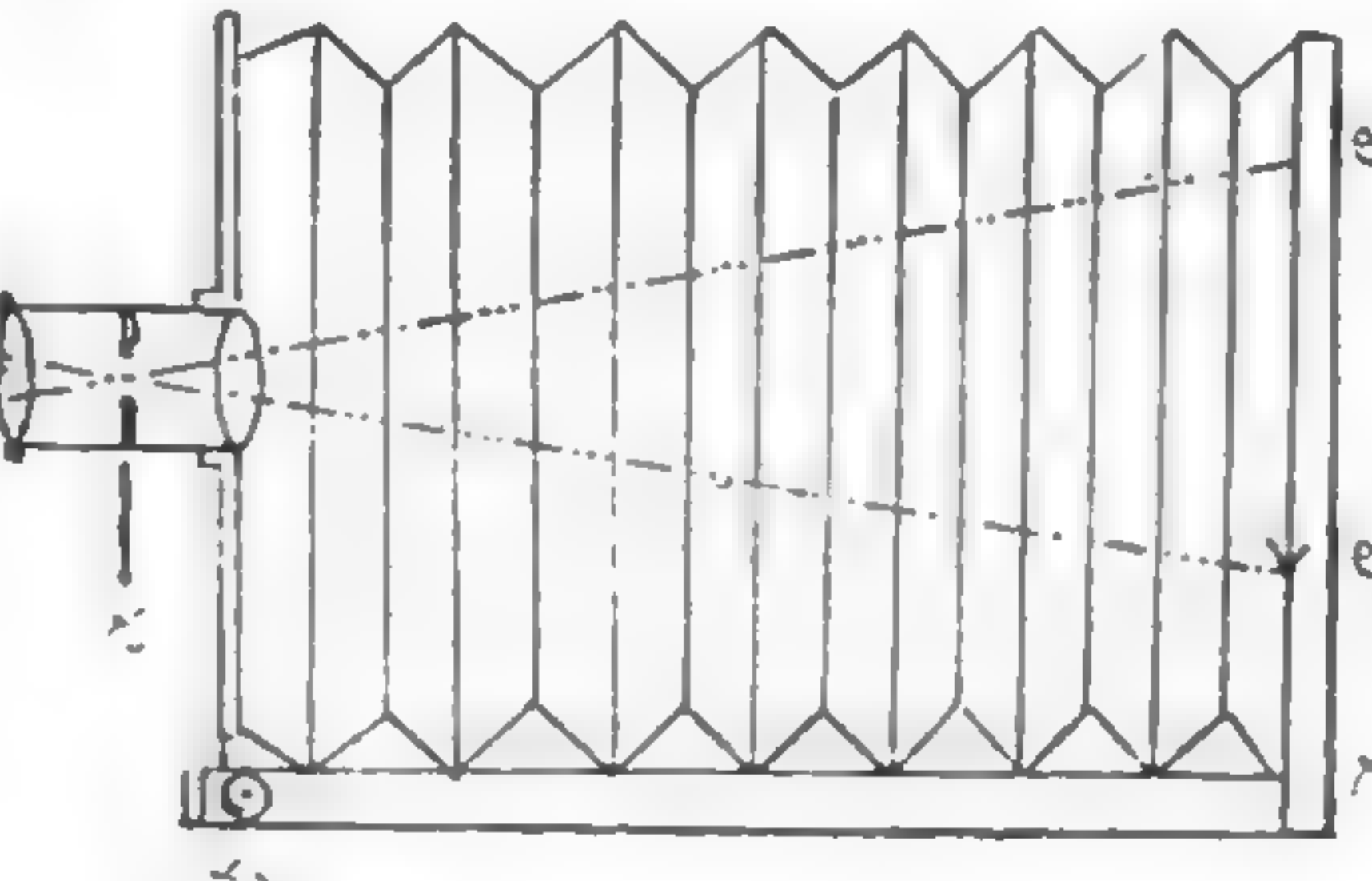
ఈ పరికరములోని ప్రధాన భాగము 'క' అను ద్వికుంభకటకము. ఒకకుంభకటకపు నాభిదైర్ఘ్యమునకు రెట్టింపుదూరమునకు ఆవలినున్న వస్తువుయొక్క నిజమైన ప్రతి బింబము 'న', '2న' ల నడుమ చిన్నదిగా, తలక్రిందుగా ఏర్పడును. ఈ సూత్రము కెమేరా నిర్మాణమునకు ఆధారము. వెలుతురుచొరరాని కొలిమి తిత్తివలె ముడుచుటకు, సాగదీయుటకు వీలైన పెట్టెయొక్క ముందుభాగమున 'క' అను కుంభకటకము ఉండును. ఈ కుంభకటకము నిజముగా రెండిటికూడిక. ఈ కూడికవలన ప్రతిబింబపు అస్పష్టత తొలగిపోవును. ఈ కటకమునకు సరిగా వెనుకభాగమున 'గ' యను గరుకుగాజుతెర గలదు. 'మ' అను ప్రక్కగల స్క్రూసహాయమున కటకమునకు, గరుకుగాజుతెరకు మధ్యనున్న దూరమును మార్చవచ్చును. ఈ కటకముపై ఒకమూత అమర్చబడియుండును. ఈమూతను పూర్ణముగామూసివేయుటకుగాని, ఎంతవలసిన అంతమట్టుకు తెరచుటకుగాని అవకాశమున్నది. దీనికి 'షట్టర్'; అని పేరు. కెమేరాకు ముందుంచిన



వస్తువునుండి వచ్చు ప్రకాశము నిర్ణీతకాలముమాత్రమే లోనికిపోనిచ్చి పిమ్మట మూసికొనిపోవునట్లు ఈ మూతను అమర్చవచ్చును. 'క' వెనుకగల పలుచనితెరలో 'డ' అనుచోట ఒక కన్నముండును. ఈ తెరయందున్న సాధనముచే కన్నపు వైశాల్యమును మార్చుచు కావలసినంత వెలుతురును కెమేరాలోనికి పోనీయవచ్చును. దీనినే కెమేరాయొక్క కనుపాప లేదా 'ఎపర్చర్' అందురు. ఈ ఎపర్చర్ కలిగిన పొరకు 'డయాఫ్రమ్' అని పేరు. సుస్పష్టమైన ప్రతిబింబము ఏర్పడుటకు ఈకనుపాప చాల చిన్నదిగ నుండవలెను. కటకపు నాభిదైర్ఘ్యము (న) కు, కనుపాపవ్యాసము (ద) కు గల నిష్పత్తిని తెలుపు అంకె  $\left(\frac{n}{d}\right)$  కెమేరా ఛాయాగ్రహణ సామర్థ్యమును తెలుపును.

'అ ఆ' అను వస్తువు 'క' అను కటకమునకు '2 న' కంటే చాలదూరమున ఉండుటచే దాని నిజమైన ప్రతిబింబము తలక్రిందులుగా 'గ' యను గాజుఫలకముపై ఏర్పడును. 'మ' అను స్క్రూను త్రిప్పటచే కెమేరా పొడవును మార్చి గాజుతలముపై పడు ప్రతిబింబమును

అ  
క  
ఆ  
గ



కెమేరా

సుస్పష్టముగచేయవచ్చును. విదప కెమేరా షట్టర్ ను మూసి గాజుఫలకస్థానమున ఒక ఛాయాగ్రహణఫలకమునుంచుదురు. షట్టర్ ను నిర్ణీతకాలము తెరచిపెట్టి వస్తువు ప్రతిబింబము గ్రహణఫలకముపై పడునట్లుచేసి మరల షట్టర్ ను మూయుదురు. దీనినే 'ఎక్స్పోజర్' (ఎదురుపెట్టుట) అందురు. విదప ఆ గ్రహణఫలకమును వెలుతురు చొరరాని చట్రములో బాగ్రత్తగానుంచెదరు.

ఛాయాగ్రహణఫలకముపై సిల్వర్ బ్రోమైడ్ గల జిగురుద్రవ్యము పూయబడియుండును. ఈ సిల్వర్ బ్రోమైడ్ లవణమునుండియే ఈఫలకమునకు ఛాయాగ్రహణసామర్థ్యమలవడినది. వెలుతురు పడినచోట్లనెల్ల ఫలకముపైగల ద్రవ్యము కంటికి గోచరముకాని కొన్ని రాసాయనిక మార్పులకు లోనగును. ఈఫలకమును వెలుతురు తగలనీక ఎర్రనిదీపపుకాంతిలో చట్రమునుండి పైకితీసి 'డెవలపర్' అను రాసాయనికద్రావకములో ఉంచెదరు. ఈ డెవలపర్ చేయుపని ఫలకముపై పడిన కాంతికారణముగా ప్రచ్ఛన్నమైయున్న ఛాయాచిత్రమును మనకంటికగుపడునట్లు చేయుట. ప్రచ్ఛన్నమైనచిత్రమును వ్యక్తముగాచేయు

సామర్థ్యముగల డెవలపర్ అను ఈ రాసాయనికద్రవ్యమునకు మనము వికాసకమనియు లేదా వ్యక్తకమనియు అందుము.

కాంతియొక్క ఆక్సిహరణప్రభావమువలన అది పడిన చోట్లనెల్లను, సిల్వర్ బ్రోమైడ్ నుండి వెండిధాతువువేరగును. ఈ ధాతుకణములు అక్కడక్కడ కేంద్రకములుగా నుండి ఫలకము వ్యక్తకద్రావకము (డెవలపర్) లో నుంచినపుడు ఈ ధాతుకణ కేంద్రకములచుట్టు వెండిధాతువు వేరగును. ఇది నల్లగా నుండుటచే వెలుతురుపడినచోట్లెల్ల అతిగాఢమైన నలుపురంగు అలమరించుకొని ఉండును. ఇట్టి స్థితిలో ఆ ఫలకముపై వెలుతురుపడని సిల్వర్ బ్రోమైడ్ భాగములుండుటచేఫలకమును వెలుతురులోనికి తీసికొనిరాకూడదు. అందుకై మార్పుచెందని సిల్వర్ బ్రోమైడ్ భాగము సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ ద్రావణముచే కడిగివేయుదురు. ఈ ద్రావణమునకు కాంతికారణముగా రాసాయనికపు

మార్పును చెందని సిల్వర్ బ్రోమైడ్ ను తనలో విలీనము చేసికొను సామర్థ్యము గలదు. అందుచే కాంతి పడని చోట్ల నుండు సిల్వర్ బ్రోమైడ్ అంతయు ఈద్రావణ

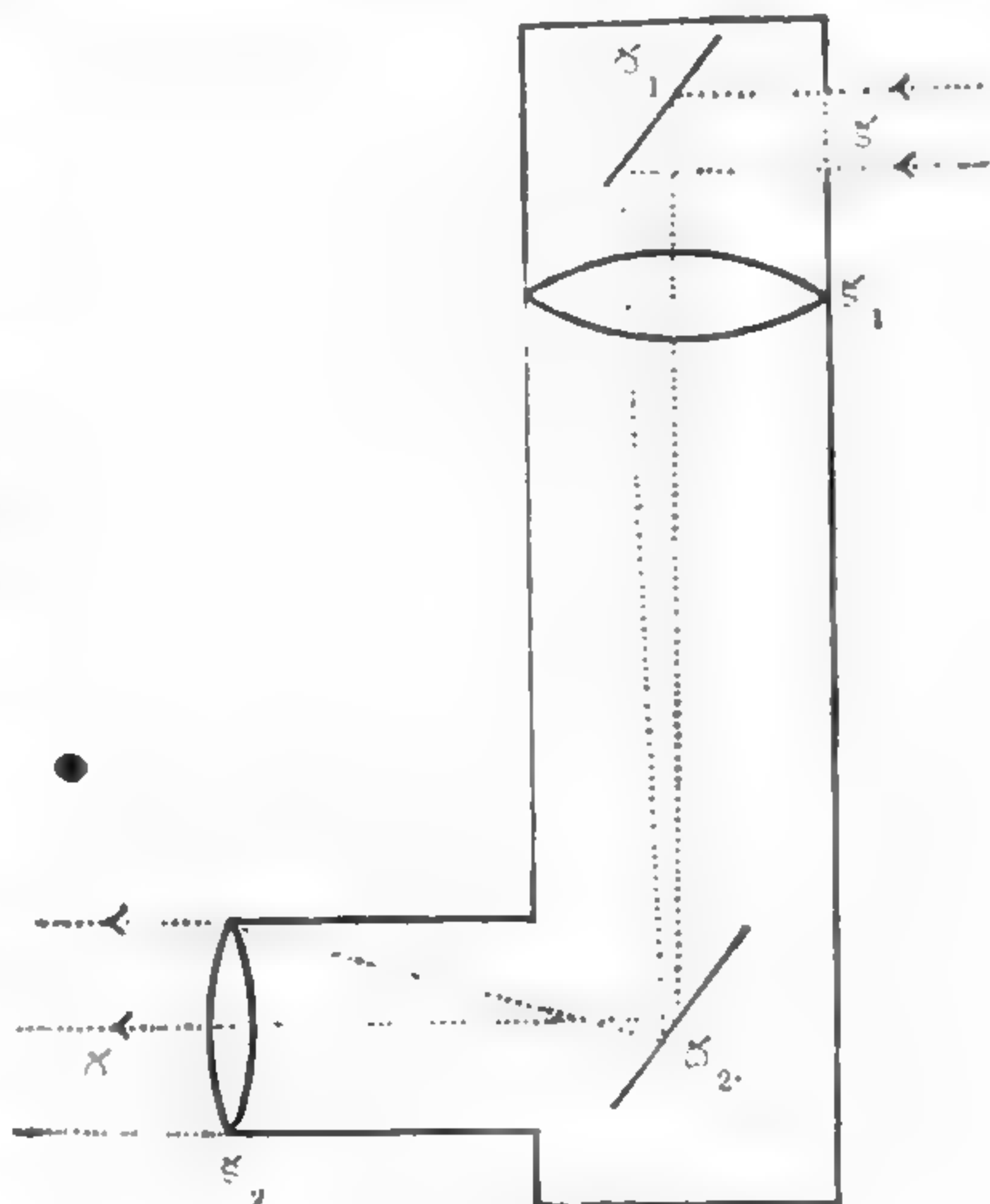
ములో కరిగిపోవును. ఇట్లే ద్రావణమందు కొంతకాలముంచి ఫలకమును పైకితీసి శుద్ధజలముతో కడిగి ఆరబెట్టుదురు. ఈవిధానమునకు స్థిరీకరణము (ఫిక్సింగ్) అందురు. వస్తువులో కాంతిపడ్డచోట్లెల్ల చిత్రములో నల్లగను, విరుద్ధమగుచోట్లెల్ల తెల్లగను, ఫలకముపైగల ప్రతిబింబములు గోచరించును. వస్తువుపై గల ఛాయాప్రకాశముల విభజనక్రమమునకు విరుద్ధముగానున్నక్రమము ఫలకముపైనున్న చిత్రమున గోచరించును గనుక, ఈ ఫలకమునకు 'వ్యతిరేకచిత్రము' (నెగెటివ్ ఇమేజ్) అని పేరు. ఈ వ్యతిరేకచిత్రమే మనము సాధారణముగా చూచు ఛాయాచిత్రమునకు మాతృక. దీనినుండి చిత్రములను సంపాదించవలెననిన దీని నొక చట్రముననుంచి దానివెనుక ఒకఛాయాగ్రహణ కాగితము (పి.ఓ.పి.)ను ఉంచి మంచికాంతిలో ఉంచుదురు. ప్రకాశమును నిర్ణీతకాలము దానిపై బడనిచ్చి దీనినుండి 'సరళచిత్రము' (పోజిటివ్)ను తీయుదురు. ఈకాగితముపై కూడా కాంతి రాసాయనికపు మార్పును చెంది కాంతి గ్రహణసామర్థ్యము గల రాసాయనికద్రవ్య మొకటి ఉండును. ఫలకముపై నుండు అట్టిద్రవ్యము సిల్వర్ బ్రోమైడ్



అని చెప్పియుంటిమి. ఈ కాగితముపై ఉండునది సిల్వర్ క్లారైడ్. ఛాయాచిత్రములను గ్రహించుట కుపయోగించు రాసాయనిక ద్రవ్యములన్నియు సాధారణముగా రజత లవణములే అను విషయము గమనింపదగినది. కాంతికి కూర్చుచెందు మరికొన్నిద్రవ్యములున్నను రజతలవణము లంత మార్పు చెందగలిగిన ద్రవ్యములు లేవు. వ్యతిరేక చిత్రము గల ఫలకముక్రిందనుంచిన ఈ కాగితమును ముందు ఫలకమును ఎట్లు వ్యక్తకముచేతను కడిగితిమో అటులనే ఈ కాగితమును కూడ వ్యక్తక, ద్రవ్యప్రభావమునకు గురి చేయుదుము. కాగితముపై బడిన చిత్రమందు వ్యతిరేక చిత్రపు భాగముల నుండి వెలుతురుపడుటచే వ్యతిరేక చిత్రమున నల్లగా నుండుచోట్లు కాగితపు చిత్రముపై తెల్లగాను, అందుకు విరుద్ధముగా నుండుచోట్లు నల్లగాను, గోచరించుటచే ఈ కాగితపుచిత్రమునకు సరళచిత్రము అని పేరు; దీనినే 'ఫోటో' అందురు. కేమేరాలలో ఛాయాగ్రహణ ఫలకమువంతు ఛాయాగ్రహణ పటము కూడ వాడుదురు.

పెరిస్కోప్ : యుద్ధసమయములందు కందకములలోను, జలాంతర్గాములలోను ఉండు మనుష్యులు తమకు అపాయము లేకుండ శత్రుపటాలముల గమనమును అవలోకించుటకు పెరి

స్కోప్ సాధనమును వాడుదురు. ఒక పొడుగుధాతు గొట్టము చివర 'క' యను నొక గాజు ద్వారము కలదు. దీని కెదురుగా 'ద<sub>1</sub>' యను సమతల దర్పణము సమమట్టమునకు 45° కోణము చేయునట్లు ఏటవాలుగా



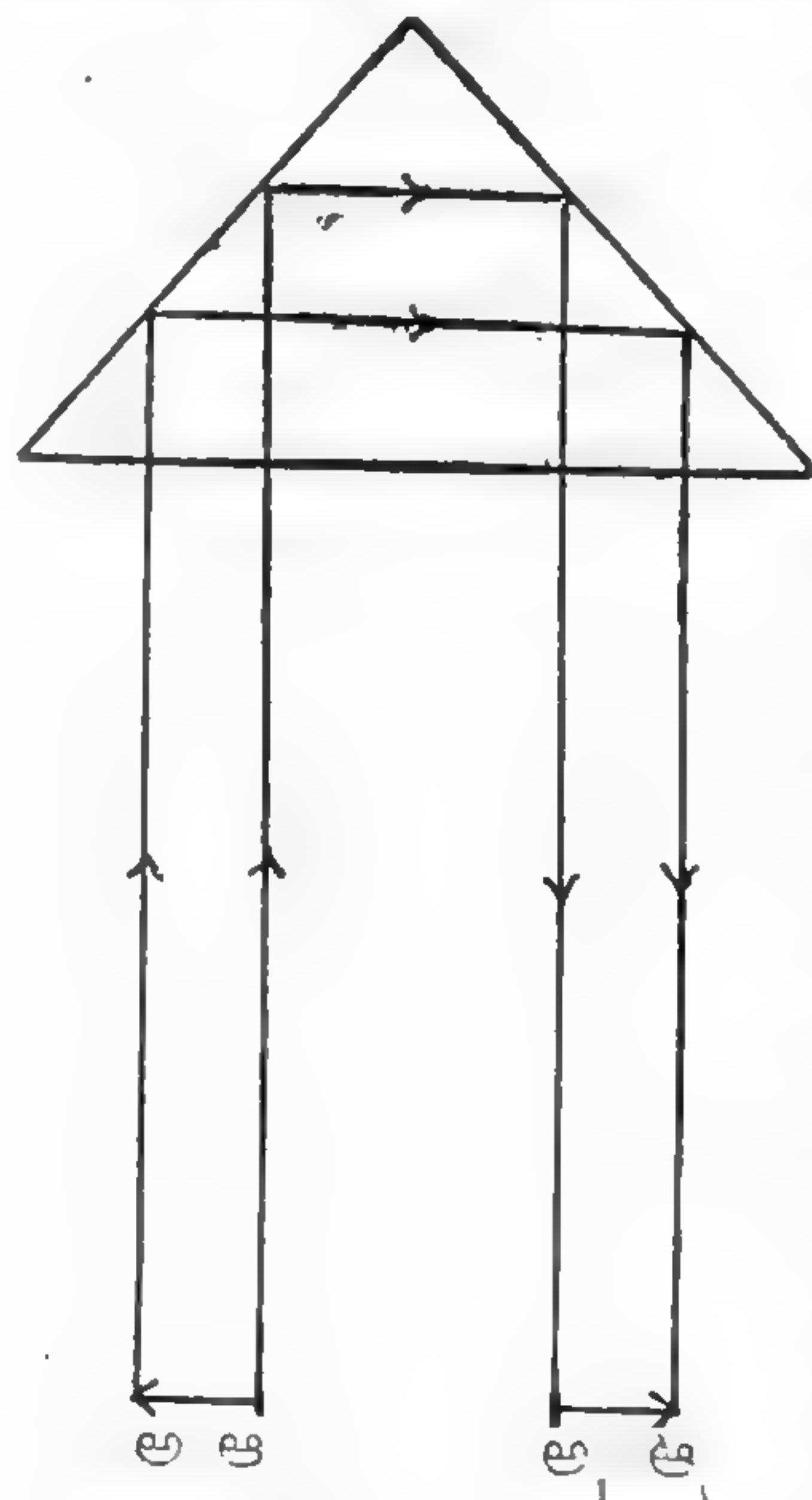
పెరిస్కోప్ (పరిదర్శక)  
క, గ : గాజు ద్వారము  
ద<sub>1</sub>, ద<sub>2</sub> : సమతల దర్పణములు  
క<sub>1</sub>, క<sub>2</sub> : కటకములు

అమర్చబడినది. కాన, దూరవస్తువులనుండి వచ్చు ప్రకాశ కిరణములు సమమట్టమునకు సమానాంతరముగ దర్పణము పైపడి, క్రిందికి నిలువుగా పరావర్తనము చెందును. పిమ్మట ఆ కిరణములు 'ద<sub>2</sub>' అను రెండవ సమతల దర్పణముపై

పడును. 'ద<sub>2</sub>' కూడ మొదటి దర్పణమునకు సమానాంతరముగ గొట్టము రెండవ చివర నమర్చబడినందున, ఆ కిరణములు 'ద<sub>2</sub>' వద్ద మరల పరావర్తనముచెంది 'గ' అను ద్వారమున సమమట్టమునకు సమానాంతరముగ వెలువడును. దీనిలో వాడు గొట్టము చతురస్రాకారము కలిగియుండును. 'క', 'గ' ల వద్ద గాజు పలకలను అమర్చి గొట్టములో నీరు చొరనివ్వక వాడవచ్చును. అందువల్లనే జలాంతర్గాములందు దీనిని వాడుదురు. దీని మూలమున గోడచాటున దాగియుండి గోడ ఆవలివైపున జరుగు పందెములను చూడవచ్చును. తమకు అపాయములేకుండ శత్రువ్యూహములను కందకములలో నుండి తిలకింపవచ్చును. జలాంతర్గాములు ఉపయోగించు సాధన నిర్మాణము ఇంత సులభము కాకపోయినను ఇదే సూత్రముపై ఆధారపడినది. సమతల దర్పణములకు బదులుగా సంపూర్ణాంతర పరావర్తనపట్టకముల నుపయోగింపవచ్చును.

బైనాక్యులర్స్ : పర్యవేక్షణకులు, బాలభటులు, సైనికులు దూరముననున్న వస్తువులను చూచుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు. విమానాశ్రయములలోను, గుర్రపు పందెములను చూచుటకును దీనిని వాడుదురు.

ఒకే పొడవుగల రెండు గెలిలియన్ దూరదర్శనిలు రెండు కండ్లతోనూ ఒకేమారు చూచుటకు వీలగునట్లు ఒక



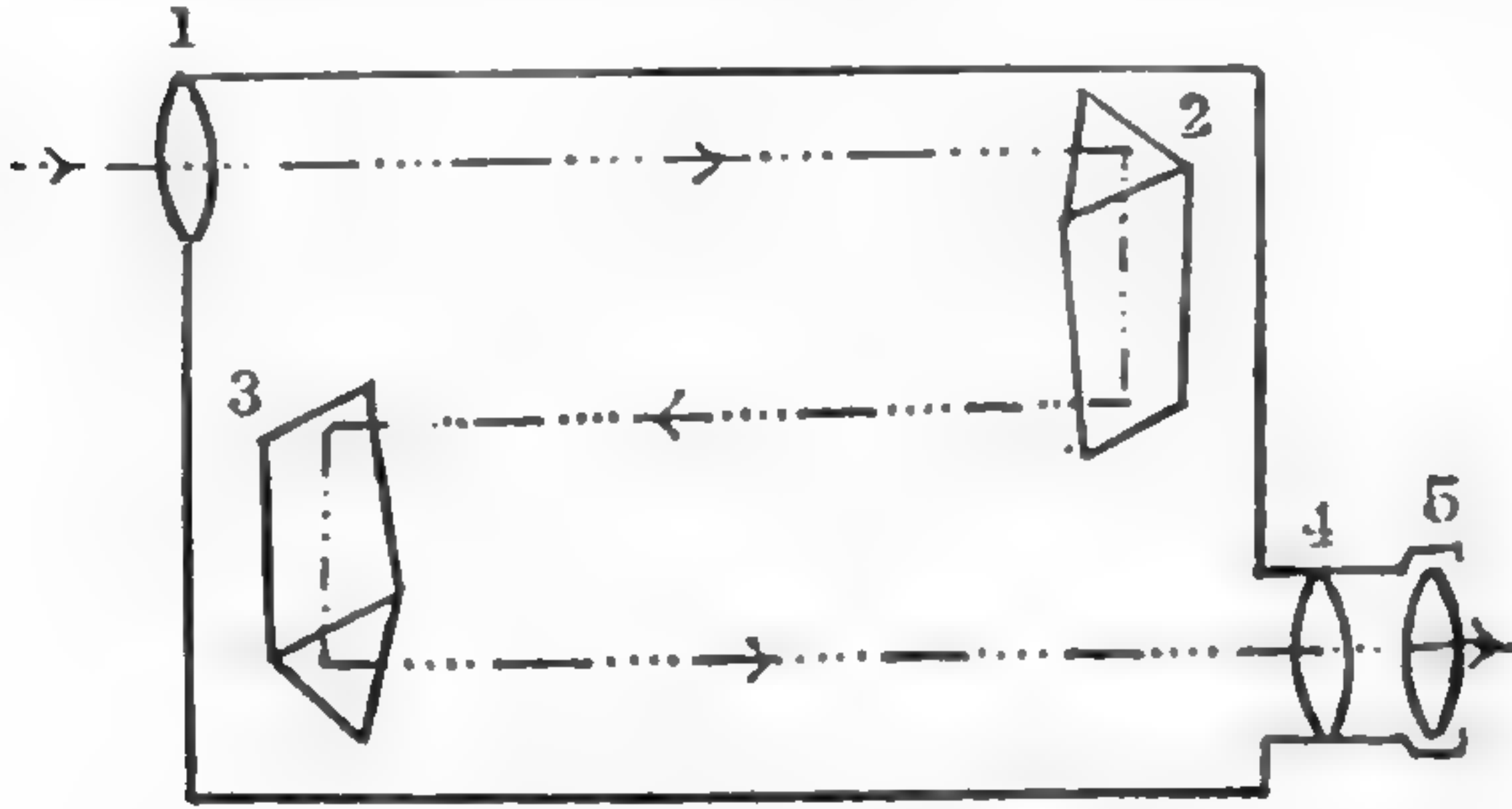
సంపూర్ణాంతరపరావర్తనమున  
పార్శ్వవిపర్యాసము

దాని ప్రక్కన ఒకటి అమర్చబడి ఉండును. ఒక్కొక్క దూరదర్శని యొక్క వస్తుకటకము, అక్షికటకముల మధ్య రెండు సమబాహు లంబకోణ పట్టకములు ఉన్నవి. దూరముననున్న వస్తువుల నుండి కిరణములు సమానాంతరముగ ప్రసరించి వస్తుకటకము ద్వారా వెలువడును. పిదప ఒక పట్టకముపై బడి సంపూర్ణ పరావర్తనముచెంది, రెండవ

పట్టకముపై మరలపడి రెండవమారు సంపూర్ణపరావర్తనముచెంది, అక్షికటకము ద్వారా కిరణములు కంటిలో



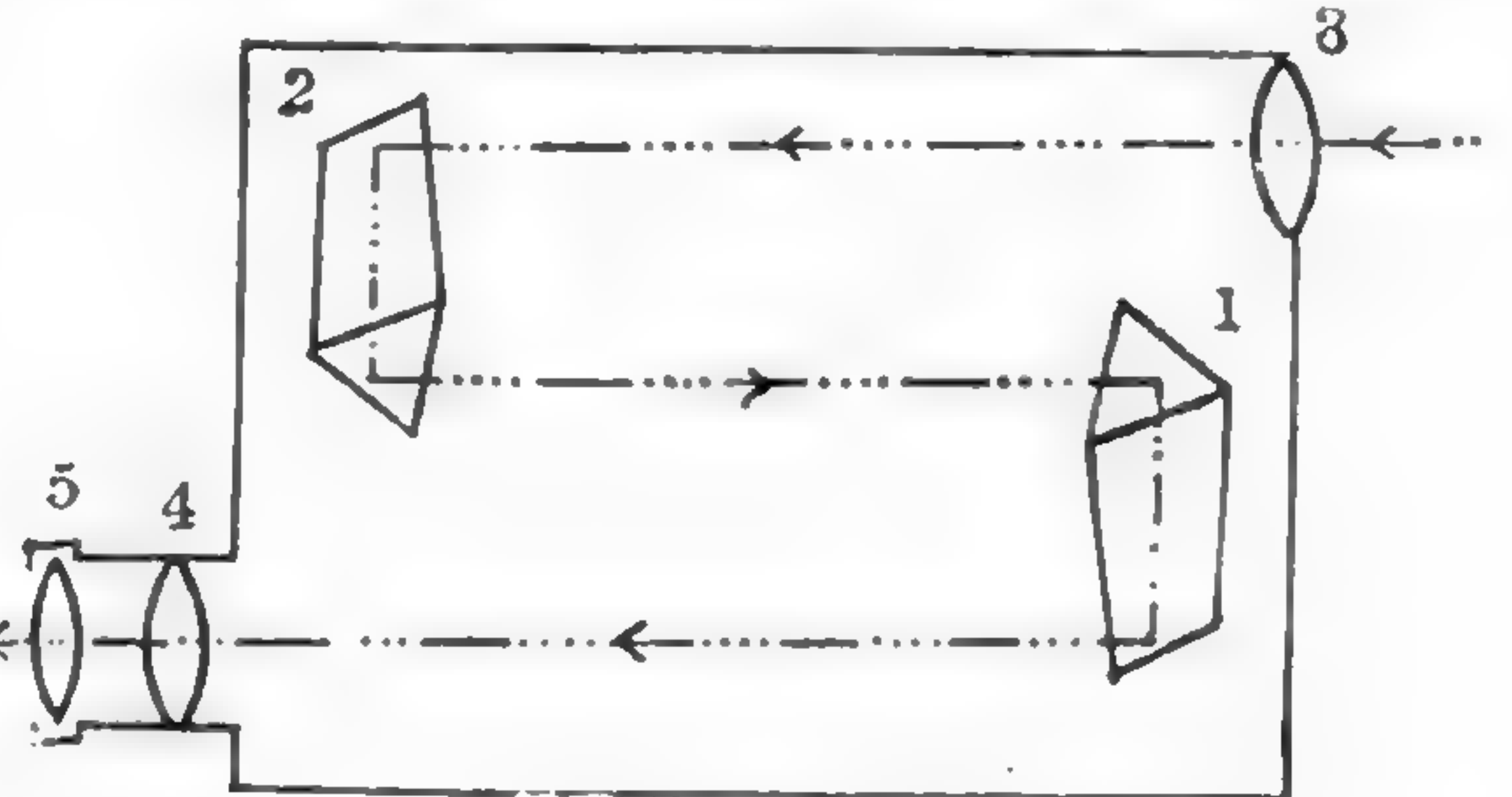
ప్రవేశించును. పై రెండు పట్టకముల అంచులు ఒకదాని కొకటి లంబముగా ఉంచినందున మనము చూచు ప్రతిబింబమున, కుడివడములు పార్శ్వవిపర్యాసము చెందుటగాని, నిలువున తలక్రిందులుగ పడుటగాని ఉండదు. వస్తువువలెనే ప్రతిబింబము గోచరించును. క్రింది పటములలో చూపబడినట్లు కిరణములు మూడుమార్లు ప్రతి దూరదర్శనిలోను విరుగును. పట్టకములు ఒకదానికెదుట నొకటి ప్రసరణమునకు అడ్డుగనుండక కొద్దిగ ప్రక్కన, పటములో చూపబడి



1 వస్తుకటకము; 2, 3 పట్టకము;  
4, 5 అక్షికటకము.

జై నాకుల్స్

కొననున్న గరుకుగాజు బిళ్ళపై కొంచెమెడముగా మరొక మంచిగాజు బిళ్ళ అమర్చియుండును. ఈ రెండిటిమధ్యను రంగురంగుల గాజుముక్కలు, గాజుపూసలు ఉండును. కంటితోచూచు వైపు గాజుబిళ్ళ చాలమట్టుకు మూయబడి చూచుటకు చిన్నసంకు ఉండును. ఈ గొట్టమును చేతిలో ఉంచుకొని త్రిప్పిన గాజుముక్కలు, పూసలు భిన్నవిచిత్ర సన్నివేశములను పొంది కోణములోనున్న రెండు గాజుఫలకములలో ప్రతిబింబితమై, ప్రతి సన్నివేశమును అయిదు

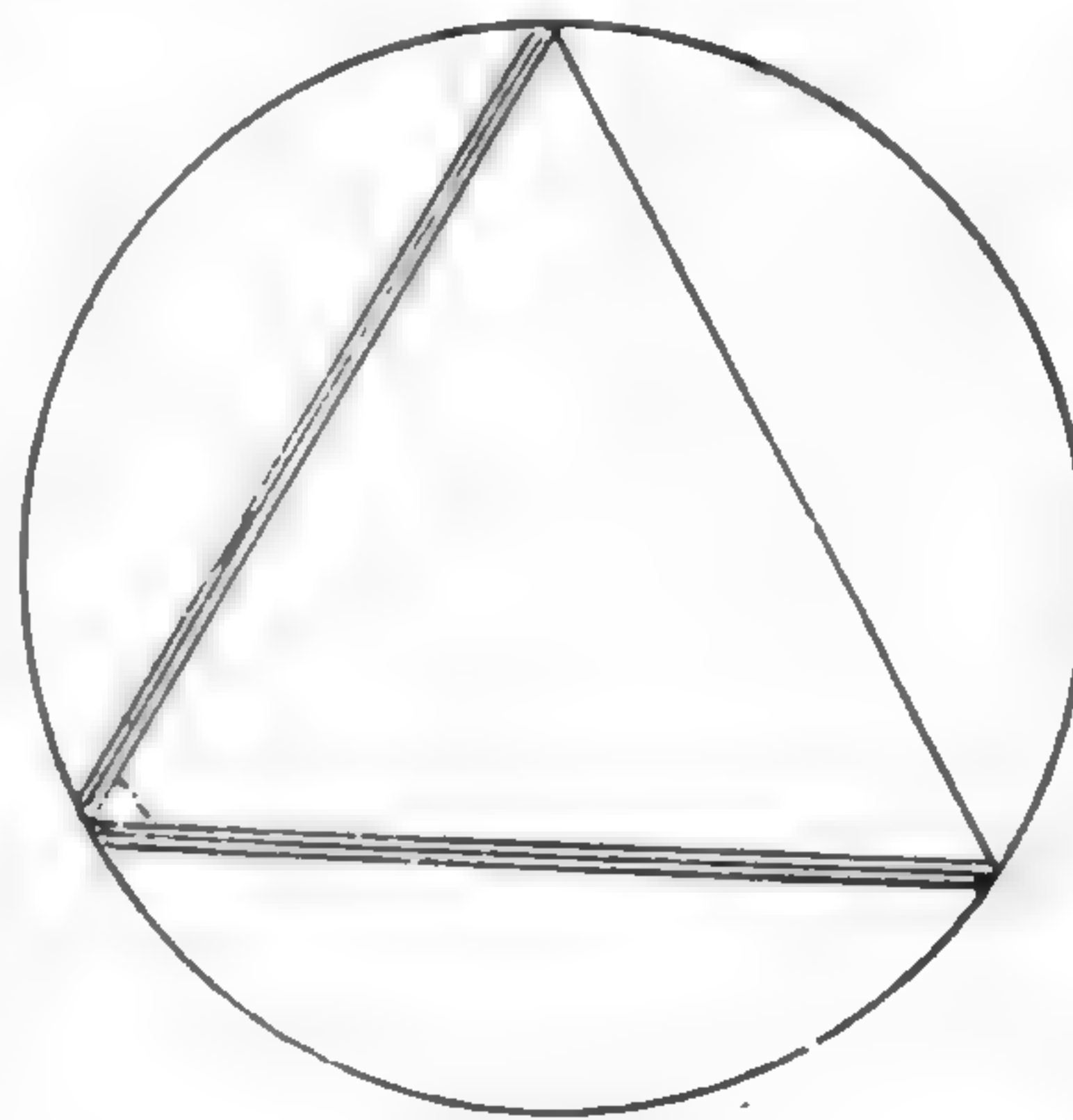


1, 2 పట్టకము; 3 వస్తుకటకము;  
4, 5 అక్షికటకము.

నట్లు దూరదర్శని కటకములతోకూడ గొట్టమున అమర్చబడినవి. కాన, తక్కువ నిడివిగలిగినను పొడవైన దూరదర్శనివలె పనిచేయుచు సుస్పష్టమైన విస్తృత ప్రతిబింబము నిచ్చును. రెండవ దూరదర్శనికూడ ఇదేరీతిగ పనిచేయును. ఈ రెంటి ముఖ్యాక్షములు కంటి ముఖ్యాక్షములవలెనే కొద్దిగా ఏటవాలుగా నుండుటచేత రెండు దూరదర్శనిలలోనూ ఒకే ప్రతిబింబము కాననగును. దీనినే అక్షములను కుదుర్చుట అందురు. వస్తువుపై దూరదర్శనిలను కేంద్రీకరించుటకు ఒకమర గలదు. కండ్లమధ్యగల దూరమునకు సమమగునట్లు దూరదర్శనిలమధ్యగల దూరమును మార్చనగును. ఈ జై నాకుల్స్ ను చర్మపు పెట్టెలందు అమర్చి మెడకు వ్రేలాడదీసికొని సులభముగ తీసికొనిపోవచ్చును.

చిత్రదర్శని (కెలిడియోస్కోప్): ఈ పరికరమును 1817 లో సర్ డేవిడ్ బ్రూస్టర్ అను స్కాట్లండ్ శాస్త్రవేత్త కనుగొనెను. ఇందలి విచిత్రదృశ్యము ప్రతిబింబము మరలమరల ప్రతిబింబితమగుటచే ఏర్పడుచున్నది. ఇదిపైకి ఒక గొట్టముగా కనిపించును. ఆ గొట్టము పొడవునా రెండు కళాయి వేసిన గాజు ఫలకములు నిర్ణీతకోణములో అమర్చబడి ఉండును. మూడవవైపు మొదటి రెండు గాజు ఫలకములతోను ముక్కోణముగానుండి కళాయిలేని మరియొక గాజుఫలకము ఉండును. ఆ గొట్టము ఒకవైపు గరుకుగాజు ఫలకతోను, కంటితో చూచువైపు మంచిగాజు ఫలకతోను మూయబడియుండును. ఇదిగాక కంటికి ఆవల

ప్రతిబింబములలో కనబడును. వస్తువుతోకూడా ప్రతిబింబముల సంఖ్య ఆరు అగుటచే ఈ ప్రతిబింబముల సముదాయము షట్కోణసౌష్ఠ్యమును కనపర్చును. ఇందులో అగవడు ప్రతిబింబముల సంఖ్య గాజుఫలకముల మధ్యగల



చిత్రదర్శని  
దశముగానున్న గీతలు దర్శనములను  
సూచించును.

కోణమును బట్టి ఉండును. క్రింది సమీకరణములచే ఆ సంఖ్యను లెక్కింపవచ్చును కూడ :

$$\text{ప్రతిబింబముల సంఖ్య} = \frac{360}{\theta} - 1$$

ఇక్కడ  $\theta =$  ఫలకములమధ్య కోణము. 360

సంఖ్య,  $\theta$  చేసరిగా తెలిపియినపుడు

పూర్ణ సంఖ్యగల

ప్రతిబింబములు ఏర్పడును. పైని చెప్పినట్లు కోణము 60° అయినచో ప్రతిబింబముల సంఖ్య  $\frac{360}{60} - 1 = 5$  అని సులభముగా తెలియనగును.

ఈ గొట్టములో ముక్కోణస్థితిలోనున్న మూడుగాజు ఫలకములును కళాయివేయబడినవేలయినచో ప్రతిబింబ



ములసంఖ్య అనంతము. ఈ పరికరము చిన్నపిల్లలు ఆడు  
కొను వస్తువుగా వాడుచున్నారు. బట్టలమీద గోడలమీద  
చిత్రములను వేయువారలకిది చాల ఉపకారకమైనది.

స్టీరియోస్కోప్: దూరముననున్న వస్తువును మొదట  
ఒక కంటితోనూ, మరల రెండవకంటితోను చూచిన ఆ  
వస్తువు ఉన్న స్థానము కొద్దిగ మారినట్లు గోచరించును.  
అనగా, కండ్ల అంతఃపటలముపై ఏర్పడిన ప్రతిబింబములు  
నిన్నీ విధముల ఒకే మాదిరిగ ఉండవు. దీనికి కారణము  
రెండు కండ్లమధ్య కొంతదూరము ఉండుటయే. అయితే, ఈ  
రెండు ప్రతిబింబములను మెదడు ఏకముచేసి ఒకే బింబముగ  
నవరచును. ఈ శక్తివలన వస్తువు వాస్తవికముగా ఘనస్థితి  
గోనున్నట్లు అగపడును. దీనినే స్టీరియోస్కోపిక్ దృశ్య  
ఘనియు లేదా బైనాక్యులర్ దృశ్యమనియు అందురు.

ఒక వస్తువుదికానిదో, లేదా దృశ్యముదికానిదో ఫోటోను  
కెమేరాతో తీయుదురు. మనుజునిరెండుకండ్లమధ్యదూరము

అంతకంటె

కొంత దూరము

మాత్రమే ఆ

కెమేరాను

పక్కకు జరిపి

రిగి ఫోటో

తీయుదురు.

అ.అ', 'అ<sub>1</sub>

అ<sub>2</sub>' అను ఈ

రెండు ఫోటో

లను అట్టపై

ఒక దానిప్రక్క

నొకటి అతికిం

చురు. పిమ్మట

వీనిని రెండు

చిన్నకోణము

బుగల పట్టక

ముల ద్వారా

చూచెదరు.

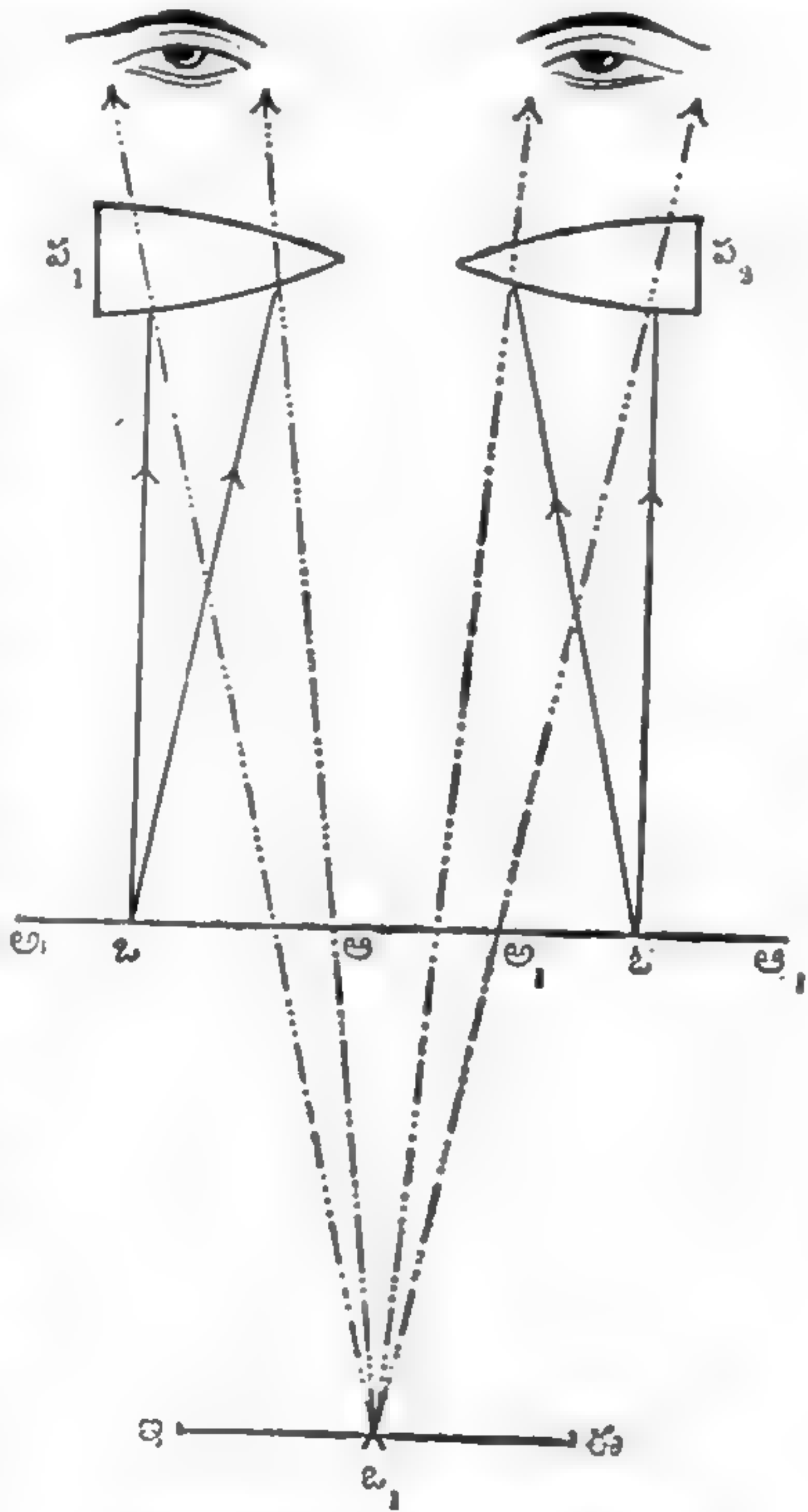
ఈ పట్టకము

(ప్ర<sub>1</sub>, ప్ర<sub>2</sub>)ల అం

దులు ఒకదాని

కెదురుగ ఒకటి

ఉండును. 'ఒ' నుండి బయలుదేరిన కిరణములు పట్టకము  
ద్వారా అతిక్రమణము చెందిన పిదప 'ఒ' కు ఎడమవైపున  
'ఒ' అను మధ్యబిందువు నుండి వచ్చునట్లు కుడికంటికి అగ



స్టీరియోస్కోప్ ఘనచిత్రదర్శకము

అ.అ, అ<sub>1</sub>అ<sub>2</sub>: అట్టమీద అతికించిన  
రెండు ఫోటోలు; ప్ర<sub>1</sub>, ప్ర<sub>2</sub>: పట్టకములు;  
ఇ, ఈ: మిథ్యాబింబము (ఫోటోలయొక్క)

పడును. అదే రీతిగ 'ఒ' నుండి వచ్చుకిరణములు పట్టకము  
ద్వారా అతిక్రమణము చెందిన పిదప దాని కుడివైపున  
'ఒ' అను మధ్యబిందువునుండి వచ్చుచున్నట్లు ఎడమకంటికి  
అగపడును. పట్టకమునుండి రెండు ఫోటోల దూరమును  
మార్చుచు 'ఒ' 'ఒ'ల మిథ్యాబింబములు ఒకే స్థలమున  
ఏకీభవించునట్లు (ఒ<sub>1</sub>) చేయనగును. 'అ.అ' 'అ<sub>1</sub>అ<sub>2</sub>'ల  
రెండు మిథ్యాప్రతిబింబములు ఏకమై ఒకటే బొమ్మ  
(ఇ ఈ)గా అగుపడును. కాన, ఫోటో తీయబడిన వస్తు  
వును నేరుగా చూచినట్లు దాని ఘనరూపము గోచరించును.

విమానములనుండి తీసిన ఫోటోగ్రాఫులను స్టీరియో  
స్కోప్ తో చూచిన నేలపై మిట్టపల్లములు స్పష్టముగా గోచ  
రించును. విమానము ఒకే వేగముతో ఒకే ఎత్తున ఎగురు  
చున్నప్పుడు కెమేరాను నిలుపుగా భూమివైపునకు త్రిప్పి  
వడివడి ఫిల్ముపై ఫోటోలు తీయుదురు. అట్టి ఫోటోలలో  
వరుసగానున్న ఏ రెండింటినైన స్టీరియోస్కోప్ తో చూచి  
నపుడు, తుదకు చిన్నరాయి కూడఉబ్బెత్తుగా కనపడును.

సాధారణముగ ఇట్టివెద్ద స్టీరియోస్కోప్ ను పెట్టెలో  
నమర్చి వీధులలో పిల్లలకు వింతవింత బొమ్మలను ఘన  
రూపమున జూపుటకు ఉపయోగింతురు. 'కాళీపట్నం  
చూడరాబాబూ' అని పాడుచు చూపుబొమ్మలు ఇటు  
వంటివే. డి. న. నా.

చాడ్విక్, సర్ జేమ్స్ (జననము 1891): భౌతికశాస్త్ర  
వేత్త. మాంచెస్టర్, బెర్లిన్, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలలో  
విద్యనభ్యసించి మాంచెస్టర్ లోను, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీకి



సర్ జేమ్స్ చాడ్విక్

సానైటీ సభ్యపదవిని చేకొనెను. 1932లో ఆల్ఫాకణము  
లతో బిరిలియమ్ పరమాణువును మోడి 'న్యూట్రాన్'  
కణమును ఆవిష్కరించెను. న్యూట్రాన్ అనగా ఆవేశము  
లేని తటస్థకణము అని అర్థము. ఆవేశములేని కారణ  
ముననే ఈ న్యూట్రాన్ కణము పరమాణు గర్భమును

చెందిన కేవెండిష్  
పరిశోధనాగారము  
లోను రూతర్ ఫర్డుకు  
సహాయపరిశోధకు  
డుగా ఆచరించి లివర్  
పూల్ లో భౌతిక  
శాస్త్రాచార్య పదవిని  
స్వీకరించెను. డిడ్కాట్  
పరమాణుశక్తి సంస్థకు  
1921లో యజమానిగా  
నియమింపబడెను.

1927 లో రాయల్

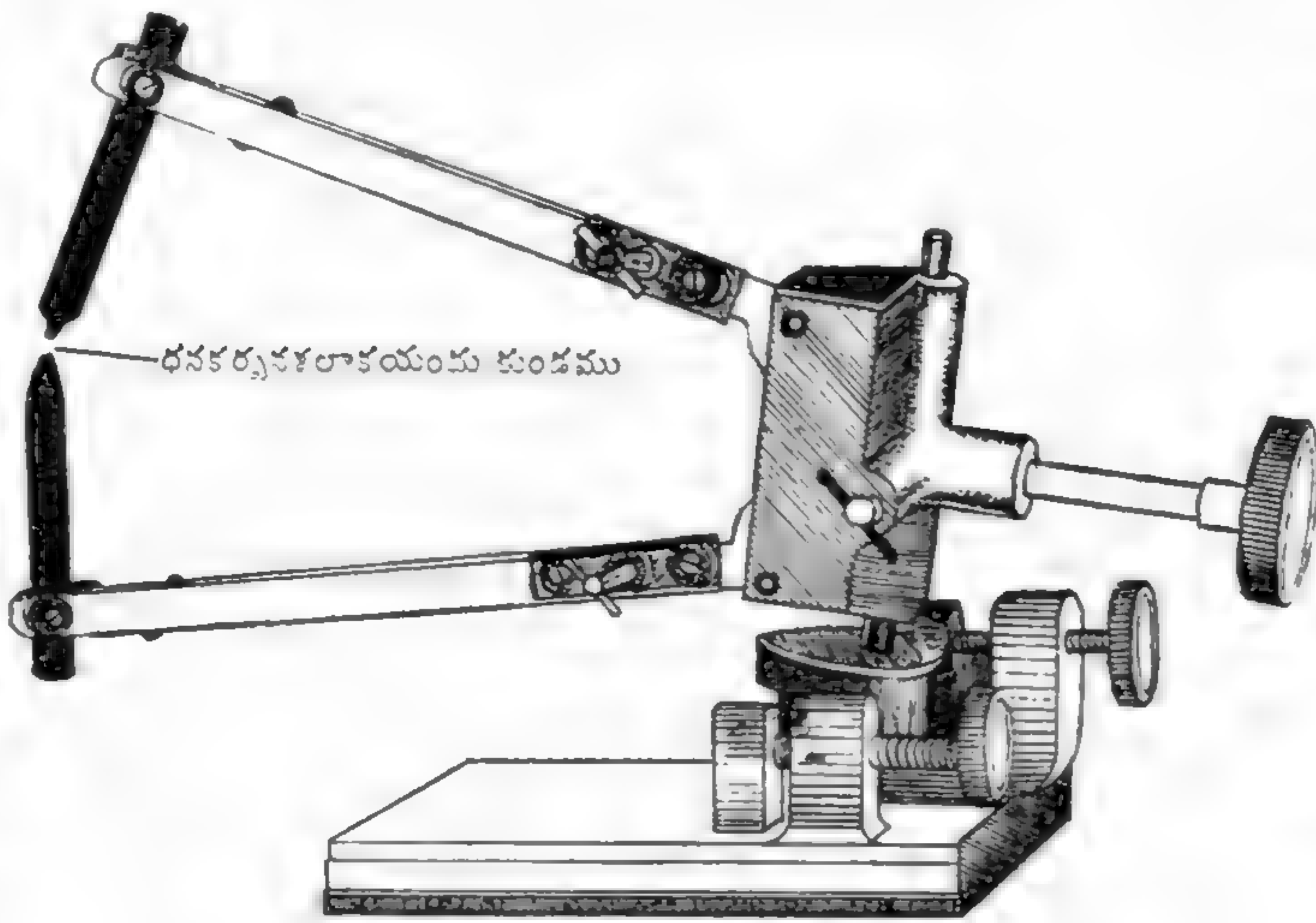


చాప దీపము

భేదించుటకు మిక్కిలి ఉపయుక్తమును సమర్థమును అగు సాధనముగా పరిణమించినది. ఈ న్యూట్రాన్ కణావిష్కరణ ఆటంబాంబు సృష్టికి బీజమైనది చాడ్విక్ 1935లో నోబెల్ బహుమానము పడసెను; ఆల్ఫాకణ విఘటనమును గురించి పరిశోధనాకృషి ఈయన కావించెను. కె. ల.

**చాప దీపము :** (ఆర్క్ లాంప్): ఏదేనివిద్యుత్ ప్రభవస్థానముతో సంధింపబడియున్న రెండుకార్బన్ శలాకలను, వాటికొనలు ఎర్రగా కాలునంతవరకు పరస్పరము తాకనిచ్చితరువాత కొంచెమువిడదీసిన ఆరెండుశలాకాగ్రముల

మధ్యవిద్యుచ్ఛాపము ఏర్పడును. కాలియున్న ఋణాగ్రము నుండి విడివడు ఎలక్ట్రాన్లు, ఆరెండు శలాకలమధ్య ఏర్పడిన విద్యుత్ క్షేత్రములో పరిసరమున ఉన్న గాలి అణువులను అయనీకరించునంత శక్తినిసంపాదించును. ఈ అయనీకరణములో విడివడిన ధన అయన్లు ఋణాగ్రముపైకి దూకి,



చాపదీపము

దానిని మోడుటవలన, దాని తాపక్రమమును స్థిరముగా నుండునట్లు చేయును. అల్పప్రేషమందు జరుగు ఉత్సర్గములో ఋణాధ్రువముపై ఏర్పడు కాంతిహీన ప్రదేశమును చాపోత్సర్గముయొక్క ఈశాగము పోలియుండును. వాయువునందు విడివడిన ఎలక్ట్రాన్లు ధనశలాకవైపు ఆకర్షింపబడును. ఇది నీచప్రేషోత్సర్గనాశమందు కన్నట్లు ధనప్రకాశముగల ప్రదేశముతో సదృశముగా నుండును. అయనీకరణము, విరుద్ధావిష్టలయన్ల పునస్సంయోగము, వీటిఫలముగా కాంతిప్రసారము అవిరతముగా ఈ చాపమందు జరుగుచుండును. ఎలక్ట్రాన్లు చివరకు ధనాగ్రము ఘట్టించుటచే ధనశలాకనుండి కార్బన్ ద్రవ్యము బాష్పముగా ఎగిరిపోయి, శలాకముఖమందు గొయ్యి ఒకటి ఏర్పడును. దీనికే 'ధనకుండము' అని పేరు. ఇట్టి కుండమందు తాపక్రమము 4000°C మొదలుకొని 8000°C వరకును ఉండవచ్చును. పరిశోధనాగారమందు మానవుడు సృజించగల తాపక్రమమునకు ఈ కార్బన్ చాపమందు కన్నట్లు తాపక్రమము పరసీమ. మే. ప. న.

**చూషణ :** చూ. ద్రావణములు-1.

**జడవాయువులు :** నూటముప్పది ఏండ్ల క్రిందటి కేవేండ్విజ్ఞాని తన పరిశోధనలలో ఒకచిన్నవిషయమున వెల్లడిచేసెను. కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణముపై బంధించబడిన నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ మిశ్రములోనికి విద్యుత్స్ఫులింగములను పంపించినప్పుడు ఆ రెండు వాయువులయొక్క రాసాయనిక సంయోగఫలముగ నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ ఉద్భవించి క్రిందనున్న ఛారద్రావణమునందు విలీనమగును పరికరములోనున్న వాయువంతయు ఇట్లు మాయమైన

తరువాత విద్యుత్ స్ఫులింగముల ధాటికి రాసాయనిక పరిణామము చెందని ఒక చిన్నబుడగ మిగిలె యుండునని కేవేండ్విజ్ తన పరిశోధనావిషయములను లిఖించు పుస్తకములో వ్రాసిపెట్టెను. అంతియేకాక ఆమిగిలిన బుడగ పరికరములో మొదట నిమిచ్చిన వాయుమిశ్రముయొక్క ఆయ

తనమున 1/120 వ వంతు ఉండుననికూడ పరిమాణమును లెక్కించెను. కొన్నాళ్లతరువాత జర్మనీదేశపు రాసాయనికుడగు బున్సెన్ కూడ ఈ అవేక్షణను అనువదించెనే గాని దాని సార్థకతను గుర్తించలేక పోయెను.

1894లో జాన్ రాలి నైట్రోజన్ సాంద్రతను నిశితముగా కనిపెట్టిన సందర్భములో గాలినుండి వేరుచేయబడిన నైట్రోజన్ సాంద్రత రాసాయనికద్రవ్యములనుండి సాధించిన నైట్రోజన్ దానికన్న ఈషణ్మాత్రమనగా ఒకవంద పాళ్ళలో ఒక అరపాలు ఎక్కువగానున్నట్లు గుర్తించెను. ఈ వ్యత్యాసము ప్రయోగనిర్వహణమందలి ప్రమాదముచే సంభవించినదనుటకు వీలులేనంత జాగ్రత్తగా జాన్ రాలి తన ప్రయోగములను నిపుణముగా సాగించెను. అందుచే ఈ సాంద్రతావ్యత్యాసము తీరని సమస్యలయ్యెను. దానిని పూర్తిగా పరిష్కరించిన ప్రఖ్యాతి విలియమ్ రాష్ట్రీ అను ఇంగ్లీషురాసాయనికునకు దక్కినది. వాతావరణములోని నైట్రోజన్ కన్న బరువైనవాయువు ఒకటి మిశ్రితమై



ఉన్నదని ఆయన ఊహించెను. దీనిని నిర్ణయించుటకు ఉచితములగు రాసాయనిక సాధనములచే వాతావరణ వాయువును, కార్బన్ డైఆక్సైడ్, ఆర్గన్ లేకుండ శోధించి, అందుండు ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్లను క్రమముగా రాగి, మగ్నీషియమ్ ధాతువులచే తీసివేసి, మిగిలిన వాయు శేషమును వేరుచేసి, దానిగుణములను మామూలుపద్ధతుల ప్రకారము ప్రయోగనిరూపణ చేయమొదలిడెను. ఈ యత్నములో, ఆవాయుశేషము తక్కిన పరిచితవాయువులవలె రాసాయనికముగ చురుకైనదికాదని కనుగొనెను. అందువలన అది ఒక నూతనవాయువై ఉండవలెనని అనుకొనెను. ఆ కాలమందు సుప్రసిద్ధ వర్ణమాలపరిశోధకుడగు సర్ విలియమ్ క్రుక్స్ అను విజ్ఞానికి రాష్ట్రీ తను సేకరించిన వాయువులో కొంత భాగమును, వర్ణమాల పరిశీలనద్వారా దానిప్రత్యేకతను నిర్ణయించుటకై పంపెను. ఆయన దానిని పరిశీలించి ఇదివరకు శాస్త్రజ్ఞులకు పరిచితమైనవాయువులలో ఇది ఏదియు కాదనియు, ఇది ఒక నూతనవాయు వనియు రాష్ట్రీ వెలిపుచ్చిన అభిప్రాయమును ధ్రువపరిచెను.

రాసాయనికముగా జడముగానున్న ఈవాయుశేషము నకు రాష్ట్రీ 'స్తబ్ధ' అను అర్థమిచ్చు 'ఆర్గాన్' పదముచే నామకరణమును చేసెను.

ఇది అటుండ 1869 లో సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము రోజున జాన్ సెన్ అను డచ్ భగోళవిజ్ఞాని సంపూర్ణగ్రస్త సూర్యబింబమును తన దూరదర్శనికి లక్ష్యముగా నొనరించి దానియందు సంగ్రహించబడిన సూర్యకాంతిని వర్ణమాలమాపకము ద్వారా పరిశీలించెను. సూర్యబింబము సంపూర్ణగ్రస్తమైనను, బింబపు అంచులనుండి వేలకొలది మైళ్ళు అంతరాళములోనికి ప్రసరించిన సూర్యమకుటము (కొరోనా) మొదట దూరదర్శనిని, తరువాత వర్ణమాల మాపకమును ప్రవేశించినది. ఈసూర్యమకుటము వర్ణపటము నందు భూమిపై లభ్యమగు మూలద్రవ్యము లేవియును ఉద్భవించేయని పసుపురంగుగల రేఖను జనింపజేయుటను ఆయన కనిపెట్టెను. ఈరేఖ సూర్యమండలాంతర్వర్తియగు నూతనవాయువుగానున్న మూలద్రవ్యమువలన కలిగిన దగుటచేత దానికిని, సూర్యునికిని గల సంబంధమును తెలుపుటకు, 'హీలియమ్', అని నార్మన్ లాక్యర్ అను ఇంగ్లీషుభగోళశాస్త్రజ్ఞుడు దానికి పేరుపెట్టెను.

ఈసంగతి శాస్త్రలోకమున ముప్పది సంవత్సరములు మరుగుపడియుండి రాష్ట్రీ ఆర్గాన్ ను కనుగొనిన రోజులలో మరల శాస్త్రజ్ఞుల దృష్టిని ఒక వింతసందర్భమున హఠాత్తుగా ఆకర్షించినది. అది ఏదన, అమెరికా జియలాజికల్

సర్వే శాఖకు చెందిన హీల్డ్ బ్రాండ్ అను విజ్ఞాని రేడియో ధర్మి స్వభావముగల క్లీవైట్ ఖనిజపుచూర్ణమును గంధక ద్రావకముతో వేడిచేసినపుడు ఒకవాయువు ఉద్భవించు చున్నదనియు, అది బహుశః నైట్రోజన్ కావచ్చుననియు పత్రికలలో ప్రకటించెను. ఈ ప్రకటనను చూచిన రాష్ట్రీ వెంటనే లండన్ నగరములో కొంత క్లీవైట్ ను కొని, దాని చూర్ణమును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో మరగించగా వచ్చిన వాయువును, తనకిదివరకే పరిచితమైన విధానముల ఉపయోగించి పరిశీలించ ప్రారంభించెను. అందు నైట్రోజన్ ఉన్నమాట నిజమేకాని, దానిని విడతీసిన తరువాత మిగిలిఉన్న వాయుశేషము ఆర్గాన్ వలె జడమైనదిగా రుజువైనది. దీనినికూడ క్రుక్స్ పండితునికి పంపినపుడు ఆయన వర్ణమాలమాపకప్రమాణమున, అది ఆర్గాన్ కాదనియు, 1868 లో జాన్ సెన్ సూర్యమండలములో కనుగొన్న హీలియమ్ వాయు వనియు వెల్లడిచేసెను. దీని వలన హీలియమ్ వాయువు భూమిపై కూడ ఉన్నదను విషయము స్థాపితమైనది. రాష్ట్రీకు ముందు 1868 లో పామీరీ అను ఇటలీవిజ్ఞాని వెసూవియస్ అగ్నిపర్వతము నందుండి బయటికి ప్రవహించిన లావాయందు హీలియమ్ వాయువు ఉన్నట్లు వర్ణమాలమాపక పరిశీలనము వలన కనుగొనెను.

తరువాత వాతావరణవాయువులలో అత్యల్పముగా హీలియమ్ ఉన్నట్లు తెలిసినది. ఆర్గాన్, హీలియమ్ అను రెండు అపురూప వాయువులు గాలిలోఉన్నట్లు తెలిసిన పిమ్మట వాటి రాసాయనిక జడత్వగుణమునుబట్టి వాటికి యోజనీయత లేదను నిష్కర్షకు రాష్ట్రీవచ్చెను. ప్రయోగ పూర్వకముగా ఆతడు వాటి పరమాణు భారముల నిర్ణయించి, ఆవర్తక్రమములో ఊన్యగణమునందు చేర్చి వాటికి ప్రత్యేకస్థానమును కల్పించెను. హీలియమ్ పరమాణు భారము 4.003; ఆర్గాన్ పరమాణుభారము 39.944. అందుచే ఆవర్తక్రమమున హీలియమ్, హైడ్రోజన్ తరువాతను, ఆర్గాన్ ను క్లోరిన్ తరువాతను అమర్చవలసి వచ్చినది. ఇట్లు అమర్చి చూడగా ఫ్లోరిన్ తరువాత ఆర్గాన్ పైని ఒక మూలద్రవ్యము లోటుగా కనుపించు చున్నదను విషయమును గుర్తించి రాష్ట్రీ వాతావరణ వాయువునందు ప్రచ్ఛన్నమై ఇంకను కొన్ని వాయువులు ఉండవచ్చునను ఆశతో తనశిష్యుడైన 'మారిస్ విలియమ్ ట్రావెర్స్'తో అట్టి ప్రచ్ఛన్న వాయువుల కొరకు సామాన్య వాయురాశిలో వెదుక నారంభించెను. ఈ పరిశోధనల ఫలితముగా రాష్ట్రీ అనుకొనినటుల మరి మూడు వాయుభేదములు బయటపడినవి. వాటిపేర్లు నీయాన్,



## జలబాష్ప స్వేదనము

క్రిప్టాన్, జెనాన్. వాటి పరమాణు భారములు వరుసగా 20.183; 83.80; 131.3: వీటి ఆవిష్కరణతో ఆవర్తక్రమ మందు రాష్ట్రీ కల్పించిన శూన్యగణము ఒక్కటి లోటుగా పూర్తియైనది.

ఆ లోటును ఇంచుమించు ఆ కాలములోనే పూర్తిచేసిన జడవాయువు గాలిలోనిదికాదు. రేడియమ్ మొదలగు రేడియోధార్మికస్వభావముగల మూలద్రవ్యపరమాణువుల నుండి ఈ వాయువు పుట్టుచున్నదను విషయమును రాష్ట్రీ, డార్న్ ప్రభృతులు వెల్లడిచేసిరి. ఈ వాయువునకు దాని ప్రభవస్థానమగు మూలద్రవ్యములనుబట్టి వేరువేరు పేర్లు కలిగినవి. రేడియమ్ నుండి ఉత్పన్నమైనపుడు రేడాన్, తోరియమ్ నుండి వచ్చినపుడు తోరాన్, ఆక్టినియమ్ నుండి పుట్టినదానికి ఆక్టినాన్ అనిపేర్లు. పేర్లు, ప్రభవస్థానములు వేరైనను, ఈ మూడు వాయువులును ఒకేమూలద్రవ్యము. ఈ మూడును నిజముగా సమస్థానీయములు (చూ. సమస్థానీయములు).

ఈ వాయువునకు సాధారణనామము రేడాన్. రేడియమ్ లవణద్రావణము గుండా గాలినిపంపిన ఈవాయువు ఉత్పన్నమగును. ఇది వాయువు లన్నిటిలో చాలబరువైనది. దీనిసాంద్రత 9.72; గాలికన్న పదున్నరరెట్లు బరువైనది.

పైని చెప్పినట్లు ఈ వాయుభేదముల రాసాయనిక జడత్వమువలన అవి పమూలద్రవ్యములతోను, సంయోగించవు. ఇంతియేగాక ఉష్ణతావాహకత, ద్రావ్యత, మొదలగు కొన్ని భౌతికగుణములందుకూడ చురుకుదనము లేదు. అందుచేత వీటికి జడవాయువులను పేరు సార్థకము.

హీలియమ్ తప్ప తక్కిన జడవాయువు లన్నియు గాలి నుండి వేరుచేయుటకు వీలగును. ద్రవీకృతమైన గాలిని ఆంశిక స్వేదనమునకు గురిచేసినచో ద్రవముగా మిగిలి ఉన్న ఆక్సిజన్ లో ఈ వాయువులు అన్నియు ఇమిడి ఉండును. రాసాయనికముగా ఆక్సిజన్ను తామ్రముతోను, శేషించిన నైట్రోజన్ను కాల్షియమ్ కార్బైడ్ తోను తీసి వేసి, మిగిలిన వాయుశేషమును ద్రవముగామార్చి, ఆంశిక స్వేదనము కావించినచో తక్కిన జడవాయువులను పొందవచ్చును.

ఈ జడవాయువులలో మూడు, అనగా హీలియమ్, నీయాన్, ఆర్గాన్ మన జీవితములో ఉపయోగపడుచున్నవి. గాలియందు అల్పాత్యల్పముగ దొరికినను, అమెరికాలో కొన్నిచోట్ల పెట్రోల్ కై భూమిలోవలికి గొట్టములు దింపినప్పుడు, అందుండి పైకి ఉబుకు వాయువులో 1% హీలియమ్ ఉండును. ఈ చోటునుండి లభ్యమగు హీలియమ్ వాయునౌకల సంచలను నింపుటకు జ్వలనశీల

మగు హైడ్రోజన్ కన్న మిక్కిలి ఉపయోగ్యమైనది. వాయు విమానములు అవరిమితముగా వృద్ధిపొంది ఉన్న ఈ రోజులలో వాయునౌకలకై హీలియమ్ వాడుక బొత్తిగాలేదు. నీటిలో మునిగి పనిచేయు మనుజులకు ఆకస్మికముగా పైకి తీయుటచే కలుగు 'కెయ్ సాన్' రోగ చికిత్సకు ప్రస్తుతము ఈ వాయువు వాడుకలో ఉన్నది.

నీయాన్ దీపములు: గాజు గొట్టమును నీయాన్ తో నింపి దాని రెండు కొనలను అతికించిన విద్యుదగ్రముల ద్వారా కరెంట్ ను పంపినచో అగ్నిజ్వాలవలె తీక్షణమగు కాంతితో ఆ వాయువు ప్రకాశించును. చిక్కటిపొగమంచు నైనను దూసికొని పోగల సామర్థ్యము ఈ నీయాన్ వెలుగునకు కలదు. అందుచే ఇది వాయువిమానాశ్రయ ములవద్ద, మార్గదర్శక దీపములకు, వ్యాపారప్రకటనలకు విరివిగా వాడుకలో ఉన్నది.

శస్త్రప్రయోగము అవసరములేని కేన్సర్ చికిత్స యందు రేడాన్ ఉపయోగపడు చున్నది.

ఆర్గాన్ కూడ ఎలక్ట్రిక్ దీపగోళముల నింపుటకు పనికి వచ్చును. మే. వ. న.

జలబాష్ప స్వేదనము: చూ. రాసాయనిక సామాన్య విధానములు.

జలశోషకము: చూ. రాసాయనిక సామాన్య విధానములు.

జలసమాంకము: చూ. తాప రాసాయనిక శాస్త్రము.

జింకు: రాసాయనిక ధాతుమూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 80; సంకేతము Zn; పరమాణు భారము 85.38. జింకు రాసాయనికముగా కాడ్మియమ్, పాదరసము సారూప్య ధర్మములు కలిగి ఉండుటవల్ల వీటిని ఒక కూటమిగా చేర్చిరి. వీటిని ఆవర్తక్రమవట్టికలో II b కూటమి క్రింద వర్గీకరించిరి. జింకు వాడుక ప్రాచీన కాలము నుండియు ఆసియావాసులకు తెలుసును. దీనినే యశదము అనియు తుత్తుసాగము అనియు వ్యవహరించుట కద్దు.

వ్యాప్తి: ఆఫ్ఘ్నియాలో బెసాల్టు శిలలో జింకు విడిగా ఉన్నట్లు తెలిసినది. కాని జింకు సాధారణముగా యాగిక రూపముననే దొరకును.

ఖనిజములు: స్మిత్సనైట్ - జింకు కార్బోనేట్ ( $ZnCO_3$ ); జింకైట్: శోణజింకుఖనిజము ( $ZnO$ ); జింకుబ్లెండ్: జింకుసల్ఫైడ్ ( $ZnS$ ); ఫ్రాంక్లిన్ నైట్:  $[(ZnFe)O, Fe_2O_3]$ . గరళమందు జీవకణములతోచేరి జింకుధాతువు ఉన్నది. వ్యాపారదృష్టిలో జింకుబ్లెండ్,



స్మిత్సనైట్ ఖనిజములు ముఖ్యమైనవి. జింకుబ్లెండ్ బర్మాలో దొరకును.

**ధాతుసాధన :** జింకుబ్లెండ్ ఖనిజములో గెలీనా, ఇసుక, అపరిశుద్ధ ద్రవ్యములుగా ఉండును. వీనిని ఉత్పలవన (చూ. ముడిఖనిజములు - ధాతుసాధన) విధానము వలన పేరుచేయుదురు. శుద్ధమైన జింకుబ్లెండ్ను, స్మిత్సనైట్ను కాల్చినచో సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువులు వెడలగొట్టబడి జింకుఆక్సైడ్ మిగులును. జింకుబ్లెండ్ను మితముగ గాలి తగులునట్లు తప్తముచేసిన ఆక్సైడ్ లభించును. వాయుప్రసారము ఎక్కువైనచో జింకుసల్ఫేట్ కూడ ఏర్పడును. ప్రత్యేక స్వేదన యంత్రము లందు జింకుఆక్సైడ్ను బొగ్గు చూర్ణముతో కలిపి గ్రహించి వేడిచేయుదురు.

కార్బన్ మోనాక్సైడ్ అంతయు మండిపోయిన తరువాత రిటార్ట్లనుండి ఉద్గతమగు జింకు ఆవిరిని ద్రవీకరింతురు. ఈ ద్రవమును మూసలలోనికి పారనిచ్చి ధాతువును దిమ్మలుగా తయారు చేయుదురు.

అధునాతన విద్యుత్ విధానమునందు ఆక్సైడ్ బొగ్గు పొడి మిశ్రమును విద్యుత్ కాలిమిలో వేడిచేసి ఆవిరిరూపమున లభించెడి ధాతువును ద్రవీకరింతురు. ఈ ద్రవము చల్లారి గట్టిపడును. పారిశ్రామికముగా తయారైన జింకులో ఐరన్ (ఇనుము), లెడ్ (సీసము), ఆర్సెనిక్ (పాషాణము), కార్బన్ (బొగ్గు), కాడ్మియమ్ అనునవి మాలిన్యములుగా ఉండును. దీనిని ఆంశిక స్వేదనము చేసిగాని, విద్యుత్విశ్లేషణ విధానమునగాని 99.9% వరకును శుద్ధిచేయుదురు.

**గుణములు :** జింకు కొంచెము నీలిరంగుగల తెల్లని స్ఫటికధాతువు.  $419^{\circ}\text{C}$  తాపక్రమమువద్ద కరగి  $906^{\circ}\text{C}$  తాపక్రమమువద్ద మరుగును. ఈ ధాతువునందు కఠిన్య మార్దవములురెండును ఉన్నవి. ఇది  $100^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$  తాపక్రమములో మెత్తబడును. తిరిగి  $205^{\circ}\text{C}$  తాపక్రమము యందు గట్టిబడుటచే పొడిగా నూరుటకువీలగును. ఇది గాలిలో కొంచెము కగ్గును. స్వచ్ఛమైన జింకు నీటిని విశ్లేషించదు. కాని బజారునందున్న అపరిశుద్ధధాతువు మరుగునీటిని విశ్లేషించును. సజలహైడ్రోక్లోరిక్, నైట్రిక్ ఆసిడ్లయందు ఇది కరుగును. బజారుజింకు సజలసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ నందుకూడ కరుగును. కాని స్వచ్ఛమైన జింకు సజలసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లోకూడ కరుగదు. కాని వేడిచేసినచో నిర్జలామ్లములలో కరుగును. ఊరధాతువుల ఊరములందుకూడ ఇది కరుగును. గాలిలో కాల్చినపుడు ఆక్సైడ్ లభించును.

**ఉపయోగములు :** బ్యాటరీలను, వాయుసంగ్రహణ పాత్రలను, తొట్టెలను తయారుచేయుటకు ఈ ధాతువు ఉపయోగించును. 20%-30% జింకుతో 70%-80% రాగిని కలిపి మిశ్రధాతువైన ఇత్తడిని తయారుచేయవచ్చును. ఇత్తడి అత్యంతోపయోగకరమైన మిశ్రధాతువు 55% - 60% రాగి, 41%-38% జింకు, 4%-2% ఇనుము కలిసి డెల్టాధాతువు ఏర్పడును. 45% రాగి, 30% నికెల్, 25% జింకు కలిసిన జర్మనునీల్వర్ తయారగును. జింకు ధాతువు ఆక్సిహరణమునకును, హైడ్రోజన్ తయారుచేయుటకును, ప్రయోగశాలయందు ఉపయోగపడుచున్నది. ఇనుము త్రుప్పపట్టుకుండ ఆపెడి లేపనముగా పూయుటకు ఈ ధాతువు ముఖ్యము. దీనినే 'గాల్వనైజ్డ్ ఇనుము' అందుము.

**యౌగికములు :** జింకు ఆక్సిజన్ తోకలిసి జింకుఆక్సైడ్ లేదా వైట్ జింకు ( $\text{ZnO}$ ) ఇచ్చును. జింకు ధాతువును గాలిలో కాల్చినపుడు ఏర్పడు పొగలను ఘనీకరించినపుడు జింకుఆక్సైడ్ తెల్లటిపొడిగా లభించును. అది వేడిగా నున్నపుడు పసుపురంగుగాను, చల్లారినపుడు తెల్లగాను ఉండును. ఇది నీళ్లలో కరుగదు గాని జలయుతామ్లము లందు కరుగును. తెల్లటిరంగు ద్రవ్యముగ పూతరంగుల పరిశ్రమలయందును, రబ్బరు పరిశ్రమయందు పూరకము గను, వైద్యమునందు చర్మవ్యాధి నివారణకును జింకు ఆక్సైడ్ బహువిధముల ఉపయోగపడుచున్నది.

**జింకుక్లోరైడ్ ( $\text{ZnCl}_2$ ) :** నిరుదకజింకుక్లోరైడ్ను అనేక విధముల తయారుచేయవచ్చును. క్లోరిన్ నుగాని, హైడ్రో జన్ క్లోరైడ్ నుగాని జింకుధాతువుపై పంపి తయారు చేయుట ఒకటి; జింకు మర్క్యురిక్ క్లోరైడ్ ల మిశ్రమును స్వేదనముచేయుట మరొకటి. ధాతువును హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో ద్రావణముచేసి లభించిన ద్రవమును స్ఫటికీ కరించినచో జలయుతజింకు క్లోరైడ్ స్ఫటికములు ( $\text{ZnCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ఏర్పడును.

నిరుదకజింకుక్లోరైడ్ను కడికలుగా పోతపోయుదురు. అది తేమనుశోషించగల దగుటచే కార్బన్ యౌగికపదార్థ శోధనమందు విరివిగా శోషణద్రవ్యముగ ఉపయోగపడు చున్నది. జలయుత స్ఫటికములను కలప చెదపట్టుకుండ చేయుటకును, శస్త్రచికిత్సయందు దాహకక్రియకును, టంకమువేయుటయందును, వస్త్రపరిశ్రమయందు పూరకముగను, ఎలక్ట్రిక్ బల్బులకవసరమైన కార్బన్ తంత్రీ నిర్మాణమునందును వాడుచున్నారు. దంతచికిత్సనందు పుచ్చి దొలకలైన పుప్పిపండ్లలో నింపుటకు దీనిని జింకు ఆక్సైడ్ తో నీటిలోముద్దజేసి వాడుదురు. ఈముద్ద అచిరకాలములో గట్టిపడును.



## జింకువర్గము

జింకుసల్ఫేట్ : దీనినే పాలతుత్తము అందురు. దీని అణుసాంకేతికము  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ . ఆక్సైడ్నుగాని, కార్బోనేట్నుగాని జలయుతసత్ పూరిక ఆసిడ్ నందు కరగించగా వచ్చిన ద్రావణమును స్పటికీకరించిన పాలతుత్తము ఏర్పడును. ఇది వర్ణహీనస్పటికాకృతికలదై ద్రావణీయ స్వభావముచే నొప్పును. Z-B బిందువులు అను కంటిమందును, లిథోఫోస్ అను తెల్లనిరంగు పదార్థమును తయారుచేయుటకు అత్యంత ఉపయుక్తమైనది.

జింకుసల్ఫైడ్ : సహజముగ జింకుబ్లెండ్ అను ఖనిజరూపమున ఇది లభించుచున్నది. దీని అణుసాంకేతికము  $ZnS$ . జింకు లవణములతో అమోనియమ్ సల్ఫైడ్ ను కలిపినపుడు జింకుసల్ఫైడ్ అవక్షేపముగా లభించును. ఇది తెల్లగానుండును. నీటిలో కరుగదు. కాని ఆమ్లములలో కరుగును, విశేషవిధానమును ఉపయోగించి తయారుచేయబడిన జింకుసల్ఫైడ్ X - కిరణములకు, రేడియోధార్మికతద్రవ్యములనుండి బహిర్గతమగు కిరణములకు ఎదురుపెట్టినపుడు భాసనమును చూపును. ఈగుణమును ఆల్పాకణములను గుర్తించుటకు రూథర్ ఫర్డు వాడెను.

జింకుకార్బోనేట్ : దీని అణుసాంకేతికము  $ZnCO_3$ . జింకుకార్బోనేట్ స్మిత్సనైట్ ఖనిజరూపమున సహజముగా లభించుచున్నది. ఏదైన జింకు లవణద్రావణమునకు సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ను కలిపినప్పుడు తటస్థస్వభావముకల కార్బోనేట్ అవక్షేపముగా లభించును; కార్బోనేట్ ను కలిపినచో లవణాధారస్వభావయుత జింకుకార్బోనేట్ లభించును. ఇది తెల్లటిపొడి; నీటిలో కరుగదు; ఆమ్లములందు కరుగును. వేడిచేసినపుడు జరుగు రాసాయనికవియోగమువలన జింకుఆక్సైడ్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ లు ఏర్పడును.

గాల్వనైజ్ చేయుట : ఇనుపరేకులు, తీగలు త్రుప్పుపట్టకుండా వానిపై జింకుపూత పూయుదురు. వీటినే జింకురేకులను వ్యవహారనామముతో అనేకపనులకు ఉపయోగించుచున్నాము. ఇట్టిలేపనక్రియకు పారిశ్రామికముగ మూడువద్దతులు కలవు. ఇనుపరేకులను త్రుప్పులేకుండ శుభ్రపరచి కరగినజింకు ద్రవములో ముంచురు. ఈ విధానమును లేపనవిధానమందురు. ఇనుప వస్తువులను జింకుచూర్ణములో పొదిగి వేడిచేయుట మరియొకవద్దతి. దానిని 'షెర్డ్' విధానమందురు. విద్యున్మలామావిధానమున కూడా జింకుధాతువును ఇనుపవస్తువులపై పూయవచ్చును. దానిని విద్యుల్లేపనక్రియ అందురు. ఈ విధానములో పూతగా అమరుకొనెడి జింకుధాతు స్వభావము అతిముఖ్యమైన విషయము. అందేమైన మలిన ధాతుద్రవ్యములు

ఉన్నప్పుడు దీనికి ఇనుము త్రుప్పుపట్టకుండ ఆపుశక్తి తగ్గును. (చూ. జింకువర్గము.) కె. ఎన్.

జింకువర్గము : ఈ వర్గమునందు జింకు, కాడ్మియమ్, మర్క్యురీ (పాదరసము) కూడ కలవు. మొదటివర్గములో వలె ఈ వర్గమందుకూడ II b వర్గపుధాతువులు, II a వాటికన్న, కొన్ని విలక్షణ ధర్మముల చూపును. II a వర్గపుధాతువులు అయన్ యోగికములను ఇచ్చును. II b వర్గపుధాతువులు, అయన్ యోగికములతో పాటు సమయోజనీయలేదా అద్రువక యోగికములను కూడ ఇచ్చును. ఈ ఉపవర్గములో చివరనున్న పాదరసము ఇచ్చు యోగికములలో విద్యుత్ - యోజనీయతకన్న సమయోజనీయత ఎక్కువ ప్రచురముగా ఉన్నది. వీటికి II a వర్గపు ఊరమృత్తులతో ద్వియోజనీయతలోనే పోలికయున్నది. జింకు, కాడ్మియమ్, లవణములు, సరూపములగు మగ్నీషియమ్ లవణములతో సమస్పటికరూపతను చూపును. జింకు, కాడ్మియమ్, మర్క్యురీ ఈ మూడు మూలద్రవ్యముల ద్రవీభవన, క్వథనాంకములు గురుధాతువులవాటిలోకెల్ల చాల తక్కువ.

| ధర్మములు         | జింకు<br>Zn | కాడ్మియమ్<br>Cd | పాదరసము<br>Hg |
|------------------|-------------|-----------------|---------------|
| వరమాణ్యంకము      | 30          | 48.             | 80            |
| వరమాణుభారము      | 65.38       | 112.41          | 200.61        |
| వరమాణ్యాయవము     | 9.2         | 18.0            | 14.75         |
| విశిష్టగురుత్వము | 7.1         | 8.84            | 13.6          |
| ద్రవాంకము °C     | 419         | 321             | -39           |
| క్వథనాంకము °C    | 920         | 778             | 356.9         |

జింకునుండి పాదరసమువరకు పరమాణుభారము ఎక్కువగుటతోపాటు వీటి రాసాయనికధర్మములుకూడ ఒకక్రమములో మారుచుండును. సాధారణతాపక్రమములో ద్రవస్థితిలోనుండుధాతువు పాదరసమొక్కటియే (గాలియమ్ ధాతువుకూడ భారతదేశపు సామాన్యతాపక్రమములో ద్రవస్థితిలోనే ఉండును; ద్రవాంకము 29°C). ఊరధాతువులు, ఊరమృత్తుధాతువుల కన్న ఇవి చాల తక్కువ ధనవిద్యుత్ ధర్మములు కలవి. ఈ ధర్మము ఈ ఉపవర్గములో జింకునుండి పాదరసమునకు క్రమముగా తగ్గియున్నది. మర్క్యురీ, కాడ్మియమ్లకన్న నీచతర ధాతు వైనప్పటికిని జింకుధాతువు ఊరములందుకూడ కరగి ఆమ్లమువలె ఆచరించుట కొంతవంతయే. జింకుఆక్సైడ్ యొక్క ఉభయ అనగా ఊర, ఆమ్ల ధర్మముచేత ఈ వింతగుణము జింకునకు వచ్చినది. దీనికి ముందున్న ఉపవర్గమున ఒక్కబంగారమునకే, అదియును దానిత్రియోజనీయస్థితిలోనే, ఆమ్లముగా ఆచరించు స్వభావము కలదు.



కాస్టిక్ పొటాష్ తో పొటాసియమ్ ఆరైట్ ( $\text{KAuO}_2$ ) ఏర్పడును. కాడ్మియమ్ మీదను, పాదరసముమీదను నీటికి ఎట్టి చర్యయులేదు. తప్తస్థితిలో నీటి ఆవిరిని విశ్లేషించు స్వభావము జింకునకు కలదు. కాడ్మియమ్, జింకు విలీన హైడ్రోక్లోరిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్లతో ప్రతికరించి హైడ్రోజన్ ను విడుదలచేయును. పాదరసము ఈ ఆసిడ్లకు లొంగదు. నైట్రిక్ ఆసిడ్ వంటి ఆక్సికరించు ఆసిడ్ల యందే అది కరుగును. ఈ ధాతువులలో ఏదియు సామాన్య తాపక్రమములో మార్పును చెందదు. (చూ. కాడ్మియమ్ ; జింకు ; పాదరసము). కె. ఎన్.

**జిర్కొనియమ్ :** ధాతు మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 40 ; సంకేతము Zr ; పరమాణుభారము 91.22. భూవృష్టమున విరివిగ లభించు మూలద్రవ్యములలో జిర్కొనియమ్ ఒకటి. ఇది సాధారణముగా ఇతర మూలద్రవ్యములతో కలసి జిర్కాన్ ( $\text{Zr SiO}_4$ ). బడెలైట్ ( $\text{ZrO}_2$ ) అను ముడిఖనిజములుగా లభించు చుండును. ద్రవాంకము  $1850^\circ\text{C}$ , క్వథనాంకము  $3580^\circ\text{C}$ . అత్యధిక ద్రవీభవన తాపక్రమము ఉండుటవల్ల జిర్కాన్ ఖనిజమును పింగాణి, ఎనామిల్ పాయిలలో ఉపయోగింతురు. జిర్కొనియమ్ ను పరమాణుశక్తి ఉత్పాదక యంత్రములలో ఉపయోగింతురు. (చూ. టైటానియమ్ వర్గము.) \* \* \*

**జీన్స్, సర్ జేమ్స్ హావ్వుడ్ (1877 - 1946) :** కేంబ్రిడ్జియూనివర్సిటీలో పట్టభద్రుడై 1925-27లో రాజకీయ ఖగోళశాస్త్ర సంఘాధ్యక్షుడుగా ఆచరించెను. 1934 లో

బ్రిటిష్ అసోసియేషన్ అధ్యక్షపదవిని స్వీకరించెను. తరువాత రాయల్ ఇన్ స్టిట్యూషన్ లో ఖగోళశాస్త్రాచార్యుడాయెను. వాయువులగతి శాస్త్రపరామర్శతో ప్రారంభించి, నక్షత్రచలనము, నక్షత్రముల ఉత్పత్తి, సర్పిలజ్యోతిర్మేఘముల ప్రాదుర్భావము, మొదలగు



సర్ జేమ్స్ జీన్స్

విషయముల గురించి సిద్ధాంతములను స్థాపించెను. గ్రహముల ఉత్పత్తిని గురించి ఈయన నిరూపించిన సిద్ధాంతము నేడంత అమలులో లేదు. అన్ని నక్షత్రముల గతి

శక్తులును సమానమని కూడ ఈయన నిరూపించెను. ఈ సూచనప్రకారము చిన్న నక్షత్రములు హెచ్చువేగముతోను, పెద్ద నక్షత్రములు తక్కువ వేగముతోను చలించును. కె. గె

**జెనాన్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 54 ; సంకేతము Xe ; పరమాణుభారము 131.30. ఆవర్తక్రమ పట్టికలో '0' కూటమికి చెందిన జడ వాయువు. జెనాన్ ను 1898 లో ఇంగ్లీషు భౌతిక విజ్ఞానులు విలియమ్ రాష్టి, ఎమ్. డబ్ల్యు. ట్రావర్స్ ఆవిష్కరించిరి. రంగు, రుచి, వాసన ఉండదు. (చూ. జడ వాయువులు : పు. 340). \* \* \*

**జెర్మేనియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 32 ; సంకేతము Ge ; పరమాణుభారము 72.60. పెళుసుగా ఉండి తగరము, సిలికన్ ధర్మములకు చేరువగా ఉండును. 1868 లో సి. ఓ. వింక్లర్ జెర్మేనియమ్ ఉనికిని కనుగొని నామకరణము చేసెను. అంతకు ముందు 1864 లో న్యూలాండ్స్ ఆవర్తక్రమపట్టికలో సిలికన్, తగరము మూలద్రవ్యముల మధ్య మరొక మూలద్రవ్యము కన్పించక పోవుటను గుర్తించిరి. 1871 లో మెండెలీయేఫ్ ఆ తప్పిపోయిన మూలద్రవ్యము యొక్క ధర్మములను ప్రక్కమూలద్రవ్యములను అనుసరించి నిశితముగా ఊహించెను. అయితే 1942 వరకు జెర్మేనియమ్ ఉత్పత్తి వ్యాపార సరళిలో జరుగలేదు.

ఆర్గరోడైట్  $4 \text{Ag}_2\text{S GeS}_2$ , జెర్మనైట్ అను అరుదుగా దొరికెడు ఖనిజములలో జెర్మేనియమ్ ఉండును. ఈశాన్య ఆఫ్రికాలో ట్యుమెబీ అనుచోట దొరకును.

| ధర్మము                                     | కృత్రిమ                          | సిలికన్ | జెర్మేనియం | మొలబడి | పె     |
|--|----------------------------------|---------|------------|--------|--------|
| పరమాణ్వంకము                                | 6                                | 14      | 32         | 50     | 82     |
| పరమాణుభారము                                | 12.011                           | 28.09   | 72.60      | 118.70 | 207.21 |
| విశిష్టగురుత్వము<br>( $20^\circ\text{C}$ ) | 3.51 (వజ్రము)<br>2.22 (గ్రాఫైట్) | 2.33    | 5.36       | 7.31   | 11.84  |
| ద్రవాంకము $^\circ\text{C}$ లో              | 3570                             | 1414    | 958.5      | 231.8  | 827.5  |
| క్వథనాంకము $^\circ\text{C}$                | దగ్గర<br>8470 (ఉత్పరించును)      | 2855    | —          | 2862   | 1765   |

**ధాతుసాధన :** జెర్మనైట్ ను నైట్రోజన్ ప్రవాహములో  $800^\circ\text{C}$  వేడిచేసినచో దానిలో ఉన్న గంధకము,



జేమాన్, పీటర్

ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్లు వెడలిపోవును. తరువాత మిగిలిన దానిపై అమోనియా వాయువు 825°C వద్ద పంపించ వలెను. జెర్మేనియమ్ సల్ఫైడ్ ఉత్పత్తితముగా లభ్యమగును. దీనిని నైట్రైట్ ఆసిడ్ తో డైఆక్సైడ్ గా మార్చి హైడ్రోజన్ తో ఆక్సికరించినచో ధాతువు లభ్య మగును.

గోధుమరంగు కలిగి సుళువుగా విరిగెడు ధాతువు. జెర్మే నియమ్ ద్విచతుర్యోజనీయతల ప్రదర్శించును.  $GeCl_2$ ,  $GeCl_4$ ,  $GeH_4$  ట్రాన్సిస్టర్లను తయారుచేయుటలో జెర్మేనియమ్ ధాతువు ఉపయోగపడుచున్నది (చూ. అర్థ విద్యుద్వాహకములు; కార్బన్ వర్గము; ట్రాన్సి స్టర్లు). మే. వ. స.

జేమాన్, పీటర్ (1865 - 1943): డచ్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు. జీలండ్ లోని జొన్నె మెయిర్ లో 1865 లో జన్మించెను. లేడెన్ యూనివర్సిటీ విద్యనంది అచటనే 1890 లో భౌతిక శాస్త్ర సహాయకునిగా నియుక్తు డయ్యెను. కాంతిజన కము ఒక అయస్కాంత ఊత్రమున నుండి వచ్చు కాంతిని మామూలు వర్ణ మాలలేఖని యంత్రము (స్పెక్ట్రో గ్రాఫ్) తో విశ్లేషణ మొనర్చగా సాధారణ విశ్లేషణరేఖలు అన్నియు ద్విగుణీకృతమగుట కానవచ్చెను. ఈ దృగ్విషయము ఈతనిపేరనే 'జేమాన్ ఫలితము' అని పిలువబడుచున్నది. కె. ఎస్. ల

జోషీ ఫలితము : ఉత్సర్గనాళములో ఉచితపరిస్థితులు చేకూరినపుడు విద్యుద్వాహకముగా పనిచేయుచున్న వాయుద్రవ్యముపై (చూ. కేతోడ్ కిరణములు - పు. 292) ఏ రకపు వెలుతురునైన పడనిచ్చినచో - ఆ ద్రవ్యపు విద్యు ద్వాహకత వెంటనే తగ్గిపోవునను సంఘటనను శ్రీధర సర్వోత్తమజోషి, కాశీ యూనివర్సిటీ రాసాయనిక శాస్త్ర శాఖాధ్యక్షుడు ఆవిష్కరించెను. దీనికి జోషీ ఫలిత మని పేరు. మే. వెం. ర.

జౌల్, జేమ్స్ ప్రెస్కాట్ (1818 - 1899): ఇంగ్లీషు భౌతికవిజ్ఞాని. ప్రసిద్ధ విద్యాసంస్థలో విద్యనభ్యసించక స్వయంకృషివలననే శాస్త్రపరిశోధనలచేయుట కలవాటు పడిన జౌల్ ప్రతిపాదించిన భౌతికసిద్ధాంతములు అంతగా శాస్త్రలోకమునందు మెప్పును పొందలేదు. కాని, చాల కాలము తరువాత ఈయన ప్రతిభ బయటపడి రాయల్

సంఘసభ్యపదవీదానముచే ఈయన బహుకృతుడైనాడు. ఈయన పరిశోధనలలో ముఖ్యమైనది, భౌతిక శాస్త్రమందు ప్రధానమైనది, తాపయాంత్రికతుల్యాంక (మెకానికల్ ఈక్వివలెంట్ ఆఫ్ హీట్) నిర్ధారణ. యాంత్రిక శక్తి కారణ ముగ వేడిజనించు సంఘటనలలో ఖర్చుపడిన యాంత్రిక శక్తికిని, జనించిన తాపమునకును మధ్యగల పరిమాణ సంబంధమునకు 'తాపయాంత్రికతుల్యాంక' మని పేరు. తాపమునకు, యాంత్రికశక్తికిని గల ఈ తాదాత్మ్య సంబంధము శక్తి నిత్యతాసిద్ధాంతమునకు ఆధార స్తంభము వంటిది. ఇదిగాక విద్యుత్ ప్రవాహఫలముగా వాహకమందు జనించువేడి ప్రవాహతీక్షణతావర్గమును వాహకపు నిరోధ ముచే గుణించగా వచ్చిన గుణనఫలముతో అనులోమ ముగా మారునని కనుగొనెను.

తాపసంఘటన ఊత్రములో ఈయన కావించిన పరిశోధ నలు, శక్తి శాస్త్ర వికాసమునకు దోహదమొనర్చినవి(చూ.

శక్తి శాస్త్రము). కె. గె.

జౌల్ నియమము : జౌల్ పేరుతో రెండు నియమములు భౌతిక శాస్త్రమందు కానవచ్చు చున్నవి. అందుకటి : వాహకమందు ప్రవ హించు విద్యుత్ ప్రవాహ తీక్షణతకును, దానివలన

వాహకమందు జనించు వేడికినిగల సంబంధమును తెలియ జేయును. రెండవది : వేడికిని, దానినిజనింపజేయు యాం త్రికశక్తికిని గల పరిమాణ సంబంధమును వ్యక్తపరుచును.

మొదటి నియమమును క్రింది సమీకరణముచే సూత్రీక రించవచ్చును :

$$Q = \frac{I^2 R t}{4.18} \quad (4.18 \text{ అనుసంఖ్య జౌల్ లను కేలోరీలలో మార్చుటకు ఉద్దేశించబడిన విభాజకము})$$
 ఇచ్చట  $Q$  = కేలోరీలలో ఉష్ణతారాశి;  $I$  = ఆంపియర్ లో విద్యుత్ ప్రవాహతీక్షణత;  $R$  = ఓమ్ లో విద్యుద్వా హకపు నిరోధము;  $t$  = సెకనులలో విద్యుత్ ప్రవహించుకాలము. ఏ. మా. శ.

జ్వలనము : చూ. సమీక్ష - పు. 78.

జ్వలనోష్ణత : చూ. తాపరాసాయనిక శాస్త్రము.

టంగ్ స్టన్ : రాసాయనిక ధాతు మూలద్రవ్యము ; పర మాణ్వంకము 74; సంకేతము W; పరమాణు భారము 183.92; తళుక్ తళుక్ మని మెరిసే ధాతువు. ధాతువులలో అన్నిటికంటె అత్యధిక ద్రవాంకము కలిగి (3410°C).



అత్యంత దృఢమైనది. విశిష్ట గురుత్వముకూడ ఎక్కువయే (193). నేటి నాగరికమానవుని జీవనసౌకర్యమునకు భోగమును కూర్చుటలో స్వల్పరాశులలో తయారగు ధాతువులలో టంగ్ స్టన్ ధాతువునకున్న పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యము మరొక ధాతువుకులేదు. దీని ఉపయోగము యొక్క విస్తృతి సీసము, జింకు ధాతువుల ఉపయోగ పరిమితిని పోలియుండును. ఇనుము, రాగి ఉపయోగమునకు ఇది ఏ మాత్రము తగ్గియుండదు.

**ఖనిజములు :** టంగ్ స్టన్ యొక్క ముఖ్యమైన ఖనిజము వుల్ఫ్రమైట్. దీనియందు టంగ్ స్టన్ తోపాటు ఇనుము, మాంగనీస్ కూడ నుండును. తరువాత ముఖ్యమైన ఖనిజము పీలైట్. ఇది కాల్షియమ్ టంగ్ స్టేట్ ( $\text{CaWO}_4$ ). ప్రపంచమునకు కావలసిన టంగ్ స్టన్ రాశిలో సగము చీనాదేశము ఉత్పత్తి చేయుచున్నది. తరువాత బర్మాలో ఈ ధాతువు ఎక్కువగా లభించుచున్నది.

**ధాతుసాధన :** పరిశుద్ధ స్థితిలో ధాతువును తయారు చేయుటకుముందు ఖనిజమునుండి శుద్ధమైన టంగ్ స్టన్ ఆక్సైడ్ తయారు చేయవలెను. వుల్ఫ్రమైట్ వంటి ఖనిజమును సోడియమ్ కార్బోనేట్ తో కలిపి వేడిచే కరగించి, చల్లారిన తరువాత వేడినీటితో ఆ రాశిని ద్రావణముగా చేతురు. ఈ ద్రావణమునకు కాల్షియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును కలుపుటవలన కాల్షియమ్ టంగ్ స్టేట్ అవక్షిప్తమగును. దీనికి హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ను చేర్చినచో టంగ్ స్టిక్ ఆసిడ్ అవక్షేపముగా ఏర్పడును. ఈ అవక్షేపమును వడపోసి కడిగి శుద్ధపరిచి కాల్షియమ్ టంగ్ స్టిక్ ఆక్సైడ్ లభించును.

శుద్ధమైన ఈ ఆక్సైడ్ హైడ్రోజన్ తో ఆక్సిహరించబడును. ఆక్సైడ్ ను నికెల్ దోసెలలో ఉంచి, వీటిని నాళాకారముననున్న కొలిమిలో ఉంచి  $1200^{\circ}\text{C}$  కు వేడిచేసి హైడ్రోజన్ ప్రవాహమును పంపుదురు. టంగ్ స్టన్ యొక్క ద్రవీభవన తాపక్రమము ( $3410^{\circ}\text{C}$ ) చాల ఎక్కువ అగుటచే ఈ ప్రక్రియలో లభ్యమగు ధాతువు బూడిదరంగుగల చూర్ణరూపమున ఉండును. తొలిని, ఈ చూర్ణమును పరికరముల చేతకు పనికివచ్చునట్లు చేయలేకపోయిరి. నేడు చూర్ణ విధాన ధాతు సాధన (పౌడర్ మెటల్లర్జీ) ను ఉపయోగించి, టంగ్ స్టన్ చేతకు పనికివచ్చు ధాతువుగా మార్చగలుగుచున్నారు. ఈ చూర్ణమును అధిక ప్రేషములో ఇటుకలు అగునట్లు నొక్కి ఉచిత తాపక్రమములో వేడిచేయుట వలన ఈ ఇటుకలలోని ధాతు రేణువులు పైపై న కరుగునట్లు చేయుదురు. ఈ స్థితిలో ఈ ఇటుకలు సన్నపాటి గజముల క్రింద లాగుటకు వీలుగా నుండును. ఇట్లే అనేకసారులు ఈ

గజములను ఒత్తిడిలో వొక్కుచు, మరలమరల కమ్మెచ్చులలో లాగుటవలన కొనకు సన్నటి తీగరూపమునగాని, లేదా పలకల క్రిందగాని తయారుచేయుటకు వీలగుచున్నది.

కాని ధాతువు యొక్క ముఖ్యోపయోగము విశిష్టములగు ఉక్కురకములను తయారు చేయుటయందు ; కనుక దీనిని ప్రత్యక్షముగా ఫెర్రో టంగ్ స్టన్ ధాతు మిశ్రముగా తయారుచేయుదురు. వుల్ఫ్రమైట్ ఖనిజమునకు ఇనుపముక్కలు కలిపి విద్యుత్ కొలిమిలో బొగ్గుతో ఆక్సిహరింతురు. ఖనిజములోనున్న ఇనుము, టంగ్ స్టన్ కలిసి ఫెర్రో టంగ్ స్టన్ ధాతుమిశ్రము ఏర్పడును. ఈ ధాతు మిశ్రమున 70% - 80% పాళ్లు టంగ్ స్టన్, 0.75 పాలు కార్బన్ ఉండును. టంగ్ స్టన్ ఉక్కు తయారుచేయుటకు ఆవశ్యకమగు ధాతుమిశ్ర మిది.

**ఉపయోగములు :** ఎలక్ట్రిక్ బల్బులలో తీగరూపమున వెలుతురును ప్రసరించుచు మానవజీవితమునకు సౌకర్యమును గూర్చుట ఈ ధాతువు యొక్క ముఖ్యోపయోగము. అత్యుచ్చద్రవీభవనతాపక్రమము, అతినీచబాష్పప్రేషము, 0.0005 అంగుళము వ్యాసముగల సన్ననితీగలుగా లాగినప్పుడుకూడ దీనికున్న దార్ధ్యము మొదలగు గుణగణములు విద్యుత్ దీప నిర్మాణమందు దీని ప్రాధాన్యమునకు కారణము. కార్బన్ ఉక్కుతో చేయబడిన పనిముట్లకు బదులుగా టంగ్ స్టన్ ఉక్కు పనిముట్లను వాడుటవలన, కార్బన్ తీగకు బదులు విద్యుత్ దీపములలో టంగ్ స్టన్ తీగను వాడుట వలనను, అమెరికా ప్రజలు సాలుకు 300 కోట్ల డాలర్లు నిలువచేయగలుగు చున్నారని అంచనా వేయబడినది.

లేత్ మీద మిక్కిలి భ్రమణవేగములో (హైస్పీడ్ టూల్స్) పనిచేయుటకు వలయు పనిముట్లను తయారుచేయుటకు వలయు ధాతు నిర్మాణములో ఈ ధాతువు యొక్క రెండవ ఉపయోగము. లేత్ మీద పనిముట్లు సంఘర్షణ ఫలితముగా ఎర్రగా కాలిఉన్నదశలో కూడ దాని అంచు మొర పోదు ; దాని గట్టితనము తగ్గి మెత్తబడదు. అందువలన సర్వేసర్వత్ర టంగ్ స్టన్ ఉక్కులనే పనిముట్లకు వాడుచున్నారు.

టంగ్ స్టన్ తీగ విద్యుత్ దీపములలో నేగాక రేడియో వాల్వులలోను, X-కిరణనాళములలోను మిక్కిలి వాడుకలో నున్నది. విద్యుదగ్రములకు వలయు ధాతు మిశ్రములను తయారుచేయుటకు ఇన్వర్సల్ కమ్పస్ చన్ ఇంజన్ లలో ఇంధనవాయు మిశ్రమును జ్వలింపజేయు పరికరములకు కూడ టంగ్ స్టన్ ఉపయోగపడుచున్నది.



చూర్ణధాతు సాధన: ధాతు చూర్ణములను వేడిచేసి హెచ్చు ఒత్తిడిలో అదిమి కావలసినవస్తువులుగా తయారు చేయు విధానమునకు చూర్ణసాధనయనిపేరు. అత్యధిక ద్రవీభవన తాపక్రమముగల టంగ్స్టన్, మొలిబ్డినమ్, టాంటాలమ్ మొదలగు ధాతువులనుండి తీగలను తయారు చేయుటకు, కావలసిన ఆకారముగల పోతవస్తువులవంటి వస్తువులను తయారు చేయుటకు ఈ విధానము చాల ఉపయోగ్యముగా ఉన్నది.

ఈ విధాన మింకను ప్రారంభదశలో ఉన్నప్పటికిని, ప్రపంచమంతట ధాతుకారుల ఆమోదమును పడసినది. ఈ విధానమువలన తయారగు వస్తువులరాశి రోజురోజునకు ఎక్కువగుచున్నది. ఢిల్లీలో 1000 ఏండ్లక్రిందట ఎత్తబడిన రిక్త టన్నుల ఇనుప స్తంభము ఈ విధానముననే నిర్మించబడి యుండవచ్చునని నేటి శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించుచున్నారు.\* ఈ స్తంభము నిజముగా ప్రాచీన భారత ధాతుకారుల అత్యద్భుత విజయము. 1000 ఏండ్లనుండి వాతావరణ పరిస్థితులకు లోనగుచున్నను, నేటికిని చెక్కుచెదరని అవస్థలో ఉన్నది ఈ స్తంభము. స్పంజివలె మెత్తటి ఇనుమునుండి ఈ స్తంభము నిర్మించబడినట్లు ఊహించబడినది. డాక్టర్ 'హెడ్ ఫీల్డ్' పరిశోధనల ననుసరించి 0.278% కన్న తక్కువ మాలిన్యములు ఈ స్తంభనిర్మాణమునకు ఉపయక్తమైన ఇనుములో నున్నవని తెలిసినది. స్లాగ్ ద్రవ్యములుగాని, ఇతరమాలిన్యములుగాని, ఏ మాత్రము లేని శుద్ధమైన చేత ఇనుముతో ఈ స్తంభము నిర్మించబడినది.

చూర్ణధాతు ప్రక్రియలోని క్రమము: మొదట ధాతు చూర్ణమును తయారుచేయుట, తరువాత ఈ చూర్ణమును కావలసిన ఆకారములుగల అచ్చులలోనుంచి వేడిచేసి, గట్టిగా అదిమి కొంచెముగా ద్రవీభవించునట్లు చేయుట. విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానములు, రాసాయనిక ఆక్సిహరణ విధానములు, యంత్రములచే ధాతువును చూర్ణముగా మార్చుట, లేదా ద్రవీభవించిన ధాతువును తుషారముగా విస్తరింపచేయుట మొదలగు ఉపాయముల వలన ధాతు చూర్ణమును తయారు చేయుదురు.

తరువాత ఈ చూర్ణమును, లేదా రెండుమూడు రకముల ధాతువుల చూర్ణమును యంత్రములలో బాగుగా కలుపుదురు. తరువాత అచ్చులలో చూర్ణమును ఉంచి సాధారణ తాపక్రమములోగాని, లేదా కొంచెము ఎక్కువైన తాపక్రమములోగాని చదరపు అంగుళమునకు 5 మొదలు

100 టన్నుల ప్రేషములో నొక్కుదురు. ఈ నొక్కబడిన అచ్చును పైకితీసి, కొలుములలో తక్కువ వాతావరణ ప్రేషములలో వేడిచేయుదురు. చాల వాడుకలకు ఇట్లు లభ్యమైన అచ్చులు ఉపయోగ్యమైన పరిమాణములు కలవిగా నుండును. లేట్ పనిముట్లను, యంత్రభాగములను తరువాత యంత్రములో సాపుచేయ ఆవశ్యకత లేకుండగ తయారుచేయ వచ్చును. మామూలుగా పనిముట్లుచేయు వేగముకన్న 200 రెట్లు అధికవేగముతో చూర్ణవిధానమున వస్తువులను తయారు చేయవచ్చును (చూ. క్రోమియమ్ వర్గము; పు. 808).

బి. గో. కృ

టాంటాలమ్: రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 73; సంకేతము Ta; పరమాణుభారము 180.95. విశిష్టగురుత్వము 18.6. రేడియో, ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములందు ఉపయోగపడు కేపసిటర్లు తయారీలో టాంటాలమ్ ధాతువును వినియోగింతురు. టాంటాలమ్ ద్రవాంకము  $2986^{\circ}\text{C}$ ; క్వథనాంకము  $4100^{\circ}\text{C}$ . టాంటాలైట్  $\text{Fe}(\text{TaO}_3)_2$ . సామర్ స్కైట్ అను ముడిఖనిజములలో నియోబియమ్ కలిసియుండును. (చూ. వెనేడియమ్ వర్గము.)

మే. వ. న.

టాడ్, సర్ ఆలిగ్జాండర్ రాబర్ట్స్ (జననము 1907): బ్రిటిష్ రాసాయనికుడు. గ్లాస్గోలో జననము. గ్లాస్గోలో చదువుకొని పరిశోధకుడుగా గ్లాస్గోలోను, ప్రాంక్ ఫర్ట్ లోను, ఆక్స్ ఫర్డ్ లోను, ఎడింబరోలోను, పనిచేసి, లండన్ లో విస్టర్ పరిశోధకసంస్థలోచేరి, లండన్ యూనివర్సిటీలో జీవరాసాయనిక శాస్త్రమందు రీడర్ గా నియమితుడయ్యెను. 1944లో మాంచెస్టర్ యూనివర్సిటీ కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రాచార్య పీఠమును అలంకరించెను. జీవరాసాయనిక, రాసాయనిక క్షేత్రములందు బహుళ పరిశోధనల గావించి ముఖ్యముగా చికిత్సాశాస్త్రములందు ముఖ్యమైన రాసాయనిక ద్రవ్యముల స్వభావమును బయలుపెట్టెను. విటమిన్ B<sub>12</sub> సంయోజన పద్ధతిని కృత్రిమముగా సాధించినవాడితడే.

ఈతని మరియొక నిర్వాహము జీవకణమందు పితలనుండి పిల్లలకు గుణముల సంక్రమణకు వాహకములగు న్యూక్లియోనైడ్లు న్యూక్లియోపైడ్లు వర్ణనము విటమిన్ B<sub>12</sub> సంపూర్ణరచనను గురించిన సర్వతోముఖానుశీలన ఈతని అత్యద్భుత విజయము. దీనికై ఈతనికి 1957 లో నోబెల్ బహుమతి (రాసాయనిక శాస్త్రము) లభించినది.

మే. వ. న.

టానిక్ ఆసిడ్: చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 175.

\* బెల్ సెస్టమ్ - టెక్నికల్ జర్నల్; అక్టోబర్ 1944 - పుట 428 (U. S. A.)



టానిన్లు : చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ ప్యూర్స్ ములు ; పు. 175.

టారిసెల్లీ, ఇవేన్లిస్టా (1608 - 1647): ఇటలీ భౌతిక విజ్ఞాని. రోమునగరమున విద్య పూర్తిఅయిన తరువాత గణితాచార్యుడుగా ప్లారెన్స్ నగరమందు గెలిలియో స్థానమున నియమితుడైనాడు. భారమితి నాశపుమీద భాగమున కనబడు ఖాళీస్థలపు స్వభావ మును కనుగొనుటచే ఈయన నాటి భౌతికశాస్త్రజ్ఞులలో లోక విఖ్యాతినిగాంచెను. సూక్ష్మదర్శని నొకదానిని కూడ నిర్మించెను. ఆ. వెం. సూ. రా.

టి. ఎన్. టి. : చూ. ఆరోమాటిక్ నైట్రో యాగిక ములు - పు. 180.

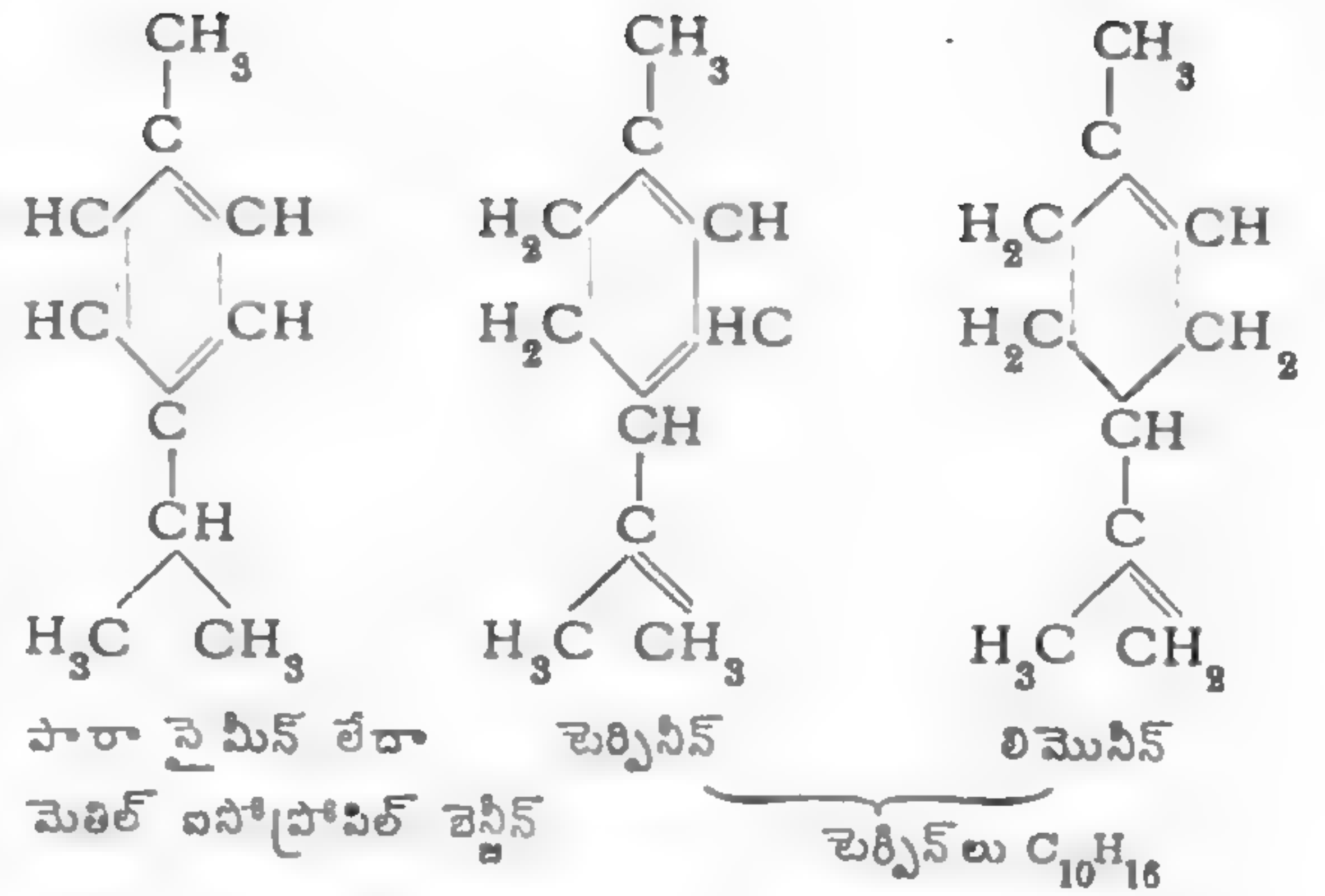
టిండల్ - జాన్ (1820 - 1893): ఇంగ్లాండు భౌతిక విజ్ఞాని. ప్రధానముగా స్వయంకృషివలననే శాస్త్రాభ్యాసము కొంతచేసి బున్ సెన్ అను జర్మనురాసాయనికుని వద్ద శాస్త్రశిక్షను పొందుటకు జర్మనీదేశమునకు వెళ్ళెను. 1854 లో రాయల్ ఇన్ స్టిట్యూషన్ లో భౌతిక శాస్త్రాచార్యవదవిని స్వీకరించెను. 1852 లో రాయల్ సంఘ సభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడెను. 1867 లో రాయల్ ఇన్ స్టిట్యూషన్ నిరీక్షకుడుగా ఫారడే తరువాత నియమితుడైనాడు. అన్ని భౌతికశాస్త్ర శాఖలలోను, పాండిత్యముకలవాడు. వేడిచేసినప్పుడు ధాతువులలో ప్రవహించు తాపక్రమతరంగముల స్వభావమును పరిశీలించి, వాటి పారగమనవేగమునకును ధాతువుయొక్క తాపవాహకతకును సంబంధమేదియు లేదని నిరూపించెను. అతिसూక్ష్మమగు కణములు విస్తృతమైయున్న నీటి ద్వారా కాంతిశలక ఒకటి పయనించునపుడు నీటిలో దానిబాట నీలిజాడవలె కన్పట్టునను విశేషమును శాస్త్రలోకమునకు వెల్లడిచేసెను. ఈ సంఘటనను ఆధారము చేసికొని, ఆకాశపు నీలిమ అందుండు నీటికణములు, సూర్యకాంతిని చెదరగొట్టుటచే కలుగుచున్నదని వివరించెను.

ఈయన ఉపన్యాసవైదగ్ధ్యమపారము. ఈయన వ్రాసిన భౌతికశాస్త్రగ్రంథములు విషయవైశద్యప్రదర్శనమునకు దృష్టాంతములు. పి. భీ. రా.

టెక్స్టిలియమ్ : చూ. మాసూరియమ్.

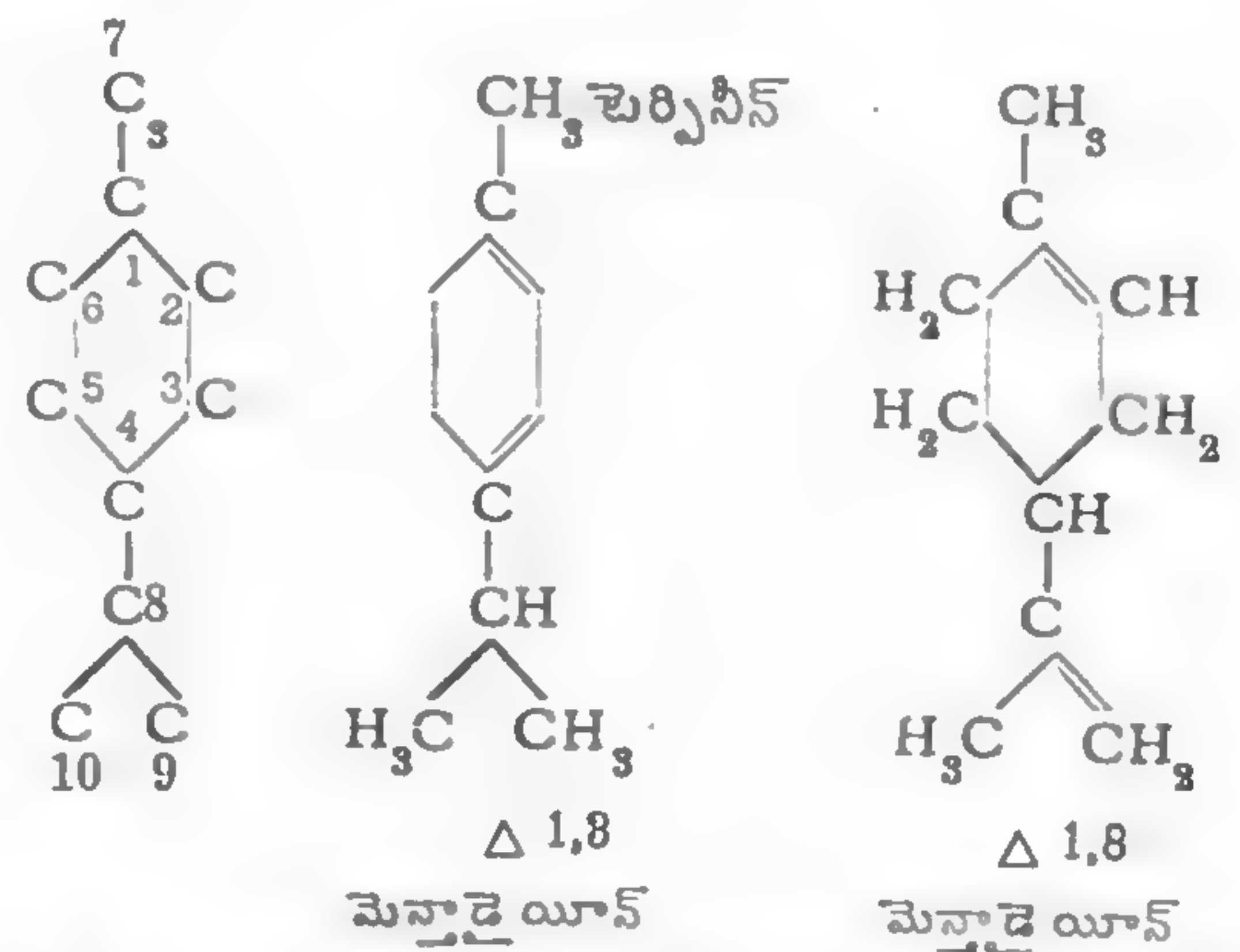
టెర్పిన్లు : సామాన్యదృష్టిలో టెర్పిన్ పదము  $C_{10}H_{16}$  అను అణురచనగల హైడ్రోకార్బన్ యాగికము లకు అన్వయించును. ఈ యాగికములు అన్నియు పారానైమీన్ అను హైడ్రోకార్బన్ నుండి ప్యూర్స్ ములైనట్లు పరిగడింపవచ్చును :

టెర్పిన్లు



పై అణు సాంకేతికముల పరిక్షవలన టెర్పిన్లు నైమీన్లు అని లేదా పారా నైమీన్ అణువునకు రెండు హైడ్రోజన్ అణువులు చేర్చగావచ్చిన యాగికములని ఊహింపవచ్చును.

ఈ యాగికములకు మెన్టాడైయాన్లు అని పేరు. వీటిలో ప్రతి యాగికమునందును రెండు ద్విబంధనములు ఉండుటచే వీటికి డైయాన్లు అని పేరు వచ్చినది.  $C_{10}H_{16}$  అనునది వీటి సామాన్య సాంకేతికము. ఈ సాంకేతికము కలవి పదునాల్గు సమాంగరూపములు ఉన్నవి. పారా నైమీన్ రచనా విధానమును ఊతగా చేసికొని ఆసమాంగ రూపముల రచనను సూచించవచ్చును. నైమీన్ వలయములోనున్న కార్బన్ పరమాణువులకు ఒక వరుస సంఖ్య నిచ్చి ద్విబంధనములు ఆవలయములో ఏ కార్బన్ పరమాణువులకు చెందినవో వాటిని  $\Delta$  అను గుర్తువలన సూచించుటచే ఈ యాగికముల రచనను వ్యక్తపరచవచ్చును :



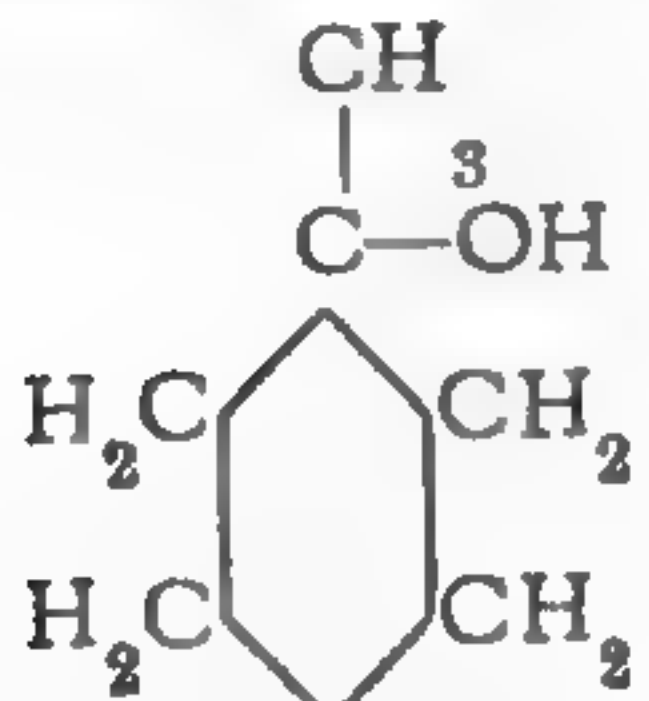
వాస్తవికముగ వృక్షములనుండి లభ్యములగు వాసనగల తైలములలో కొన్ని టెర్పిన్ల జాతికి చెందినవియే. పరిమళతైలములనగా నీటితవిరిచేత బాష్పీకరించి సాధించుటకు వీలైన ఆయాచెట్ల సువాసన ద్రవ్యములు. ఉదాహరణ



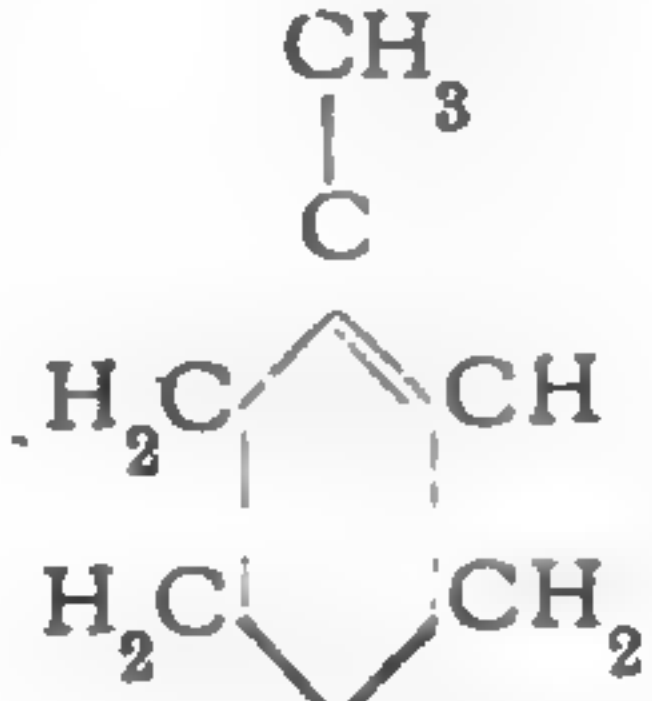
## ఔర్బిన్లు

మునకు యాకలిప్టసు తైలము, కర్పూర (టర్పెంటిన్) తైలము, యాలకతైలము, కాజపుట్ తైలము ఈజాతివే.

పైని పేర్కొనిన మెన్తాడైయాన్ వర్గమునకు చెందిన హైడ్రోకార్బన్ యోగికములుకాక పరిమళతైలములందు మెన్తాడైయాన్ల హైడ్రాక్సీవ్యుత్పన్నములు, కీటోన్ వ్యుత్పన్నములు మెన్తీన్ల వ్యుత్పన్నములు [అనగా ( $C_{10}H_{18}$ ) అణు సాంకేతికముగల హైడ్రోకార్బన్లు], మెన్తీన్ అనగా హెక్సాహైడ్రోపారానైమిన్ ( $C_{10}H_{20}$ ) వ్యుత్పన్నములు కూడ కలవు.

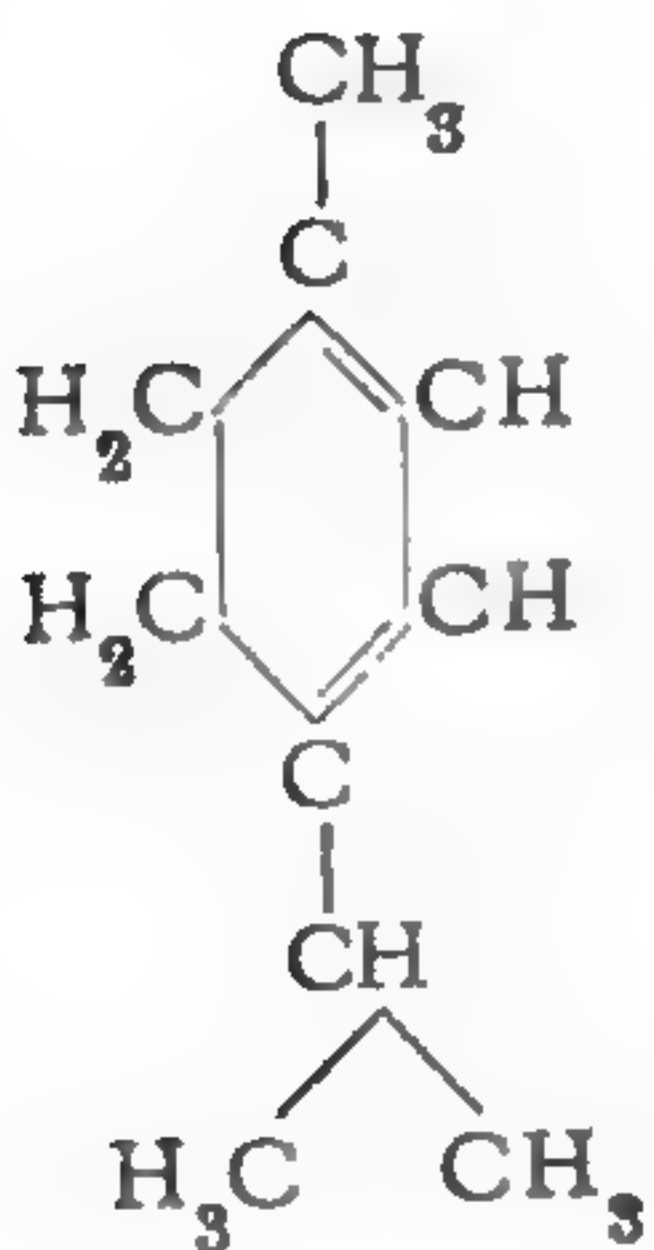


కెర్పిన్ లేదా కెర్పినోల్  
మెన్తీన్ వ్యుత్పన్నము

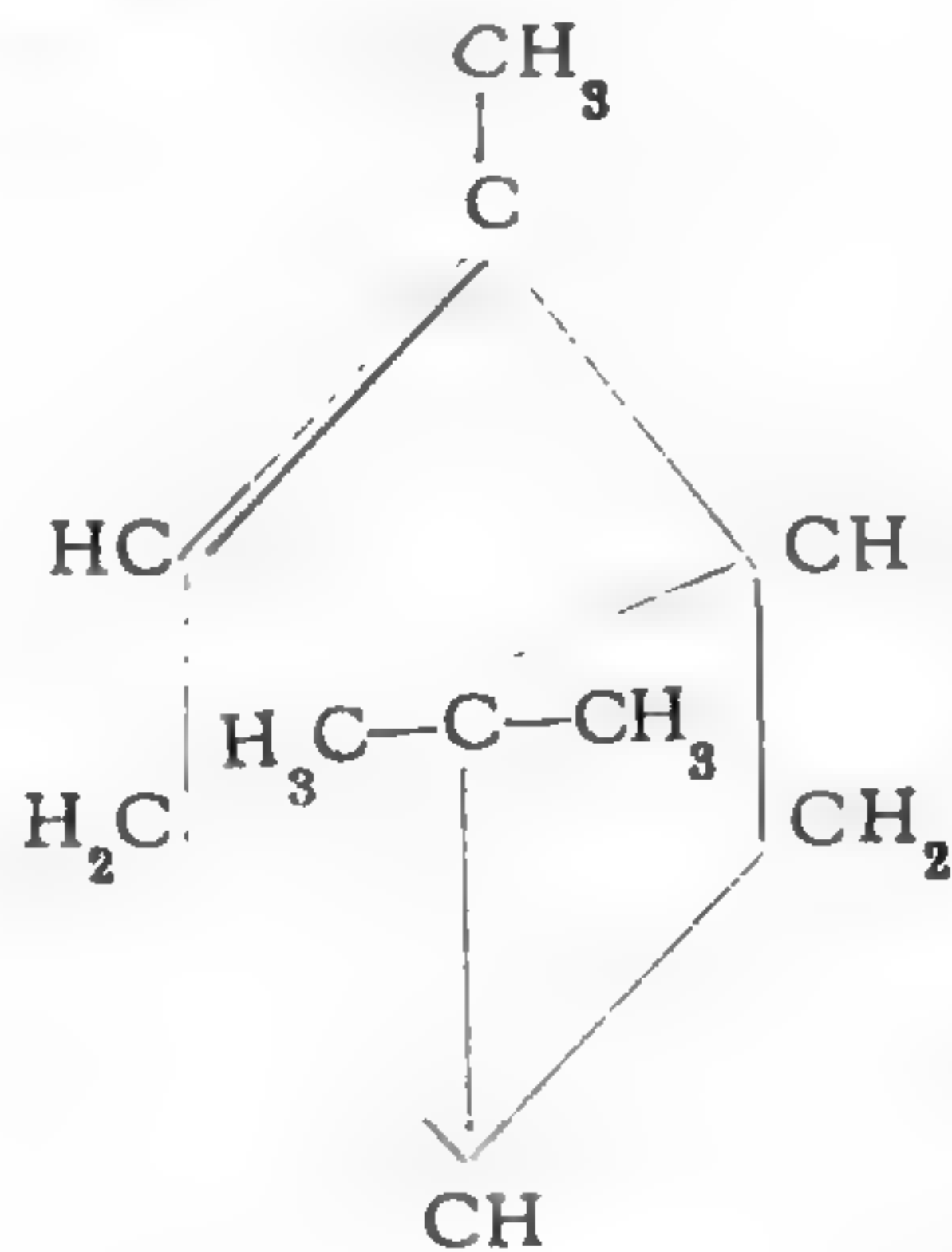


కెర్పినియోల్-మెన్తీన్  
వ్యుత్పన్నములు

ఈ రచనలలో కనపరచినట్లు మెన్తాడైయాన్ వ్యుత్పన్నములలో రెండు ద్విబంధనములు ఉండును. ఇది కాక ఔర్బిన్లజాతిలో  $C_{10}H_{16}$  అణు సాంకేతికముగల హైడ్రోకార్బన్లు కూడ ఉన్నవని చెప్పియుంటిమి. ఇందు కొన్ని ఒకే ద్విబంధనముకల యోగికములుకూడ నున్నవి. వీటియందు కార్బన్ పరమాణువుల మీదనున్న శేషయోజనీయతలు యోగికరచనయందు ఇంకొక కార్బన్వలయమును ఏర్పాటు చేయుచున్నవి. ఈ రెండు తరగతుల యోగికములకును క్రమముగా ఏకవలయిక ఔర్బిన్లు ద్వివలయిక ఔర్బిన్లు అనిపేరు:



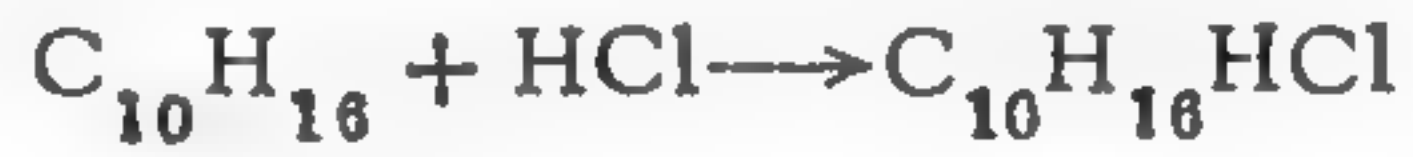
కెర్పినిన్ ( $C_{10}H_{18}$ )  
ఏకవలయిక ఔర్బిన్



α-కెర్పిన్ ( $C_{10}H_{16}$ )  
ద్వివలయిక ఔర్బిన్

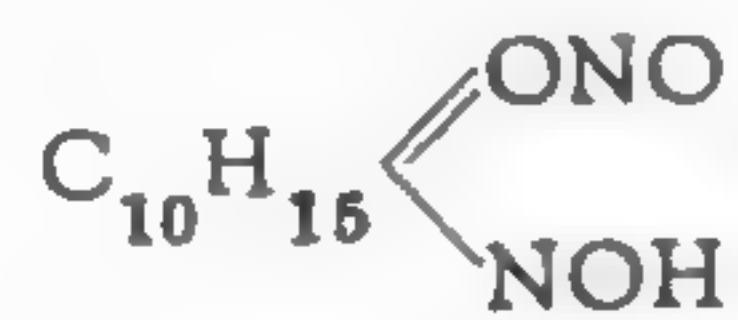
ఔర్బిన్లను సామాన్యముగా ఈ దిగువ లక్షణములచే ఎరుంగవచ్చును:

వీటి రచనయందు ద్విబంధనములున్న కారణమున ఒకటిగాని, రెండుగాని హైడ్రోజన్ హేలైడ్ అణువులను వీటికి కలుపవచ్చును:



2. ఒకటిగాని రెండుగాని బ్రోమిన్ అణువులు వీటిలో కలియును.

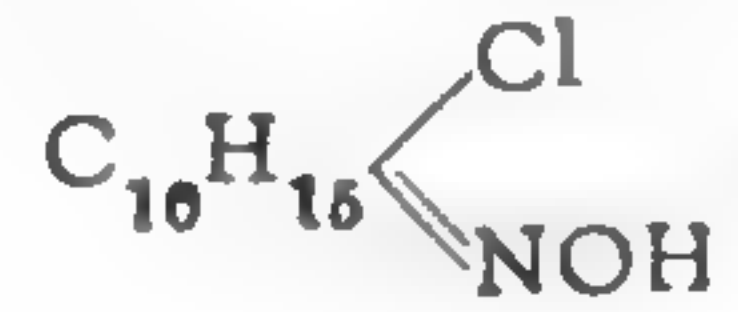
3. నైట్రస్ ఆసిడ్తో నైట్రోసైట్ యోగికము



అను, నైట్రోజన్ టెట్రానైట్తో

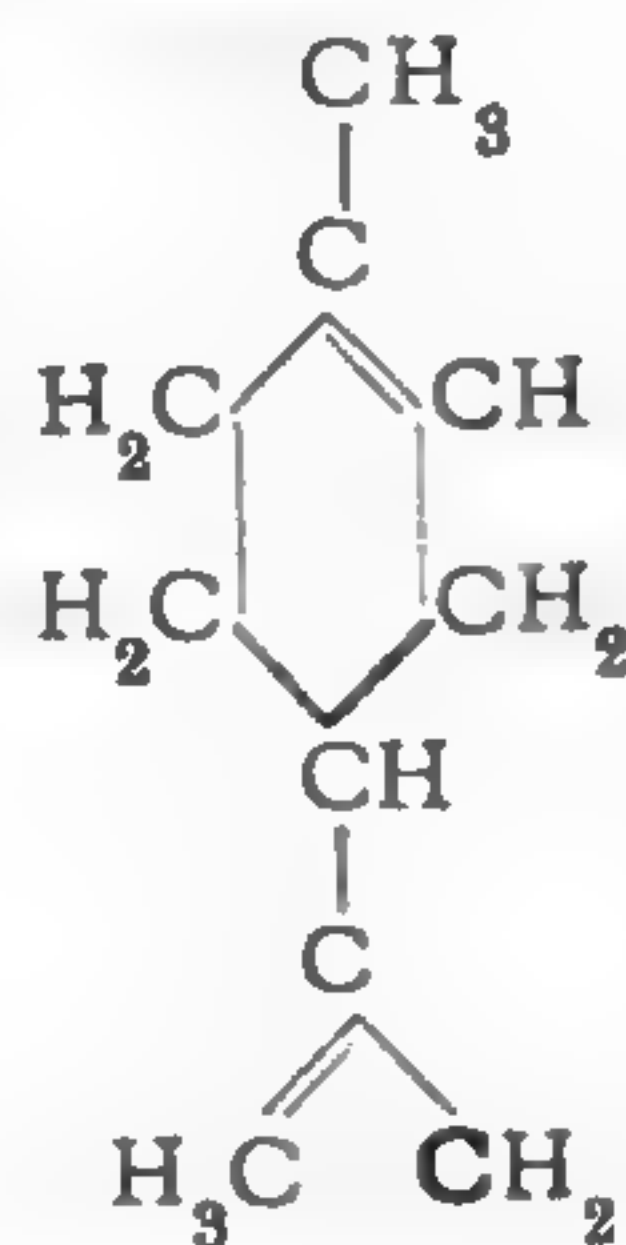


నైట్రోసైట్క్లోరైడ్తో నైట్రోసోక్లోరైడ్ యోగికము



అను ఇచ్చును.

ఔర్బిన్లువలయ యోగికములగుటచే అసౌష్ఠవకార్బన్ పరమాణువు వలయ రచనయందుండుటకు అవకాశము లేదు. అయినప్పటికిని వాటి రచనయందు సౌష్ఠవాంశము అంతరించినపుడెల్ల, చాటుష చైతన్యధర్మము పొడచూపుచుండును.

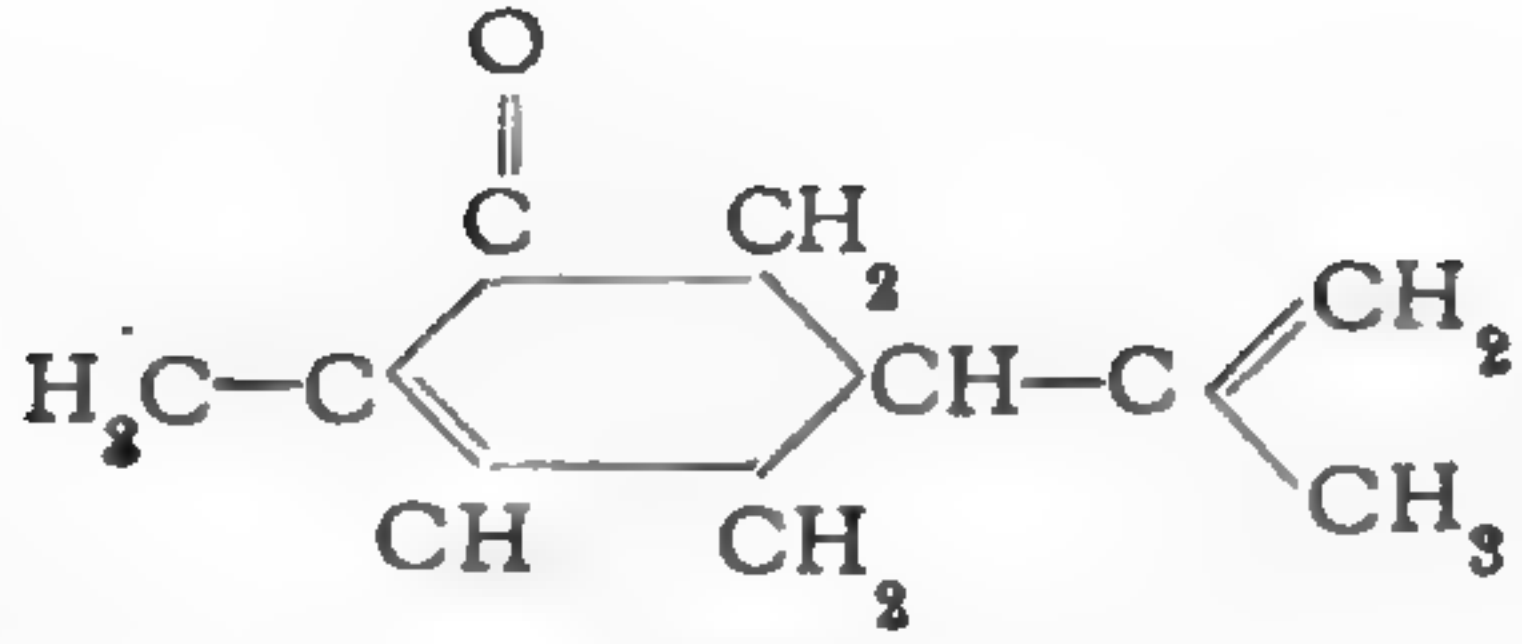


ఉదాహరణమునకు లిమొనీన్ రచనలో సౌష్ఠవ తలముగాని, సౌష్ఠవాక్షముగాని, సౌష్ఠవకేంద్రముగాని లేనట్లు సులభముగా కననగును. అందువలన ఈ యోగికము సవ్యాప సవ్యచాటుష రూపములలో అవతరించును. మనకు పరిచితమైన కొన్ని ఔర్బిన్లు:

లిమొనీన్ : (సాంకేతికము పైన ఈయబడినది). నిమ్మపండ్ల తొక్కలనుండి లభ్యమగునిమ్మనూనెలోను, పెప్పర్ మెంటు తైలములోను ఉండును. రబ్బరును అభిషవించినకూడ ఇది లభ్యమగును.

కార్వోన్ : సోపుగింజల నూనెలో ఉండును. వాటి విలక్షణమైన వాసన ఈ యోగికమునుండి వచ్చినదే. సోపుగింజలకు ఆయుర్వేద వైద్యములో స్థూలజీరక, గంధాధిక, తియ్యగ నుండుటచే మధురిక అనుపేర్లు కలవు. ఈ యోగికము కీటోన్ల జాతికి చెందినది.

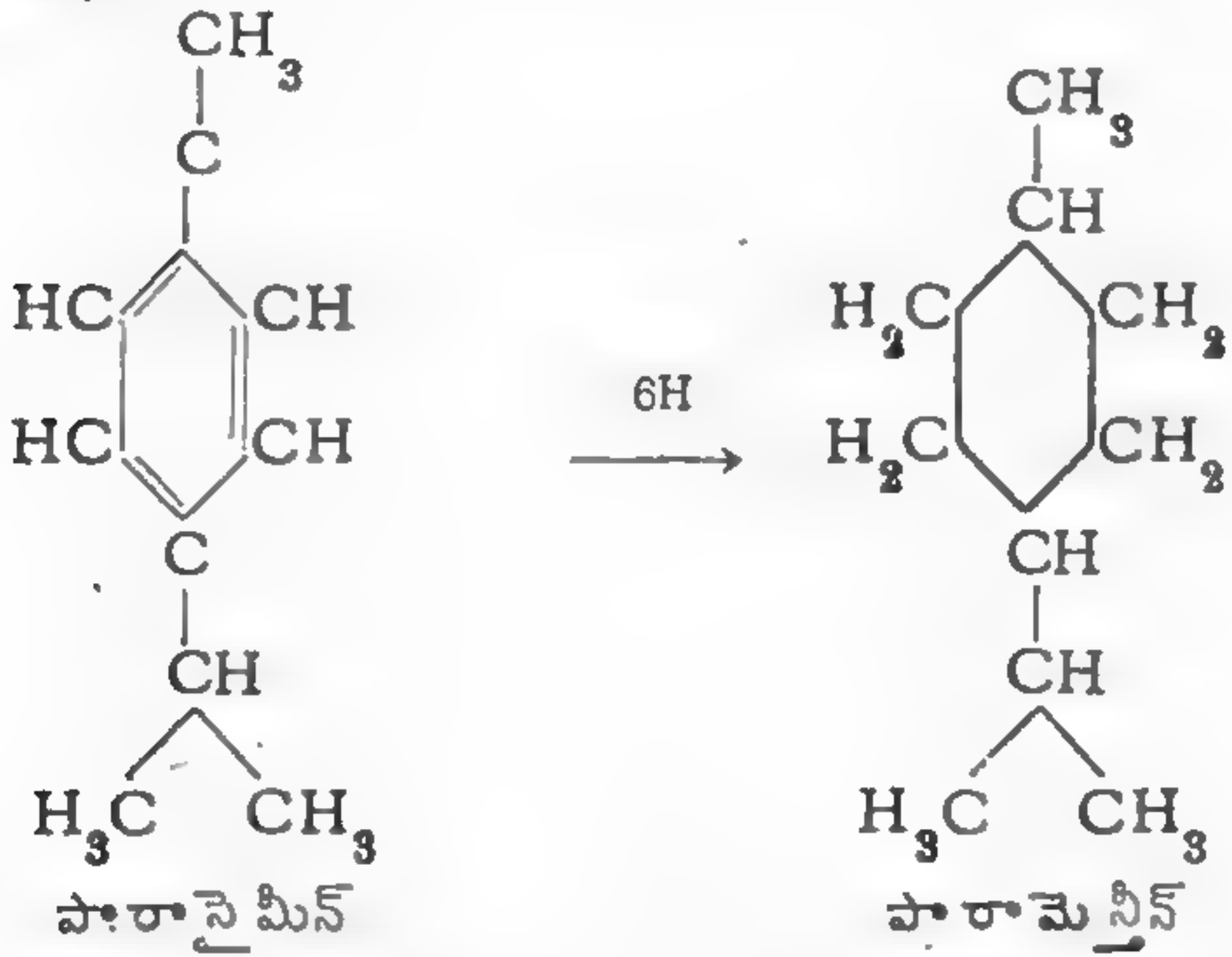




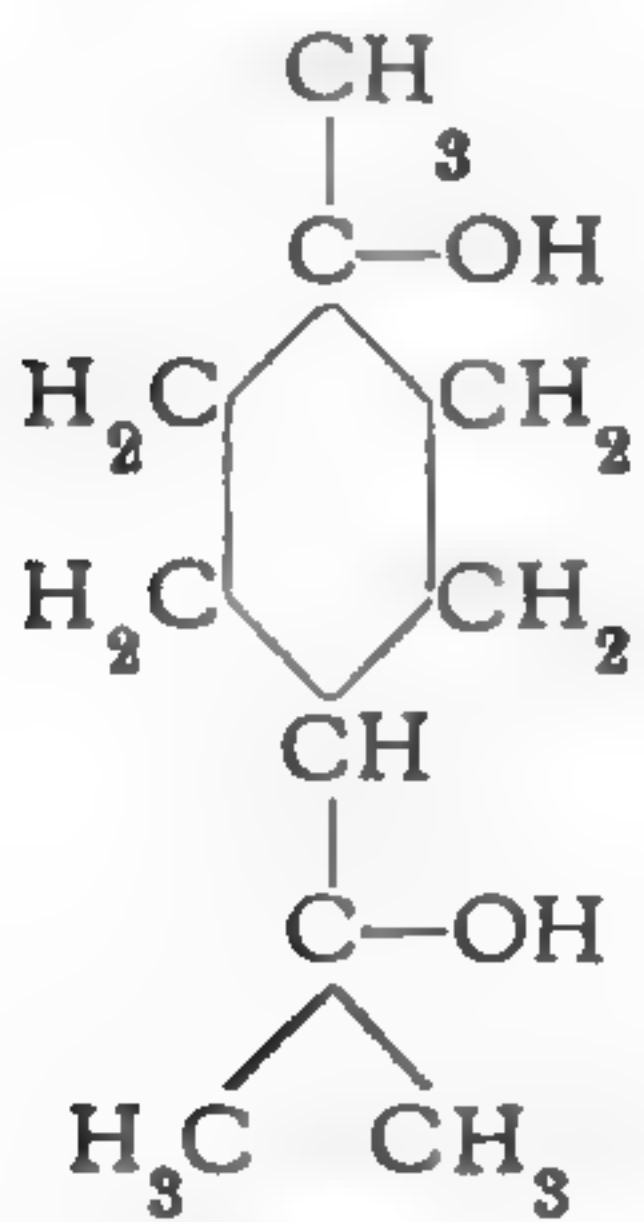
కార్బోన్

సాంకేతికమును పరీక్షించిన అణువు సౌష్ఠవము లేనిదని విశదమగును. సౌష్ఠవపుటకములు లేనందున ఇది రెండు చాడుపసమరూపములలో ఉండును. ఇందు అపసవ్య రూపము (d - కార్బోన్) సోపుగింజలయందును, సవ్య రూపము (l - కార్బోన్) పెప్పర్ మెంటు నూనెలోను ఉండును.

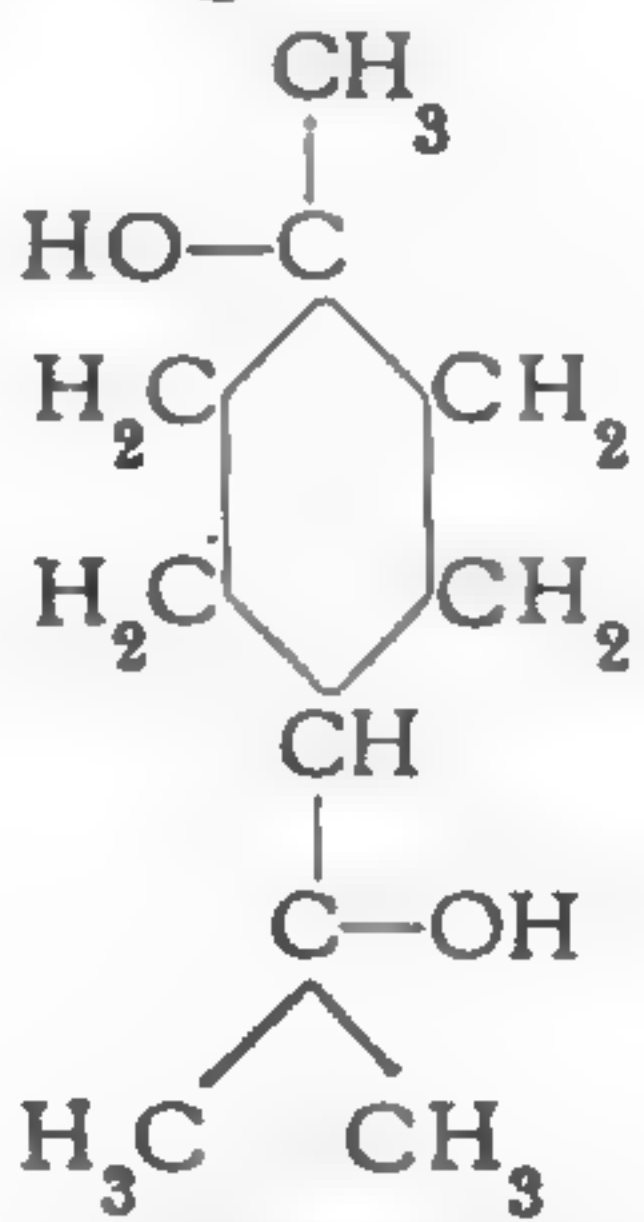
టెర్పిన్: (1:8 డై ప్రాడాక్సి, p - మెన్టీన్) పారా సైమిక్ మెథిల్ ఐసోప్రోపిల్ బెన్జిన్ ని ఇదివరకే చెప్పి ఉంటిమి. దీనిని సంపూర్ణముగా ప్రాడ్రోజనీకరించితిమేని హెక్సాప్రాడ్రో పారాసైమిక్, లేదా పారామెన్టీన్ ఆవిర్భవించును:



పారామెన్టీన్ నుండి ఉత్పన్నములగు ముఖ్యమైన ఔర్బిన్లు రెండు. అందు మొదటిది ఔర్బిన్ (1:8 డై ప్రాడాక్సి పారామెన్టీన్). ఇది సిస్, ట్రాన్ రూపములలో ఉండును; రెండవది ఔర్బిన్ ప్రాడ్రేట్.



సిస్ ఔర్బిన్  
ద్రవాంకము 104°C

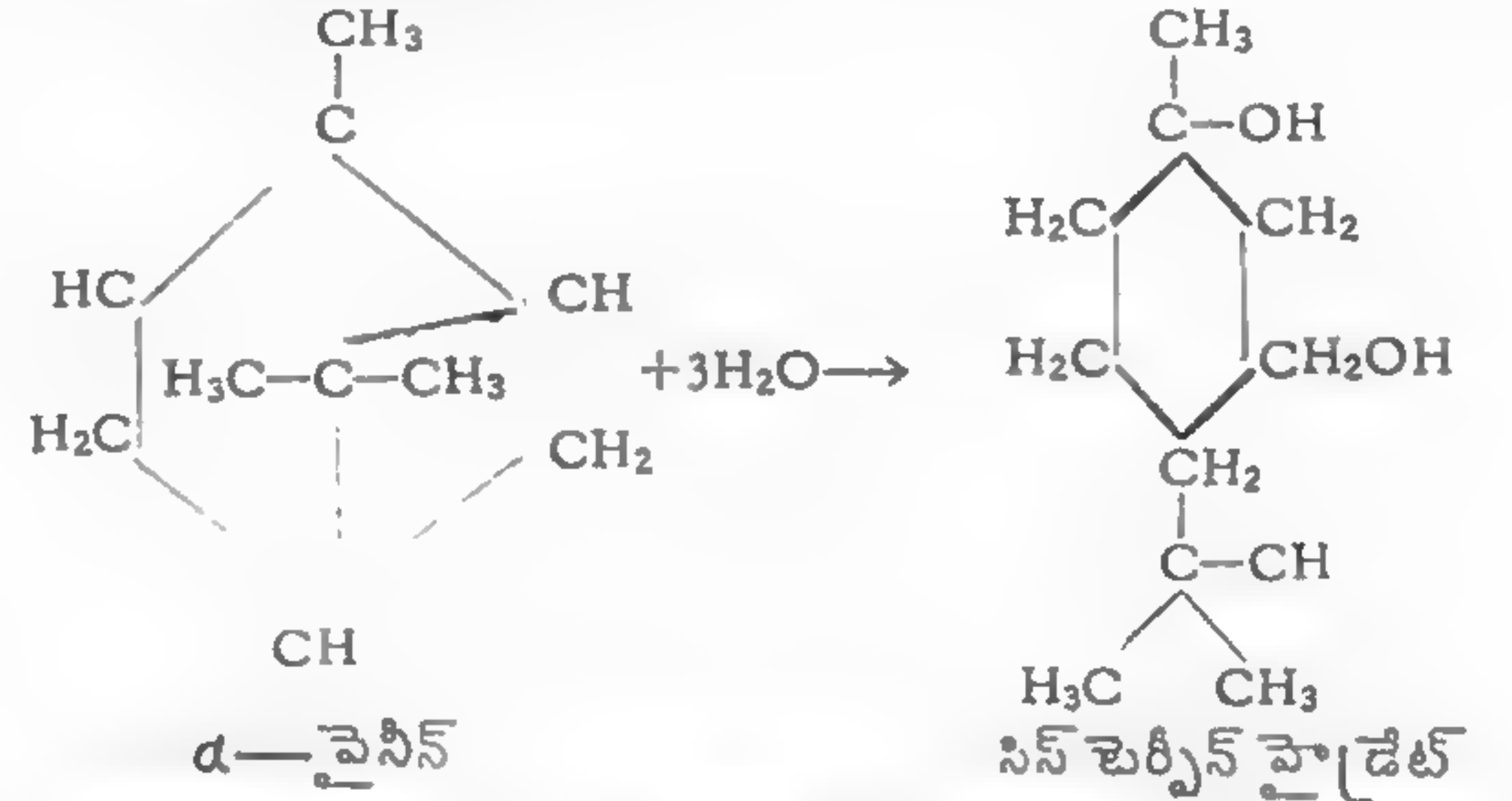


ట్రాన్స్ ఔర్బిన్  
ద్రవాంకము 158°C

ఈ రెండు సాంకేతికములందును పై నున్న ప్రాడాక్సిల్ (OH) గణముల స్థానములు భిన్నముగానుండుట గమ

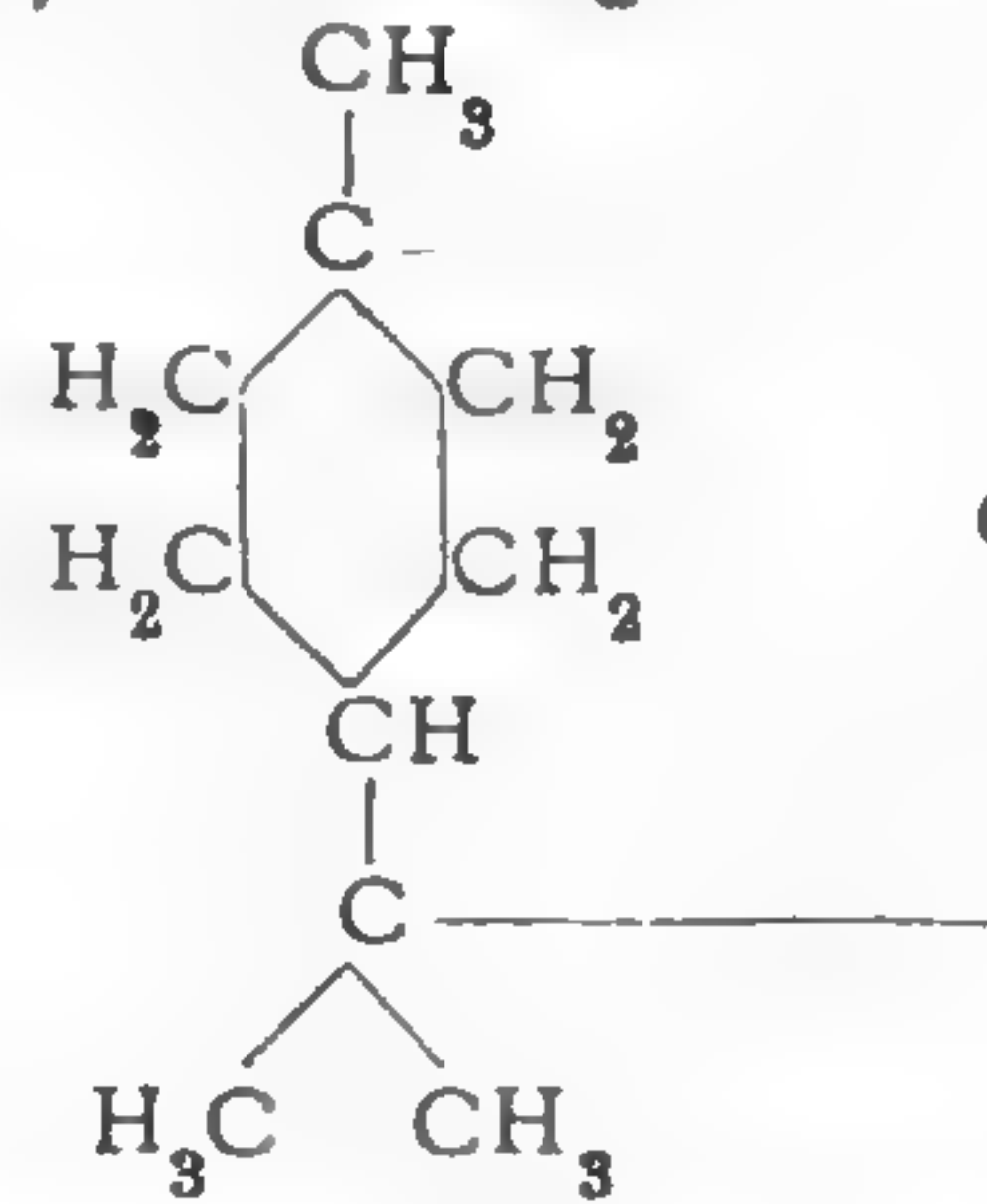
నించతగినది. టెర్పెంటిన్ తైలముపై విలీనగంధక ద్రావము యొక్కగాని, ఆల్కహాల్ నైట్రిక్ ఆసిడ్ మిశ్రముయొక్కగాని చర్యవలన ఇది లభించును.

టెర్పెంటిన్ తైలములో ముఖ్యపుటకమగు α-పై సీన్ ఈ పై ప్రక్రియలో ఔర్బిన్ ప్రాడ్రేట్ గా మారును. ఈ వచ్చిన యాగికమును 700°C కు వేడిచేసినచో ఒకజలాణువు తొలగి ఔర్బిన్ లభ్యమగును.

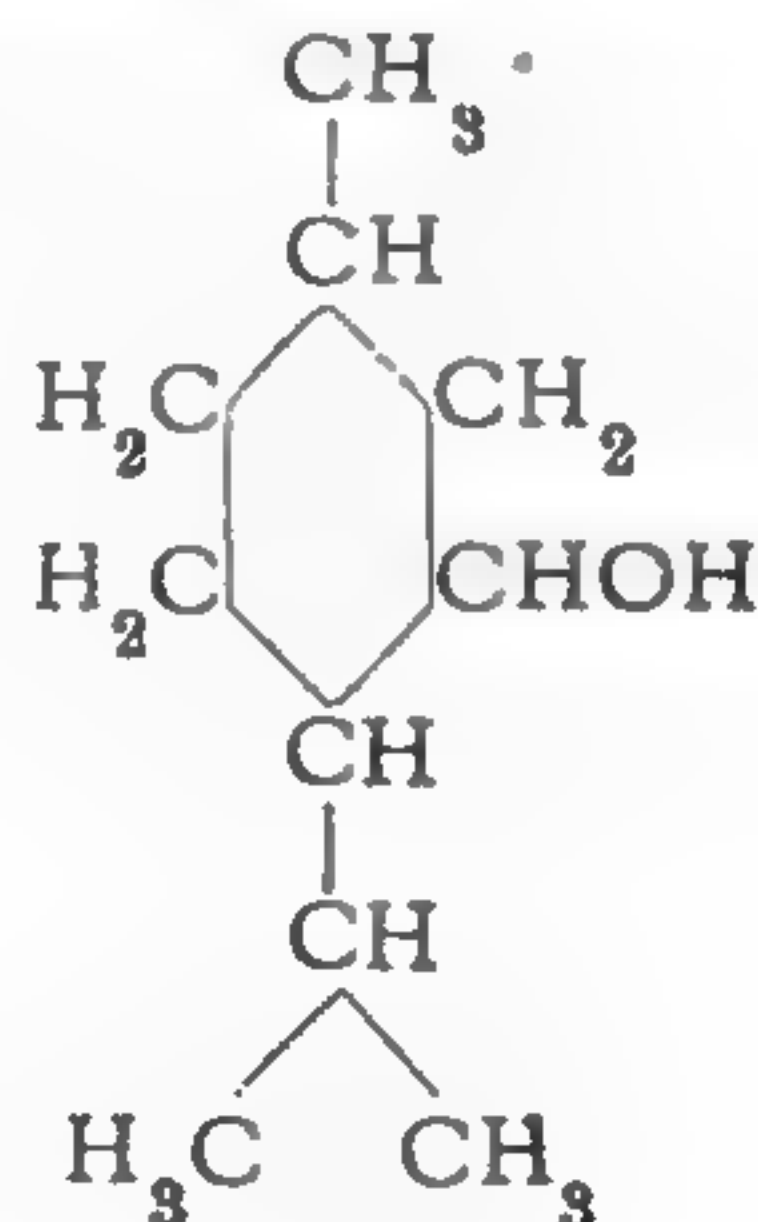


యూకలిప్టాల్: యూకలిప్టును ఆకులను, కొమ్మలను అభిషవించిన లభ్యమగు (నీలగిరి) తైలమందు ముఖ్యమగు పుటకము ఈ పై యాగికము.

ఇది కర్పూరపు వాసనగల ద్రవద్రవ్యము. ఔర్బిన్ ప్రాడ్రేట్ లో 1.8 కార్బన్ పరమాణువుల మీదనున్న రెండు ప్రాడాక్సి గణములనుండి ఒక జలాణువును తీసి వేసిన సినియోల్ లభ్యమగును. అనగా సినియోల్ యాగికమును ఔర్బిన్ ప్రాడ్రేట్ యొక్క నిరుదముగా (ఆన్ ప్రాడ్రేట్ గా) భావించవచ్చును.



మెన్తాల్: పెప్పర్ మెంటు తైలములోని ప్రధానపుట



మెన్తాల్

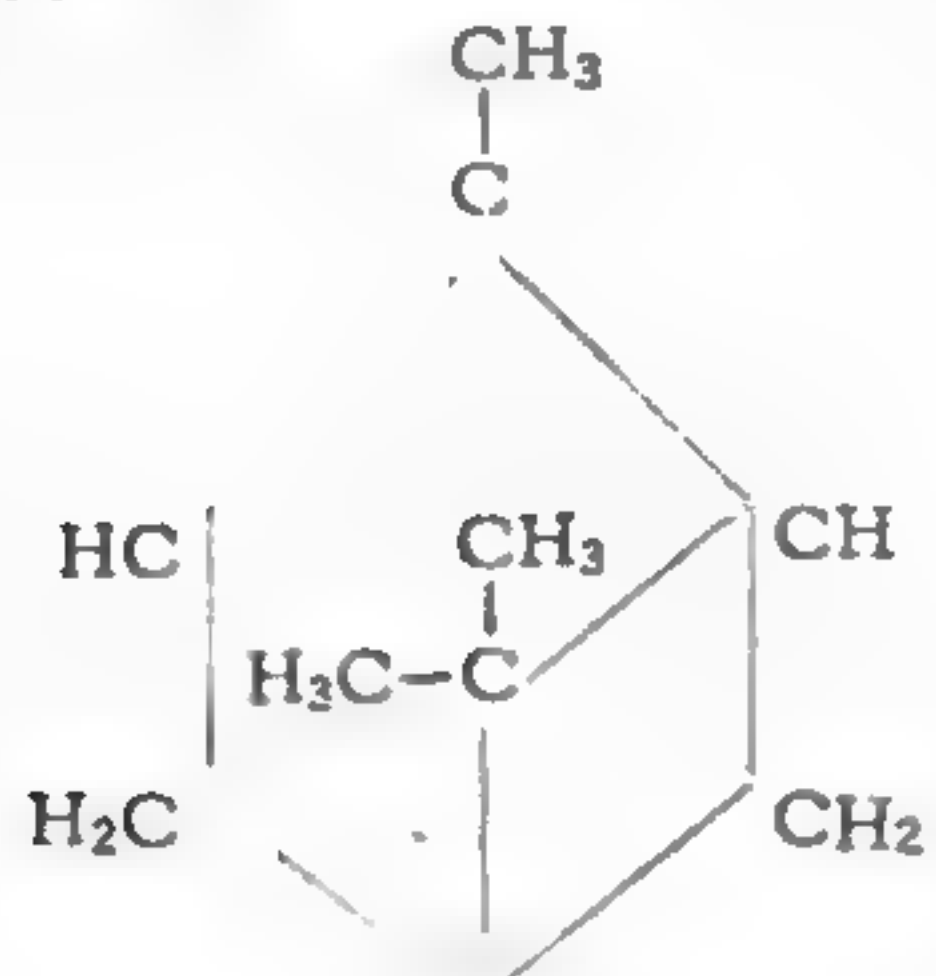
కము; తెల్లటి స్ఫటికములు. బలమైన పెప్పర్ మెంటు వాసనకలది. చప్పరించిన మొదట కారముగాను, తరువాత చల్లగాను ఉండును. సూక్ష్మక్రిమిహరముగాను, సంవేదన నాశకద్రవ్యముగాను ఉపయోగపడును. పైకి



## ఔర్బియమ్

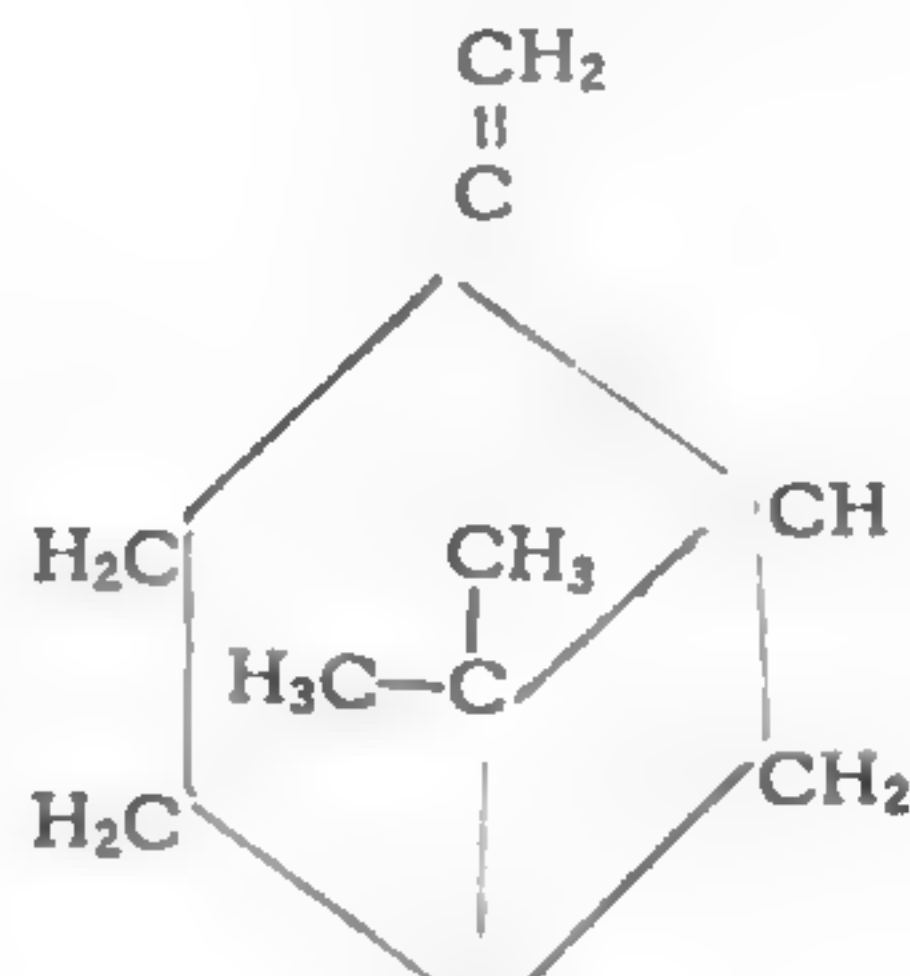
వ్రాయు అమృతాంజనము మొదలైన తలనొప్పి మందు లలో విధిగా ఉండును.

ప్రెసిన్ : టర్పెంటిన్ తైలములోని ప్రధానఘటకము.  $C_{10}H_{16}$  దీనిరచన.



$\alpha$ -ప్రెసిన్

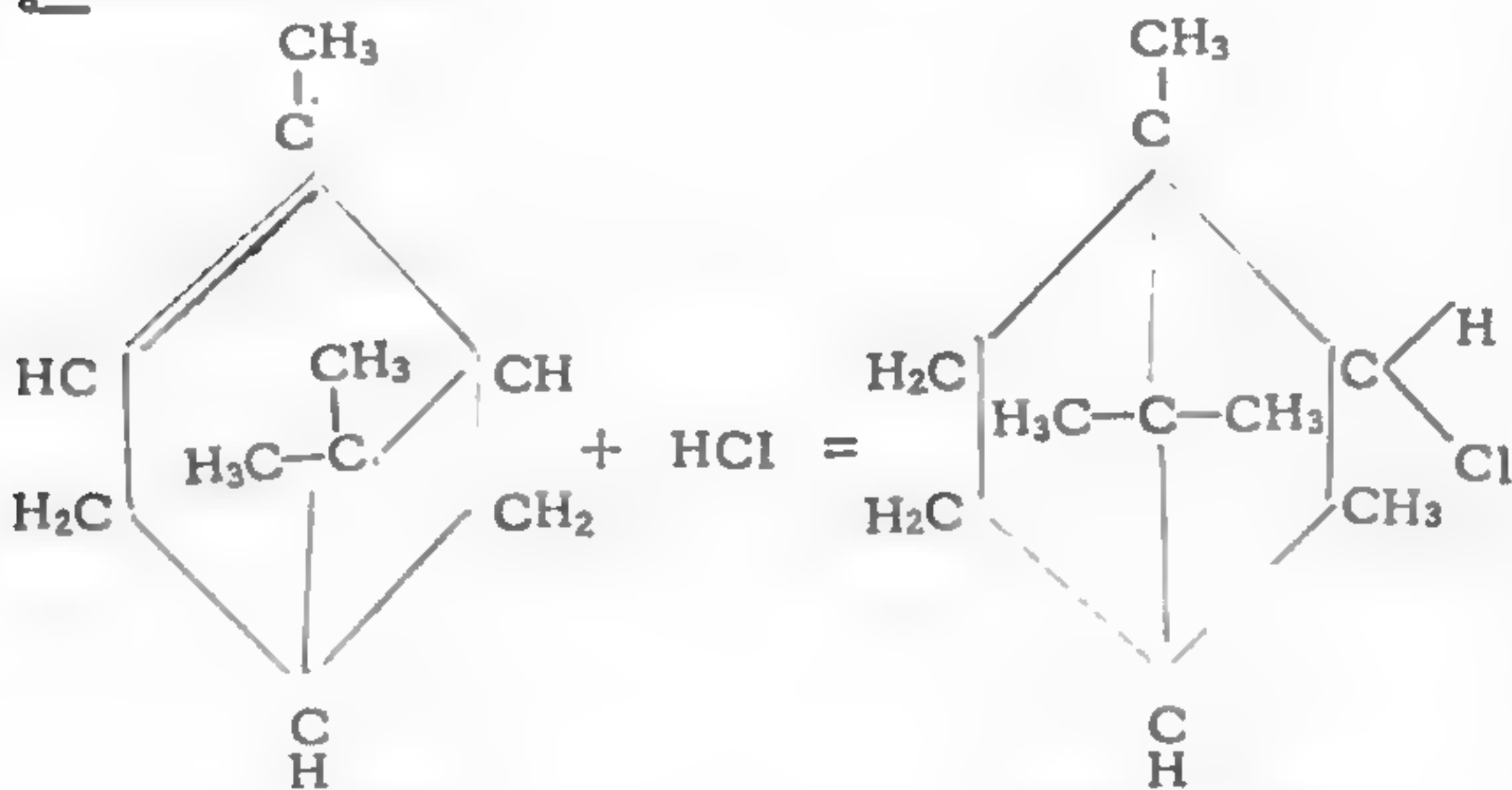
కృతనాంకము  $156^{\circ}C$



$\beta$ -ప్రెసిన్

కృతనాంకము  $164^{\circ}C$

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన ప్రెసిన్ చెప్పినట్లు ఔర్బిన్ హైడ్రేట్ గా మారుటయేగాక, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువు చర్యవలన కృత్రిమ కర్పూరమును పేరుగల బోర్నిల్ క్లోరైడ్ గా మారు ఇంకొక విలక్షణ గుణము ప్రెసిన్ కు కలదు.

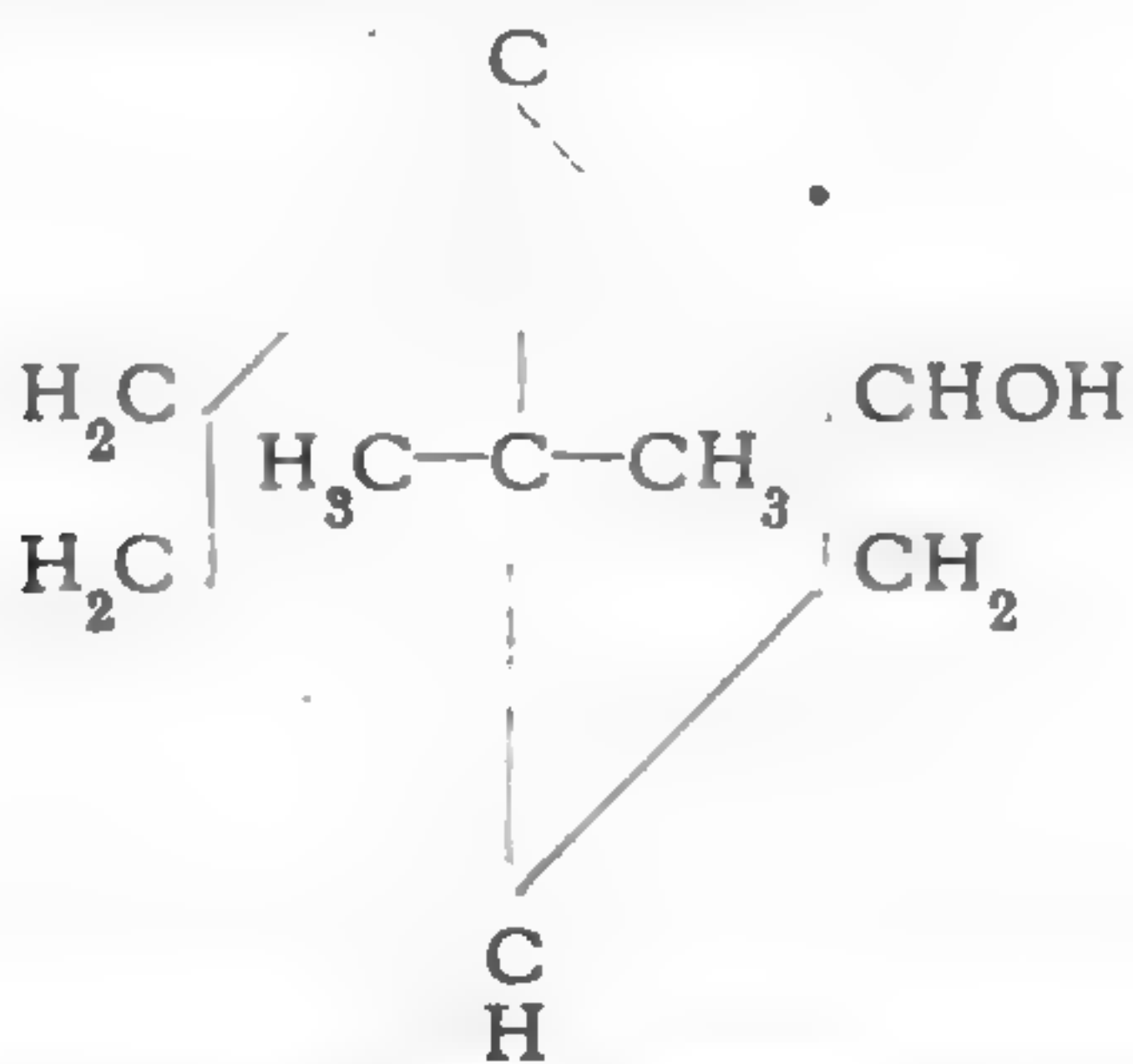


$\alpha$ -ప్రెసిన్

బోర్నిల్ క్లోరైడ్

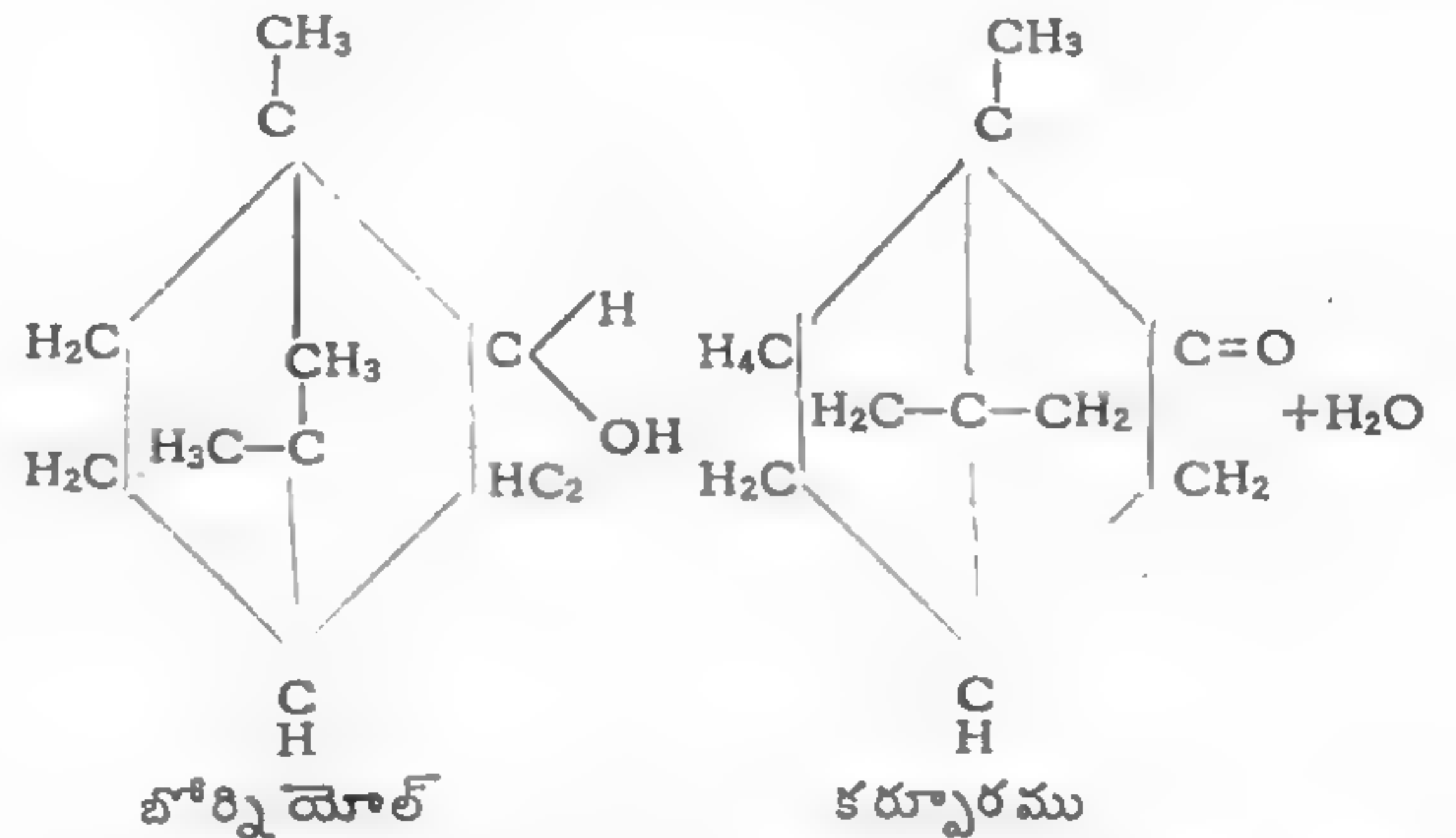
ఈ ప్రక్రియ కర్పూరమును కృత్రిమముగా తయారు చేయుపద్ధతిలో ఉపయోగపడు చున్నది.

బోర్నిల్ క్లోరైడ్ లోనున్న క్లోరిన్ పరమాణువుస్థానే హైడ్రాక్సిల్ గణము ఆదేశముగా వచ్చిన లభ్యమగు యోగికమునకు బోర్నియోల్ అనిపేరు.



ఈ యోగికము పచ్చకర్పూరమందలి ప్రధానఘటకము. దీనిని నైట్రోఆసిడ్ తో ఆక్సీకరించిన CHOH గణము

CO గా మారి కీటోన్ యోగికము లభ్యమగును. ఇదియే కర్పూరపు చెట్లనుండి బట్టిచేయుట వలన తయారగు మామూలు కర్పూరము.



బోర్నియోల్

కర్పూరము

కర్పూరము : (మామూలుకర్పూరములు, లేదా జపాన్ కర్పూరము.) కర్పూరపుచెట్ల ఆకులను, కొమ్మలను ఆవిరితో అభిషవించినచో ప్రాప్తమగును. ఉత్పతనము ఒనరించిన శుద్ధమైనకర్పూరము లభించును.

పోలీ టెర్పిన్లు : అసలుఔర్బిన్ లకువలె పోలీఔర్బిన్ యోగికములకుకూడ  $C_8H_8$  కనిష్ఠప్రామాణికసాంకేతికము. కాని పోలీఔర్బిన్ లరచన ఇంకను నిర్వివాదముగా నిర్ధారణకాలేదు. అందుచే వీటిని  $(C_8H_8)_n$  అను గుణిజ సాంకేతికముగా చూపుట సంప్రదాయము. ప్రకృతిలో సరళఔర్బిన్ లతోపాటు ఇవికూడ లభ్యమగును. ఒక్క ఇండియా రబ్బరుతప్ప పోలీఔర్బిన్ లలో తక్కినవి పారిశ్రామికముగాగాని, సైద్ధాంతికముగాగాని ముఖ్యమైనవి లేవు.

రబ్బరు ఔర్బిన్ లక్షణములను అనేకములను కనపర్చును. అది హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ తో సంయోగించి  $C_{10}H_{18}Cl_2$  అను యోగికమును ఓజోన్ తో, ఓజోనైడ్ ను ఈయ గలదు; అభిషవించిన ఐసోప్రిన్ ను  $(C_8H_8)$  యోగికముక్రింద విచ్ఛిన్నమగును. దీనికి ఎదురుప్రక్రియ అనగా ఐసోప్రిన్ అణువులు చాల కలిసి రబ్బరుఅణువుగా మారుటకూడ సంభవింపజేయవచ్చును. మే. ప. న.

ఔర్బియమ్ : అపురూపమృత్తు ధాతువర్గమునకు చెందిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 85; సంకేతము Tb; పరమాణుభారము 159.2. \* \* \*

ఔరురియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 82; సంకేతము Te; పరమాణుభారము 127.81; సిల్వనైట్ (Ag, Au)  $Te_4$  గాను, ఔరురియమ్ ఆక్సైడ్లుగాను ఔరురియమ్ ముడిఖనిజము లభించును. ద్రవాంకము  $449.8^{\circ}C$ ; కృతనాంకము  $1390^{\circ}C$ .



టెలురియమ్ను ఉక్కుపరిశ్రమలో ఉపయోగింతురు. ఇదిగాక విద్యుత్తలాలామాలో మెరుగుతెచ్చుటకును, పెట్రోలియమును శుద్ధిచేయుటలో క్రేకింగ్ నందు ప్రేరకముగాను, గాఢపరిశ్రమయందు రంగునిచ్చుద్రవ్యముగాను వాడుదురు (చూ. గంధకవర్గము; సిలీనియమ్). \* \* \*

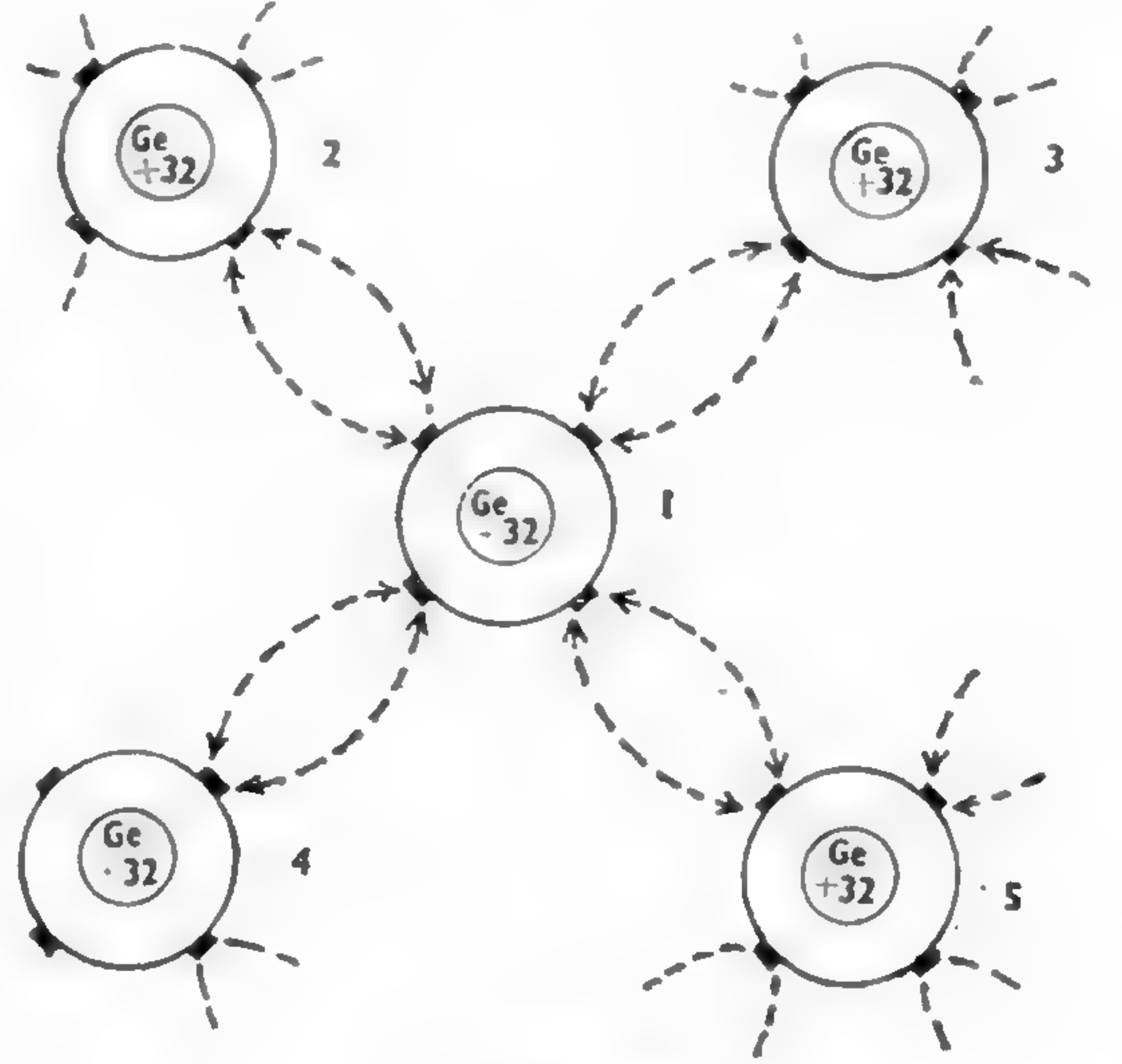
టైకోబ్రాహ్మ (1546 - 1601): డెస్కార్ట్ చేశపు ఖగోళవిజ్ఞాని. (చూ. భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష-మధ్యయుగము పు. 16). \* \* \*

టైటానియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 22; సంకేతము Ti; పరమాణుభారము 47.90; రాసాయనికముగా టైటానియమ్ ధర్మములు సిలికన్, జిర్కొనియమ్ ధర్మములను పోలియున్నవి (చూ. టైటానియమ్ వర్గము). \* \* \*

టైటానియమ్ వర్గము : ఇందు టైటానియమ్, జిర్కొనియమ్, హాఫ్నియమ్ కలవు. హాఫ్నియమ్ తక్కు తక్కిన రెండును ప్రకృతిలో ఒకమాదిరిగా విస్తారముగా దొరకుచుండునవియే (Ti 0.44%, Zr 0.022%, Hf 0.00045%); అగ్ని (ఇగ్నియస్) శిలలో ఉండును. ఖనిజములనుండి వేరుచేయుట, విడిధాతువులను తయారుచేయుట చాల దుర్ఘటములగుటచే చాలకాలమువరకు వీటి విషయమైన జ్ఞానము రాసాయనికునికి చిక్కలేదు. తెల్లపూతరంగుగా ఆక్సైడ్ యొక్క వినియోగము, త్రుప్పపట్టని ఉక్కును (స్ట్రెయిన్ లెస్ స్టీల్) ను తయారుచేయుటలో ధాతువు యొక్క ఉపయోగము టైటానియమ్ నకు పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యమును ఒసంగినవి. జిర్కొనియమ్ నకు కూడ ఇటువంటి పారిశ్రామిక మాహాత్మ్యముచేకూరుచిహ్నములు కలవు. జిర్కొనియమ్ తో కూడ ఖనిజములలో దొరకు హాఫ్నియమ్ ను వేరుచేయుట చాల దుర్లభమగుటచే ఈ ధాతువు యొక్క పారిశ్రామికోపయోగ్యత నేటికిని అన్వేషించబడలేదు. ఈవర్గమునకు సంబంధించిన ధాతువులన్నియు అధిక తాపక్రమములలో సోల్టజన్లు, ఆక్సిజన్, గంధకము, నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్, నీరు - వీటితో రాసాయనికముగా సంయోగించును (చూ. జిర్కొనియమ్, టైటానియమ్, హాఫ్నియమ్). పే. వ. న.

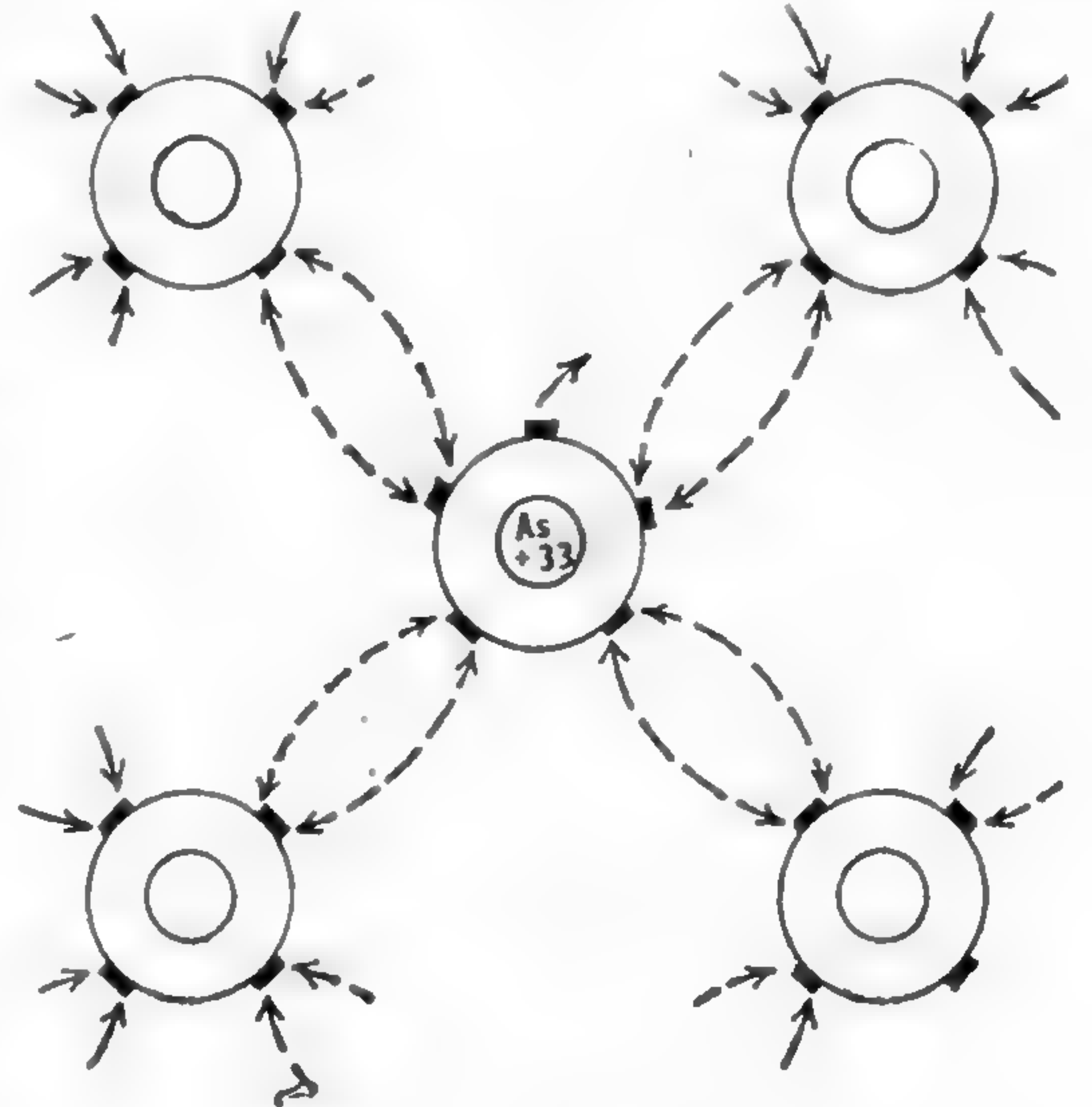
ట్రాన్సిస్టార్ : శెర్మేనియమ్ ధాతువువంటి అర్ధవిద్యుత్వాహకములకు ఆర్సెనిక్, ఇండియమ్ వంటి ద్రవ్యములను లేశమాత్రము చేర్చినచో మొదటివాటి విద్యుద్వాహన సామర్థ్యము మిక్కిలి ఎక్కువగును. ఇట్టి లేశద్రవ్యములను 'మలము (అశుద్ధద్రవ్యము)' లందురు. మలలేశముండుటవలన విద్యుద్వాహన సామర్థ్యమెట్లు ఎక్కువగునో 1 వ, 2 వ చిత్రముల సహాయమున తెలిసికొనవచ్చును :

ఇందు శుద్ధమైన శెర్మేనియమ్ స్పటిక రచనయందు, ప్రతి శెర్మేనియమ్ పరమాణువును నలుప్రక్కల నాలుగు



1 వ చిత్రము

పరమాణువులతో ఎట్లు సంయోజనీయ బంధములచే సంధింపబడియున్నదో చూడవచ్చును (1వ చిత్రము). ఈసందర్భమున శెర్మేనియమ్ పరమాణువు యోజనీయత నాలుగని తెలిసికొనవలెను. 2 వ చిత్రమునందు ఒక శెర్మేనియమ్ పరమాణువు స్థానమును ఒక ఆర్సెనిక్ పర



2 వ చిత్రము

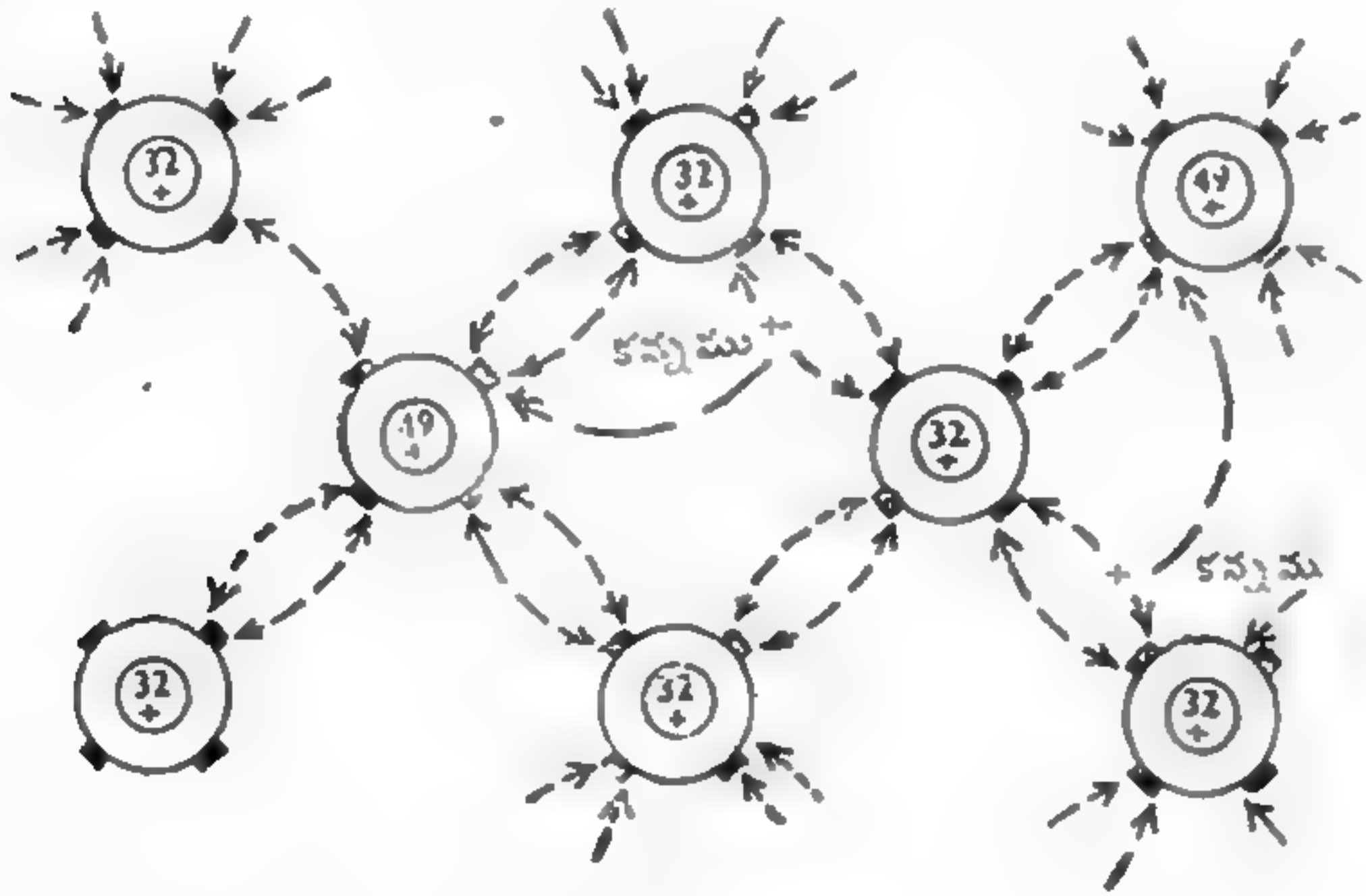
మాణువు ఆక్రమించినప్పటి స్థితి చూపబడినది. ఆర్సెనిక్ యోజనీయత అయిదు. అనగా దాని రచనయం



## ట్రాన్సిస్టర్

దుండు పైకడ్డలో ఐదు యోజనీయ ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నవి. ఈ ఐదింటిలో నాలుగు నాలుగు ప్రక్కలనున్న నాలుగు జెర్మేనియమ్ పరమాణువులతో బంధములను ఏర్పరచు కొనినవి ; శేషించిన 5 వ ఎలక్ట్రాన్ బంధమందు పాల్గొనక యుండుటచే అది స్వేచ్ఛగా జెర్మేనియమ్ స్ఫటిక శరీర మందంతట చరించగలదు. ఇట్లు స్వేచ్ఛాచరులగు ఎలక్ట్రాన్లను ఈయగల 'మల' పరమాణువులకు 'దాత' లని పేరు.

దీనికి సరిగా విరుద్ధమగు సన్నివేశము త్రియోజనీయ ఇండియమ్ పరమాణువు ఒక జెర్మేనియమ్ పరమాణువు స్థానమున ప్రవేశించినపుడు సుభవించును. ఇండియమ్

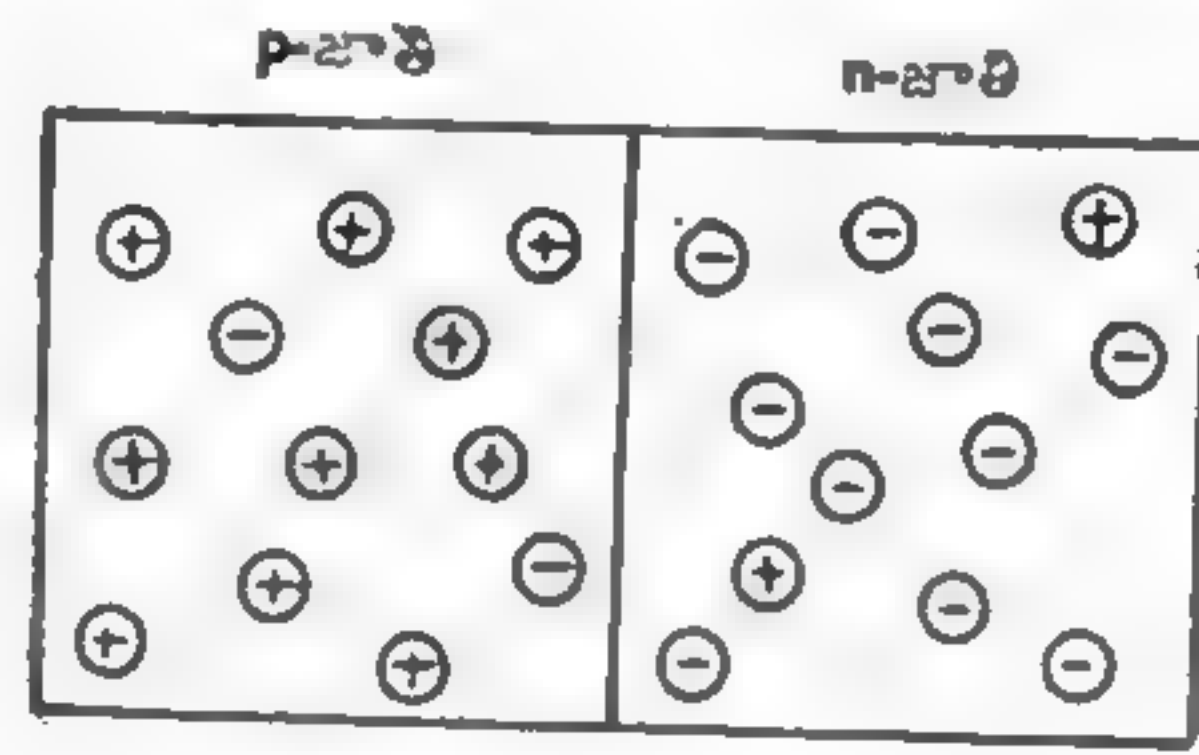


3 వ చిత్రము

పరమాణువు యోజనీయత '3'. అనగా మూడు ఎలక్ట్రాన్లు దాని రచన యొక్క అంతిమ కడ్డలోనుండును. ఈ మూడు యోజనీయ ఎలక్ట్రాన్లును నలుప్రక్కలనున్న నాలుగు జెర్మేనియమ్ పరమాణువులతో బంధము లేర్పరచు కొనుటకు చాలకపోవుటచే, ఒక జెర్మేనియమ్ పరమాణు రచనలో నున్న నాలుగు ఎలక్ట్రాన్లలో నొకదానిని దొంగిలించి, ఇండియమ్ తన నాలుగు బంధములను పూర్తి చేసికొనును. అందువలన ఇదివరకు జెర్మేనియమ్ పరమాణువు రచనలోనున్న ఎలక్ట్రాన్ స్థానము శూన్యమై కన్న మేర్పడును. ఇట్లు కన్నముల జనింపజేయు 'మల' పరమాణువులకు 'గ్రహీత' లని పేరు. ఈ కన్నము ఇదివరకు ప్రక్కనున్న జెర్మేనియమ్ పరమాణువునకు చెందియున్న ఎలక్ట్రాన్ చే పూరింపబడును. ఇట్లేర్పడిన కొత్త కన్నము మరల దానిప్రక్కనున్న పరమాణువునకు చెందిన ఎలక్ట్రాన్ చే నింపబడును. ఇప్పుడు మొదటి పరమాణువునకు కొంత దూరములో ఇంకొక కన్న మేర్పడును. ఇట్లు ఈ కన్నమును, స్ఫటిక శరీరమందు చలించుచున్న ఋణావేశము కొరవడిన, అనగా ధనావేశమును వహించుచున్న, ఒక వస్తువుగా భావించవచ్చును. దాత పరమాణువులవలన లభ్యమైన స్వేచ్ఛాచరులగు ఎలక్ట్రాన్లను కలిగియున్న అర్థ విద్యుద్వాహకములకును  $n$  ( $n$  = ఋణావిష్ట) వాహకము

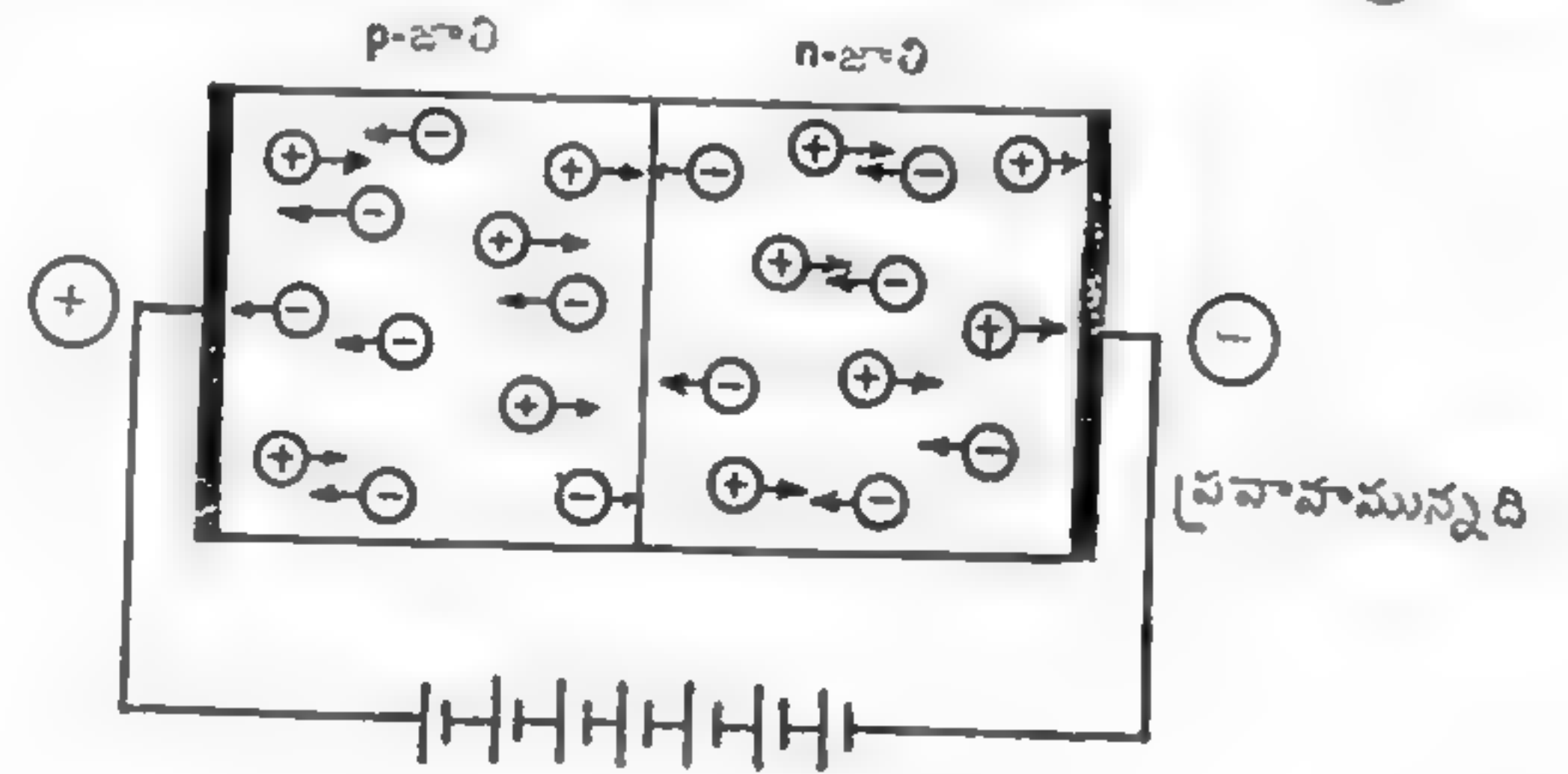
లనియు, గ్రహీత పరమాణు లభ్యమైన కన్నములు గల అర్థ విద్యుద్వాహకములకు  $p$  ( $p$  = ధనావిష్ట) వాహకము లనియు పేరు.  $n$  - జాతి వాహకముల వహన సామర్థ్యము అందుండు ఎలక్ట్రాన్ సంఖ్యను బట్టియు, ఆ ఎలక్ట్రాన్ల చలనశీలతను బట్టియు,  $p$ -జాతి వాహకముల సామర్థ్యము, కన్నముల సంఖ్య బట్టియు, ఆ కన్నముల చలనశీలతను బట్టియు ఉండును.

ఋజుకరణము (రెక్టిఫికేషన్): ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము (ఎ.సి.)ను ఋజు (డి.సి.) విద్యుత్ గా మార్చుటకు డై యోడ్ వాల్వును ఉపయోగించు రీతిని  $n$  - జాతి స్ఫటికమును  $p$ -జాతి దానితో కలిపినపుడు లభ్యమగు సంధిని ఉపయోగించవచ్చును (చూ. చిత్రము 4). విడి ఎలక్ట్రాన్లుగల  $n$ -జాతి స్ఫటికముతో  $p$  - జాతి స్ఫటికమును సంధించినపుడు



4 వ చిత్రము

$n$ -మండలము నుండి కొన్ని ఎలక్ట్రాన్లు  $p$ -మండలము లోనికి ప్రసరించును. దీని మూలమున  $n$ -జాతి స్ఫటికము స్వల్పముగ ధనావిష్టమగును. ఈ సందర్భమునందే అంతేమేరకు  $p$ -జాతి స్ఫటికము స్వల్పముగ ఋణావిష్టమగును. ఈ సంధికి ఇటునటు ఏర్పడిన విరుద్ధావేశముల మధ్యను మరి ఎలక్ట్రాన్ ప్రసారమును సాగనీయని విద్యుత్ ఆకర్షణబలము ఒకటి అవతరించును. ఇట్లు  $n$  - జాతి స్ఫటికములో ఏర్పడిన కొన్ని కన్నములు,  $p$ -జాతి దానిలో ఏర్పడిన కొన్ని ఎలక్ట్రాన్లు పరస్పరము సమతుల్య స్థితిలో ఉండి, ఒక స్థిరసన్నివేశ మేర్పడును. స్వతంత్ర ఎలక్ట్రాన్లు,



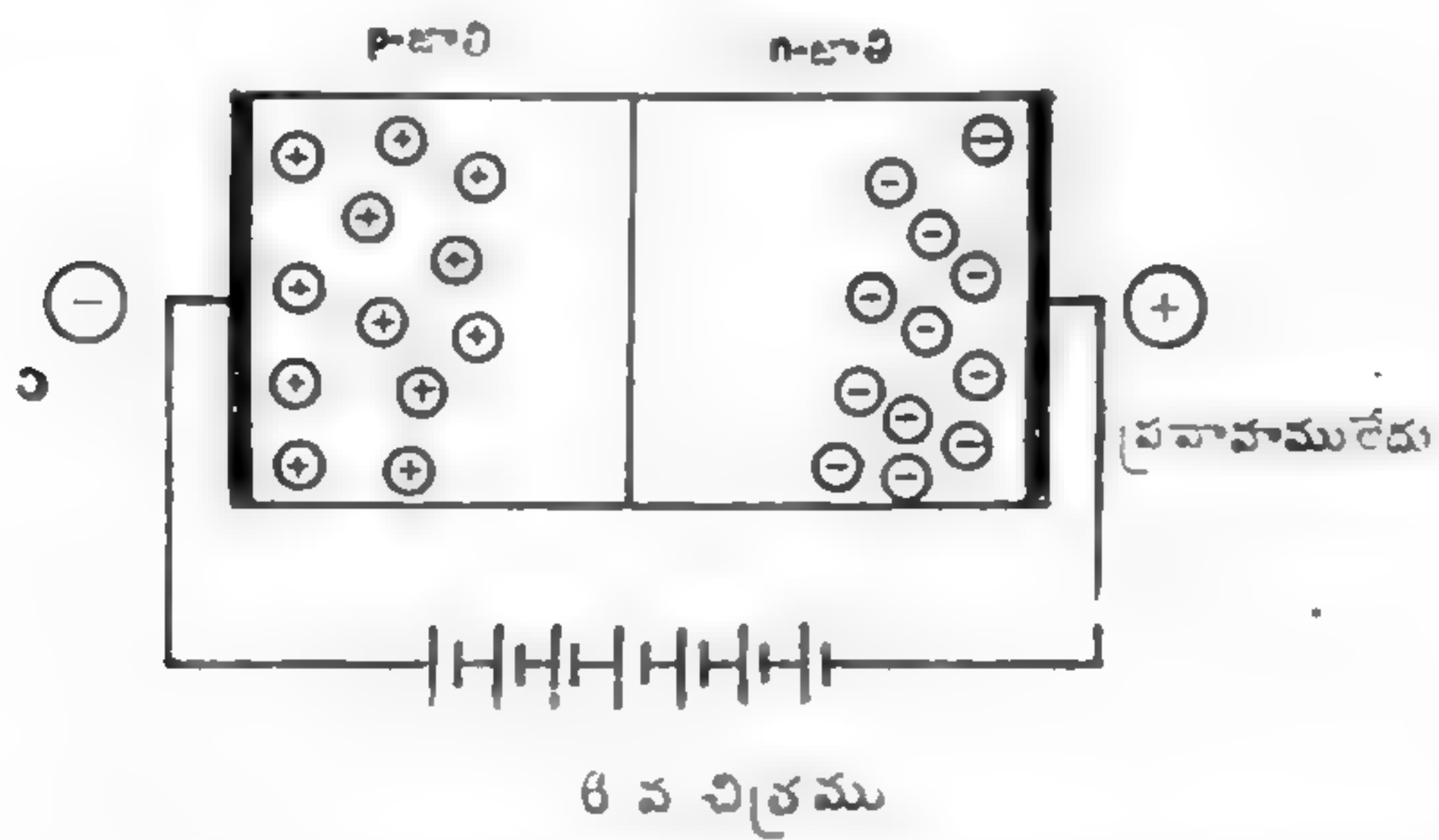
5 వ చిత్రము

కన్నములు ప్రక్క ప్రక్కలనే నొక ద్రవ్యములో ఉన్నపుడు, స్వతంత్ర ఎలక్ట్రాన్ ఒకటి కన్నమును ప్రవేశించుటద్వారా కన్నములు, ఎలక్ట్రాన్లు పరస్పరము ఉన్మాళించుకొనును. ఇట్టి ప్రక్రియవలన కలుగు నష్టమును



పూరించుటకై చాల స్వల్పసంఖ్య ఎలక్ట్రాన్లు, కన్నములు విరుద్ధ దిశలలో n-p సంధిగుండ ప్రసరించుచునే ఉండును.

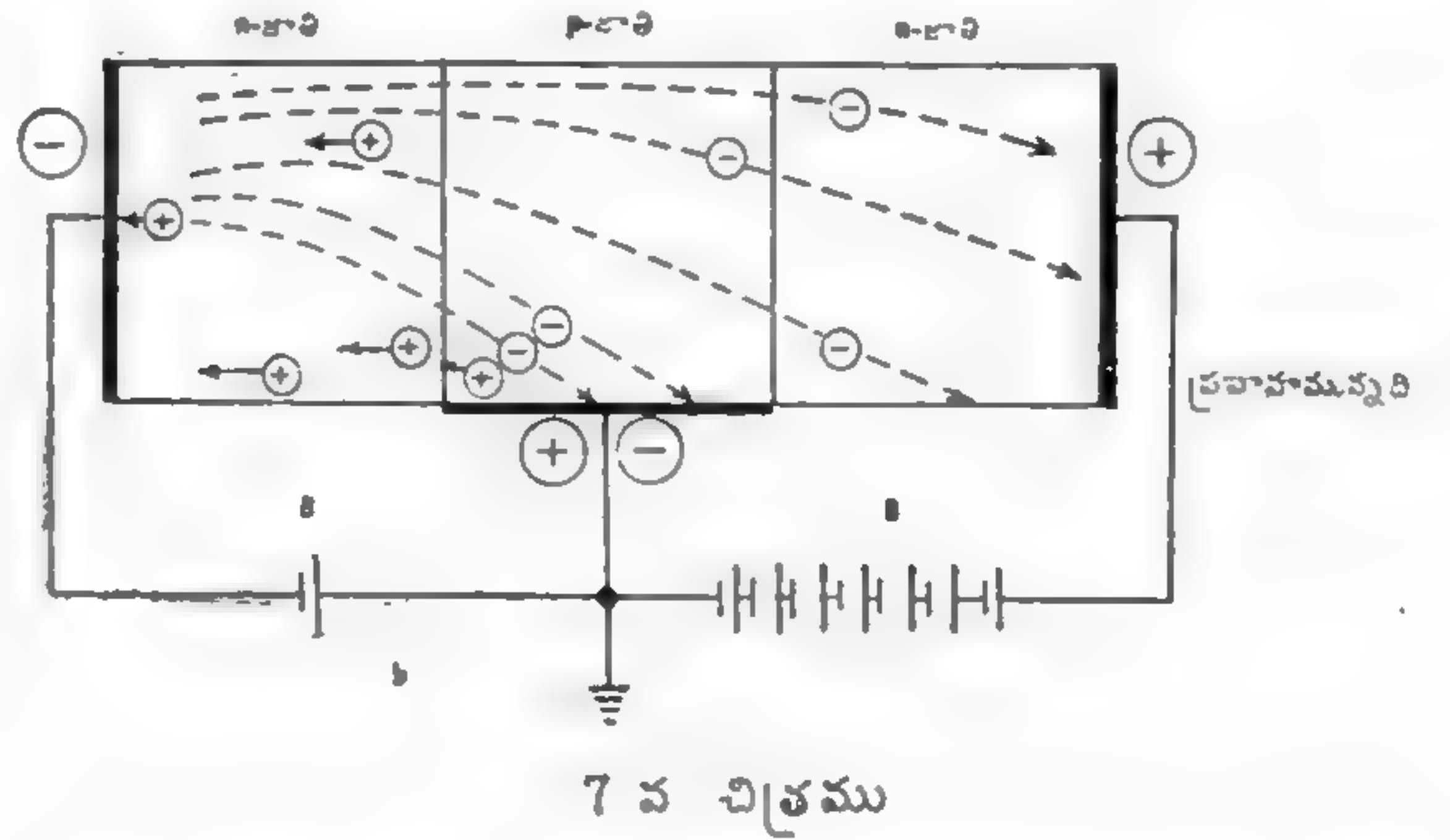
ఇప్పుడీ స్ఫటికముల జంట రెండుకొనలను ఒక బ్యాటరీ పేటికతో కలిపిన ఏమగునో చూతము. p - జాతి స్ఫటికమును ధనాగ్రముతోను, n-జాతి స్ఫటికమును ఋణాగ్రముతోను కలిపినపుడు (చూ. చిత్రము 5) కన్నములను కుడివైపునకును, ఎలక్ట్రాన్ల ఎడమవైపునకును తోలు బల మొకటి గోచరించును. అనగా విద్యుత్ ప్రవాహమొకటి స్ఫటికవ్యూహముగుండ ప్రవహించుటకు ఆరంభించును. ఇట్టి స్థితిలో ఈ రెండు స్ఫటికములును సంధి తలమును దాటుచున్న కన్నముల, ఎలక్ట్రాన్ల దాడికి గురియగుటచే, ఆ సంధితలమున కిరుప్రక్కల కన్నములు, ఎలక్ట్రాన్లు పరస్పరము రద్దుచేసికొను ప్రక్రియరేటు మిక్కిలి ఎక్కువగును. అందువలన ఇరుప్రక్కల కన్నముల, ఎలక్ట్రాన్ల ఉత్పత్తిరేటుకూడ ఎక్కువ కావలెను. n - జాతి స్ఫటికమునకు కావలసిన క్రొత్త ఎలక్ట్రాన్లు, బ్యాటరీ ఋణాగ్రమునుండి లభ్యమగును; క్రొత్త కన్నములు బ్యాటరీ యొక్క ధనాగ్రమువైపు పయనించుచున్న ఎలక్ట్రాన్లు p - జాతి స్ఫటికమును విడచుటచే ఏర్పడును.



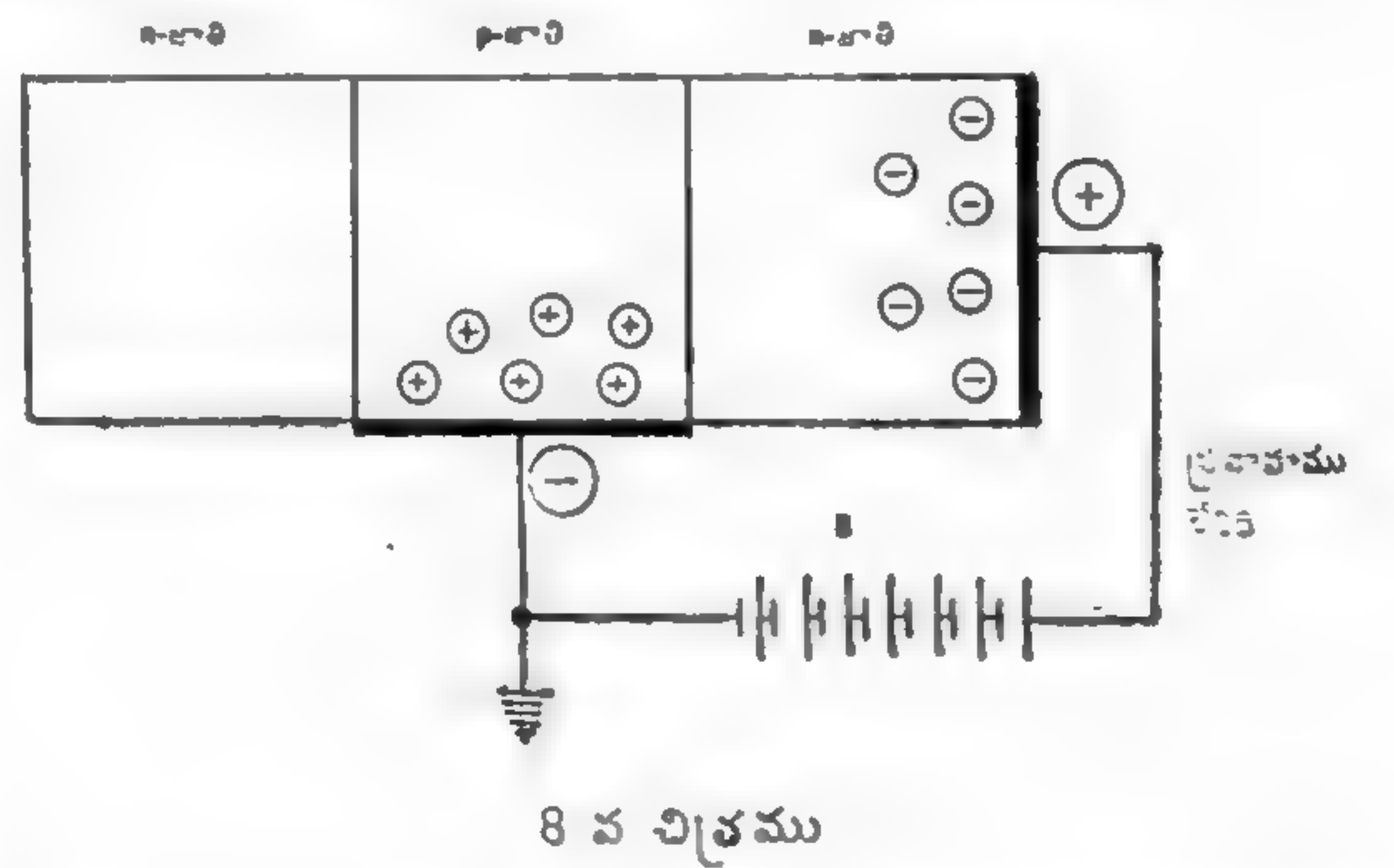
ఇట్లుగాక, (చూ. 6వ చిత్రము) విద్యుత్ ప్రేషారోపణ దిశను మార్చినపుడు గోచరించు సన్నివేశము దీనికి భిన్నముగా ఉండును. ఇప్పుడు ఎలక్ట్రాన్లు, కన్నములు విరుద్ధ దేశములలో ఆకృష్టములగుటచే n - p సంధి ప్రాంతమున అనాక్రమితదేశ భాగమొకటి ఏర్పడును. ఇట్టి పరిస్థితులలో ఈ స్ఫటికముల జంటగుండ విద్యుత్ ప్రవహించదు. ఇట్టి స్ఫటికపు జంట విద్యుత్ ప్రవాహము ఒక దిక్కుననే తనగుండ పోనిచ్చు సాధనముగ రూపొందినది. ఒకేవైపు ప్రవాహమును పోనిచ్చు ఈ n - p సంధియొక్క గుణమును విద్యుత్ ప్రవాహ ఋజుకరణమునకై ఉపయోగించ వచ్చును. క్లిష్ట తర నిర్మాణము గల రేడియో వాల్వులకు బదులుగ ఈ n - జాతి p - జాతి స్ఫటికముల సమ్మేళనమును ఋజుకరణము (రెక్టిఫికేషన్) నకు నేడు విరివిగ ఉపయోగించుచున్నారు.

ట్రాన్సిస్టర్ సాధనము : ఇంతేగాక n - జాతి p - జాతి స్ఫటికముల సమ్మేళనమును ట్రైయోడ్ వలె (చూ. రేడియో) ఉపయోగించవచ్చును. దీనినే ట్రాన్సిస్టర్ సాధనము అందురు. దీనిని కనిపెట్టినవారు బార్డిన్, బ్రాటైన్ (1941-1949) దీనిని శోధించినవాడు షాక్లీ. 7 వ చిత్రములో ఒక p - జాతి స్ఫటికము రెండు n - జాతి వాటి మధ్య ఇముడ్చబడినది.

B అను బ్యాటరీ సహాయముతో మధ్య స్ఫటికమునకు, కుడివైపున ఉన్న స్ఫటికమునకు మధ్య విద్యుత్ ప్రేషమును ఆరోపించినచో (చూ. 7 వ చిత్రము) విద్యుత్



ప్రవాహముండదు. కాని 'B' అను ఒక చిన్న బ్యాటరీనుండి ఒక చిన్న విద్యుత్ ప్రేషమును మధ్యస్ఫటికము ఎడమవైపున ఉన్న స్ఫటికము మధ్య నెలకొల్పితిమేని వస్తుస్థితి 8 వ బొమ్మలో చూపినట్లు మారిపోవును (చూ. 8 వ చిత్రము). ఎడమవైపున ఉన్న n - p సంధిగుండ విద్యుత్ ప్రవహించుటకు మొదలిడును. కాని p - జాతి స్ఫటికమును



ప్రవేశించు చాల స్వల్ప సంఖ్య ఎలక్ట్రాన్లు దాని దూసికొని పోయి కుడివైపు ఉన్న n - జాతి స్ఫటికమును ప్రవేశించి B అను బ్యాటరీనుండి కుడివైపున ఉన్న n - p సంధి గుండ విద్యుత్తును ప్రవహింప నిచ్చును. ఈ సన్నివేశము సరిగా ట్రైయోడ్ వాల్వు ప్రవర్తనను పోలియుండును. మధ్య స్ఫటికము, కుడివైపున ఉన్న స్ఫటికము క్రమముగా



## డప్లర్ సూత్రము

ట్రైయోడ్ వాల్వులో గ్రిడ్, ప్లేట్ నిర్వహించు కార్యములను నిర్వహించును. ఎలక్ట్రాన్ల నియంత్రిత ప్రవాహము పూర్తిగా ఘన ద్రవ్యమందే జరుగుట ఈ ఉపకరణము యొక్క విశిష్ట లక్షణము (దీనికే ట్రాన్సిస్టార్ సాధనము అనిపేరు). ఇచ్చట వాల్వులోవలె, విద్యుచ్ఛక్తిని వ్యయించి ఎర్రగా కాల్యవలసిన తీగ అనునదేదియు ఉండదు. ఇట్టి వాటి విశిష్టలక్షణము సరళనిర్మాణము, వాల్వుతో పోల్చి చూచిన, వాటి అత్యల్ప పరిమాణము, అతి స్వల్ప విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగము ఈ లక్షణములన్నియు కలిసి వాల్వుకు బదులుగ ట్రాన్సిస్టార్ వాడుకను ప్రోత్సహించు చున్నవి (చూ. అర్ధవిద్యుద్వాహకములు : పు. 155).

మే. వ. న.

**డప్లర్ సూత్రము :** మనము ఎప్పుడైనను రైలుకట్ట ప్రక్క నిలచి అతివేగముగ మనవైపునకు వచ్చుచున్న రైలుకూతను గమనించిన ఆకూత మనలను సమీపించిన కొలది స్థాయిపెచ్చి మనలను దాటగానే ఒక్కసారిగా తగ్గిపోవును. ఇది చాలమందికి అనుభవమైన విషయమే. ఆగకుండవెళ్ళు రైలుబండిలోని ప్రయాణికునికి కట్టమీద నిలబడి కూయుచున్న రైలుకూతకూడ అట్లే వినబడును. అదే విధముగ ఆకాశమున విమానములో పోవువానికి క్రింద

ఒక యంత్రాగా

రపుకూతయు విన

వచ్చును. వానికి

వీధిలో నిలబడి ఆ

కూతను ఆలకించు

మనిషికి వినబడు

దానికంటె ముందు

పెచ్చుస్థాయిలోను, యంత్రాగారము దాటగానే వీధిలోనిమనిషికి వినబడుదానికంటె తగ్గుస్థాయిలోగూడ వినబడును. పైయంత్రపు వేగముగాని, విమానవేగముగాని, ఎంతపెచ్చులయిన ఈస్థాయిలోని మార్పులుకూడ అంతవిస్పష్టమగును. శబ్దప్రసరణవిషయమైన ఈ అంశములు మన అనుభవమునందు గోచరించునవి. ఇదేవిధముగ కాంతిని ఇచ్చు ఏవస్తువుగాని మనదృష్టి మార్గమున వేగముగ దగ్గరకు వచ్చుటగాని, దూరముగ పోవుటగాని తటస్థించిన ఆ కాంతిస్వరూపములోని కొన్ని సహజమైన మార్పులు శబ్దములోవలెనే జరుగును. కాని, వాటిని మనము గమనించుటకు సున్నితమైన యంత్రసామగ్రి అవశ్యకము.

1845వ సం॥ ప్రాంతములో ఆస్ట్రియా దేశపు విజ్ఞాని 'డప్లర్' మొదటిసారిగా పై జెప్పిన విషయములకు సంబంధించిన సూత్రమును నిరూపించెను. ఆ కారణముగ ఆ సూత్రమును

'డప్లర్ సూత్ర' మని పేర్కొనిరి. కాని, ఈ సూత్రమునకు గల ప్రాముఖ్యము కాంతిస్వభావముతో దానికి గల సంబంధమువలన అధికమైనది.

సూర్యకాంతి తెలుపుగ కనిపించినను, నిజముగ అది సప్తవర్ణమిశ్రితమైనది. ఈసప్తవర్ణములు పటములో (చూ. వర్ణమాల ఫలకము 1.) చూడవచ్చును. ఇందులోని సూర్యకాంతి యందలి వివిధవర్ణములు తరంగరూపమున ప్రసరించును. తరంగవేగము వీటన్నిటికి ఒక్కటే. వర్ణములకు గల భేదము వాటివేగములో లేదు. తరంగదైర్ఘ్యములో భేదమున్నచో కాంతివర్ణములలో మార్పు కలుగును. ఈకాంతి తరంగముల దైర్ఘ్యము మనకంటికి కనపడు ధృశికణముల వ్యాసములో సుమారు సహస్రాంశముగ ఉండును. పటములో ఎరుపునుంచి నీలలోహితమువరకు రంగులు కలవు. ఈవేరువేరురంగుల తరంగదైర్ఘ్యములు ఎరుపునుండి నీలలోహితమువరకు తగ్గుచుండును.

తరంగదైర్ఘ్యము తగ్గినకొద్ది తరంగ పౌనఃపున్యము పెచ్చును. ఉదాహరణకు ఎరుపు తరంగదైర్ఘ్యము నీలలోహిత కాంతి తరంగదైర్ఘ్యము కంటె సుమారు రెట్టింపు కాబట్టి ఎరుపు పౌనఃపున్యము నీలలోహిత పౌనఃపున్యములో సుమారు సగము. పై విషయమునుబట్టి

కాంతివర్ణము తరం

గ దైర్ఘ్యము పై

ఆధారపడి ఉన్నది.

అట్టి తరంగదైర్ఘ్య

ము ఏ కారణము

చేత నైనను మార్పు

చెందినపుడు దానికి

V

→

$\frac{v}{S} \rightarrow S_1$

$\frac{v}{O}$

డప్లర్ సూత్రవివరణ

సంబంధించినరంగులో కూడ మార్పు జరుగును. అట్లే శబ్ద విషయములో పౌనఃపున్యము మార్పు చెందినచో దానిమీద ఆధారపడిఉన్న స్థాయి పెచ్చు తగ్గులుగ వినబడును. ఇదియే డప్లర్ సూత్రములో గమనింపవలసిన ముఖ్యాంశము.

ఒక ఇంజను (S) నిలబడిఉన్న (O) మనిషివైపుకు V వేగముతో ప్రయాణము చేయుచు కూతకూసినది అనుకొనుము (చూ. పటము). సెకనుకు 'v' సెంటీమీటరులు శబ్దవేగమనుకొనుము. ఇంజనుకూత పౌనఃపున్యము n అనుకొందము. అనగా, ఇంజను నిలబడి ఉన్నప్పుడు ప్రతి సెకనుకు n తరంగములు గాలిలో 'O' వైపుకు ముందుకు పోవును ; ఈ n తరంగములు v దూరమును ఆక్రమించుకొనును. కాని ఇంజను V వేగముతో 'O' వైపునకు ముందుకు నడచునప్పుడు ఆ సెకనులో మొదటి తరంగమును S నుండి ఆఖరు తరంగమును  $S_1$  నుంచి ప్రసారము



చేయును. ఆ కారణముగ  $n$  తరంగములు 'SO' దూరమును ( $V$  సెం. మీ.) కాక  $S, O$  మధ్య ( $v - V$ ) దూరమునే ఆక్రమించుకొన కలవు. అనగా, దాని తరంగదైర్ఘ్యము తగ్గును; పౌనఃపున్యము పెంచును. ధ్వనిపెచ్చు స్థాయిలో  $O$  వద్ద నిలుచున్న మనిషి వినవచ్చును. అదేరీతిని  $S, O$  ను దాటి వెళ్ళునప్పుడు  $n$  తరంగములు  $v$  బదులు ( $v + V$ ) పొడవులో విస్తరించుకొనుట సంభవించును. తరంగదైర్ఘ్యము పెంచును; పౌనఃపున్యము తగ్గును. శబ్దము తగ్గు స్థాయిలో వినబడును. ఇదే రీతిని  $S$  కదలకుండ ఉండి  $O, S$  వైపుకు  $V$  వేగముతో సమీపించి  $S$  ను దాటి పోయినవప్పుడును వినబడు శబ్దమందలి స్థాయిలో ఈ మార్పులే కలుగునని ఊహించ వచ్చును. పౌనఃపున్యములోని మార్పుల వలన కలిగిన శబ్దస్థాయిలోని మార్పులు చెవిద్వారా గ్రహించగలుగుచున్నాము. కాని, కాంతి యథార్థ స్వభావమును బయల్పెట్టుట డప్లర్ సిద్ధాంతమునకు గల ముఖ్యోద్దేశము. గమనమును పరిగణించినపుడు శబ్దవిషయమున చెప్పిన అంశములు కాంతి విషయములో కూడ అన్వయించవలెను. కాని, శబ్దస్థాయికి, పౌనఃపున్యమునకు గల సంబంధములకు బదులు కాంతివర్ణమునకున్నా, తరంగదైర్ఘ్యములోని మార్పునకు గల సంబంధమును ఉపయోగింపవచ్చును. అనగా, కాంతిపుట్టుచోటు చలించకుండ ఉన్నప్పుడు ప్రసరించు కాంతి తరంగపు దైర్ఘ్యము  $\lambda$  అయినచో ఆకాంతిపుట్టుచోటు  $v$  వేగముతో మనవైపుకు ప్రయాణము చేసినచో ఆకాంతి (తరంగ పౌనఃపున్యము పెచ్చి) తరంగదైర్ఘ్యము పై చెప్పిన ప్రకారము తగ్గి  $\lambda_1$  గ మారును. తరంగదైర్ఘ్యము తగ్గి మనకు కానవచ్చుటచే తత్సహాయమున శాస్త్రజ్ఞులు ఆకాశమునుండి మనవైపు కాంతిని ప్రసరించుచున్న జ్యోతిర్మూర్తి భూమండలము వంకకు ఎంతవేగముతో ప్రయాణము చేయుచున్నదియు గణింపగలుగు చున్నారు. అట్లే తరంగదైర్ఘ్యము పెచ్చినచో ఆ జ్యోతి మననుండి దూరముగ ఎంతవేగముతో పోవుచున్నదియు నిర్దేశింపవచ్చును.

**డప్లర్ సూత్ర మహత్త్వము :** ఆకాశమందు మనకు కనబడు నక్షత్రముల, గ్రహముల చలనమును గమనించి పరిశోధించుటకు డప్లర్ సూత్రము ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులకు పెచ్చుగ ఉపకరించినది అనుటలో సందేహములేదు దీని ఆధారమున కొన్ని ముఖ్యాంశములు నిరూపించుట, వివాదాంశములు పరిష్కరించుట కూడ జరిగినవి.

1. ఒక పర్యాయము సూర్యుని ప్రాభాగమునను, మరొక పర్యాయము పశ్చిమభాగమునను ఛాయాచిత్ర

మును తీసి చూడగా సూర్యుడు తన అక్షముచుట్టు ఒక పర్యాయము భ్రమించుటకు సుమారు  $27\frac{1}{4}$  రోజులు పట్టునని తెలిసినది;

2. శనిగ్రహమును మంచి సామర్థ్యముగల దూరదర్శనితో చూచిన స్పష్టముగ మూడు కాంతివలయములు కనబడును. అవి అఖండ వలయములా లేదా ఉపగ్రహ సముదాయములా అనునది వివాదగ్రస్తమైన విషయముగ కొంతకాలము ఉండెను. అప్పుడు వర్ణపటలేఖని ఉపయోగించి ఆ వలయముల లోపలి తట్టును ఒకసారి, వెలుపలి తట్టును మరొకసారి ఫోటోతీసి డప్లర్ సూత్రము ప్రకారము ఛాయాపటమునందలి రేఖలలో జరిగిన స్థాన చలనమునుబట్టి ఆ వలయములు ఉపగ్రహముల సముదాయములే అని నిర్ధారణ చేయగలిగిరి;

3. అట్లే నక్షత్రకాంతిని వర్ణపటచ్ఛాయా చిత్రమును తీసి అందలి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు వాటి మొదటిస్థానముల నుండి నీలలోహితమువైపుకు జరిగిన అవి మనవైపుకు ఎంతవేగముగ పురోగమించుచున్నది, ఎరుపువైపుకు జరిగిన మనదృష్టి మార్గమునుంచి ఎంతవేగముగ తిరోగమించుచున్నదియు నిరూపించ గలిగిరి. అదే విధముగ జ్యోతిర్మేఘములను పరీక్షించగ అవి సుమారు సెకనుకు 800 కిలోమీటరుల వేగముతో మననుండి దూరముగా వెళ్ళుచున్నట్లు శాస్త్రజ్ఞులు కనిపెట్టిరి;

4. కొన్ని జంట నక్షత్రములు మిక్కిలి దగ్గరగనుండి ఏ దూరదర్శనితోను విభజింపబడ జాలనివి చాలకలవు. అటువంటి వాటికి డప్లర్ సూత్రమును ప్రయోగించి రెండు వేర్వేరు నక్షత్రములుగ తెలిసికోగలిగిరి. వీటినే జంట నక్షత్రములు అందుము. ఇవి ఒకదానిచుట్టు ఒకటి



జాన్ డాల్టన్

తిరుగుచుండును. ఈ విధముగ శోధన జరిపిన నక్షత్రములలో సుమారు ఏడవ వంతు నక్షత్రములు ఈ విధమైనవే అని తెలిసికొనిరి. ఎమ్. గౌ. శా.

**డాల్టన్, జాన్ (1766-1844):** రాసాయనిక శాస్త్రాగ్రగణ్యులలో ఒకడు. క్వేకర్ మతాభినివేశముగల

కుటుంబములో జన్మించెను. మాంచెస్టర్ న్యూకాలేజిలో శాస్త్రోపాధ్యాయుడుగా 1790 లో పనిచేయుట ప్రారం



డాల్టన్ పరమాణువాదము

భించెను. ఆ రోజులలోనే ఈతడు వాయు లక్షణములను అనుశీలించుట మొదలిడి పర్యవసానముగ ప్రాచీన పరమాణువాదమును గ్రహించి దానికి ఆధునిక శాస్త్రీయరూపమును ఇచ్చిచిరస్థాయి స్థానమును సమ కూర్చెను. మే. వ. న.

డాల్టన్ పరమాణువాదము : చూ. సమీక్ష; పు. 88.

డి. సి. విద్యుత్ ప్రవాహము : చూ. ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము ; పు. 218.

డిరాక్, పాల్ (1902): కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీ యందు గణితశాస్త్రనిష్ఠాతుడై, అచ్చటనే 1932 లో ఆచార్యపదవిని అధిష్టించెను. 1930 లో రాయల్ సంఘ సభ్యుడాయెను. ఆ సంవత్సరమందే, ద్రవ్యములో పోజిట్రాన్ అను ధనవిద్యుత్ కణము యొక్క ఉనికిని సిద్ధాంతరీత్యా ప్రతిపాదించెను. తరువాత ఈకణము ప్లాకెట్, ఆండర్సన్ వాస్తవికముగా ఉన్నట్లు రుజువుచేసిరి. 1933 లో ప్రడింగర్ అను జర్మనుదేశపు భౌతిక శాస్త్రవేత్తతో సమ ముగ నోబెల్ బహుమానమును పొందెను. 1930 లో 'క్వాంటం యాంత్రికశాస్త్ర తత్వములు' అను ఉద్గ్రంథ మును రచించెను. మే. వ. న.

డిస్ట్రోనియమ్: అపురూపమృత్తులకు చెందిన రాసాయనిక ధాతుమూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 88; పరమాణుభారము 182.51; సంకేతము Dy; విశిష్టగురుత్వము 8.585. 1886 లో ఎల్. డి. బ్యాబ్రెడ్రన్ కనిపెట్టెను. \* \* \*

డీబైచూర్ణవిధానము : చూ. ఎక్స్ (X-) కిరణములు; పు. 219.

డీబ్రాయ్, లూయీ విక్టర్ (1892): ఫ్రెంచ్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త. ప్యారిస్ లో విద్యను అభ్యసించి అచ్చటనే 1932లో భౌతిక శాస్త్రాధ్యాపకుడుగా నియమితుడాయెను.

కేంద్రకమునకు చెందిన భౌతిక శాస్త్రమందు గణనీయమగు పరిశోధనలను కావించెను. ఈ సందర్భముననే కాంతిని గురించిన తరంగకణవాదములను సమన్వయించి ద్రవ్యకణమునకు కూడ తరంగస్వభావమును ఆరోపించెను. ఈ నవీన సిద్ధాంతకల్పన, పరమాణురచనా నిరూపణ శాస్త్రమందొక నూతనాధ్యాయమును నెలకొల్పి



లూయీ విక్టర్ డీబ్రాయ్

నది. 1929 లో ఈయనకు నోబెల్ బహుమానము లభించెను. మే. వ. న.

డీల్స్, ఆటో (జననము : 1876): హాంబర్గ్ లో జన్మించెను. బెర్లిన్ యూనివర్సిటీయందు చదివి డాక్టరేట్ బిరుదమును పొంది అచ్చటనే కొనకు 1914 లో ఆచార్య పదవిని స్వీకరించి, కీల్ యూనివర్సిటీయందున్న రాసాయనిక పరిశోధన సంస్థకు దర్శకుడుగా నియమితుడైనాడు. డైయోన్ సంయోజన కనుగొనినందుకు 1950 లో ఆల్బర్తో బాటు నోబెల్ బహుమతి నందుకొనెను. ఇతడు తక్కిన కార్బన్ రాసాయనిక యాగికములతోపాటు నాడికణజాలములందు, పైత్యరసప్రావములందు గోచరించు కోల్ స్టరీన్ అను సమవలయాత్మక ఆల్కహాల్ గురించిన ప్రధాన విషయముల కనిపెట్టెను. మే. వ. న.

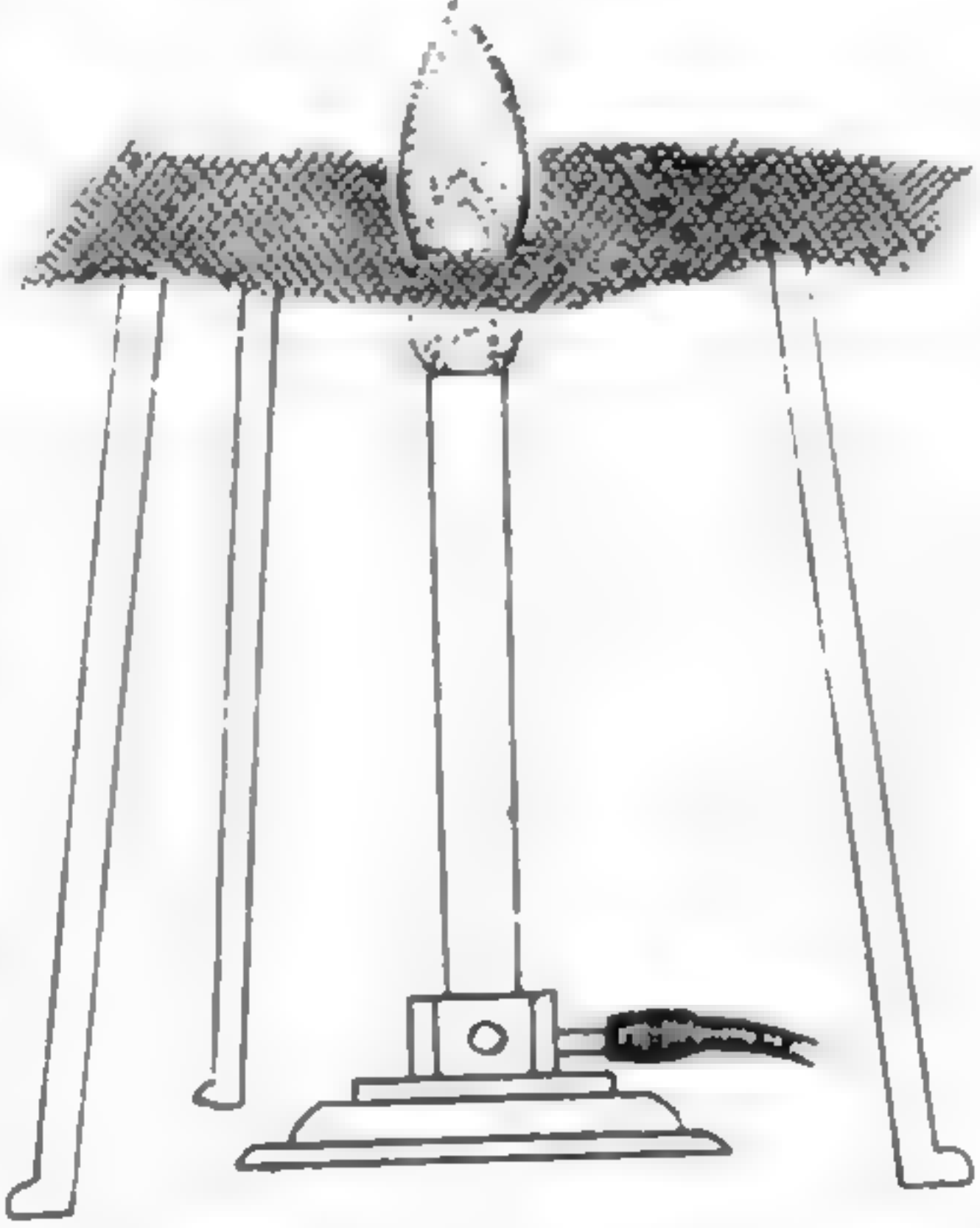
డూ విన్యోడ్, విన్యెన్ట్: యునైటెడ్ స్టేట్స్ జీవ రాసాయనికుడు. అమెరికాలో ఇల్లినోయ్, రాచెస్టర్ యూనివర్సిటీల యందు చదివి, డ్రెస్డెన్ కెయ్ జర్ విశ్లేష్ట సంస్థలోను, ఎడింబరో యూనివర్సిటీ యందును వైద్యశాలలో విద్యాభ్యాసమును ముగించెను. జార్జి వాషింగ్టన్ యూనివర్సిటీయందు జీవరాసాయనికశాఖ యందు అధ్యక్షపదవిని గ్రహించి, చివరకు కార్నెల్ యూనివర్సిటీ వైద్యకళాశాలలో చేరెను. ఇచ్చట ఇతడు ఆక్సిటోసిన్, వేసో ప్రెస్సిన్ అను హార్మోన్ లపై పరిశోధనల గావించెను. ఈ రెంటిలో మొదటిది సుఖప్రసవమునకును; రెండవది బహుమూత్ర చికిత్సయందు ఉపయోగించును. ఈ నిర్వాహమునకై ఈతనికి 1955 లో నోబెల్ బహుమతి లభించినది. మే. వ. న.

డెలాబేర్ సూత్రము : ప్రతి క్రియకును, సమాన పరిమాణముగల విరుద్ధ క్రియయొక్క ప్రతిఫుటన ఉండునను న్యూటన్ చే ప్రతిపాదితమైన మూడవ నియమమునకు ఒకవిధమగు వ్యాఖ్యానము ఈ డెలాబేర్ సూత్రమని చెప్పవచ్చును. ఈ సూత్రప్రకారము న్యూటన్ నియమము సమతుల్యస్థితిలో స్థిరముగానున్న వస్తువులకేగాక, కదలుచున్న వస్తువులకు కూడ అన్వయించును. కదలువస్తువులవిషయములో ప్రతిక్రియ వస్తువుయొక్క జడత్వగుణకారణము వలన జనించును. ఉదాహరణమునకు చేతితో బంతిని విసరుకార్యములో, విసరువ్యక్తి కొంత బలముతో ఆబంతిని తన చేతితో నెట్టును. బంతికి జడత్వగుణము ఉండుటచే అది త్రోయువానిచేతిని అంతేబలముతో వెనుకకు నెట్టును. ఇట్టి ప్రక్రియలో విసరినబంతివంటి వ్యవస్థయొక్క స్థితి చలనములోనున్న సమతుల్యస్థితి అని చెప్పవలెను. ఈదృష్టిలో ఏవస్తువ్యవస్థయైనను, ఆవస్తువు కదలుచున్నను, స్థిరముగా



నున్నను, సమతుల్యస్థితియే అనుట యుక్తమని డెలాచేర్ ప్రతిపాదన. మే. వ. స.

డెసిబెల్ : ధ్వనులయొక్క సాపేక్ష తీక్షణతలను కొలుచుటకు స్వీకరించబడిన మానమునకు సంబంధించిన యూనిట్. ఇది ప్రపంచమందలి ఔలిఫోన్ ఇంజనీర్ల సమాఖ్య వలన అంగీకృతమై ఔలిఫోన్ పరికరమును విజయవంతముగా నిర్మించిన ఆలిగ్జాండర్ గ్రాహమ్ బెల్ పేరును మోయుచున్నది.



బున్సెన్ జ్వాలవాళముపై తీగజాలకమునుంచి జాలకముపైన గాస్ మంటపెట్టిన మంట జాలకముక్రిందికి ఎట్లు దిగలేదో ఈ చిత్రము చూపును.

ఈ రెండు సంఘటనలను తీగజాలకము వేడిని అతిశీఘ్రముగా జ్వాలనుండి బయటకు ప్రవహింపజేయుటచే సంభవించెను.

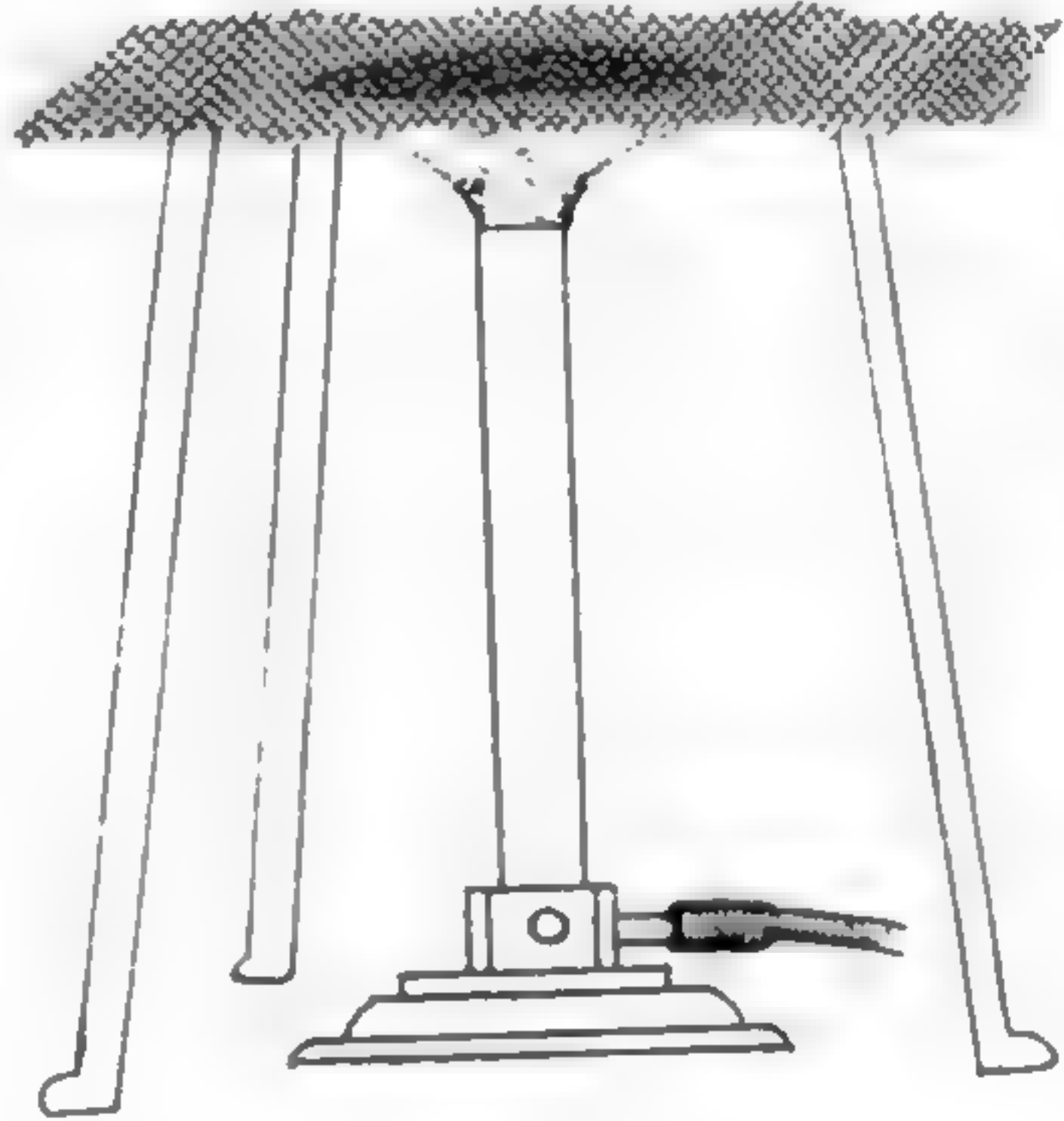
రెండుభిన్నధ్వనుల తీక్షణత 1:10 నిష్పత్తిలో నున్నప్పుడు వాటి మధ్యనుండు తీక్షణతా వ్యత్యాసము ఒక 'బెల్' కు సమానమని అంగీకరించబడినది. కాని, విని వినపడని ధ్వనులకు, అత్యుచ్చ ధ్వనులకు మధ్య కోట్లకొలది మడుగుల వ్యత్యాసముండుటచే, మానమును వ్యవహారయోగ్యమగునట్లు కుదించుటకు వ్యత్యాసమును తెలియజేయు మడుగుల దాశమికఘాతాంకములను వాడుకచేయుదురు.

ఒక ధ్వనికన్న ఇంకొక ధ్వని  $r$  మడుగులు ఎక్కువ తీక్షణతకలిగియున్నదని చెప్పటకు, వాటిమధ్య వ్యత్యాసము  $10 \times \log_{10} r$  డెసిబెల్ లు అని చెప్పుదురు. మే. వ. స.

డెనియల్ ఘటము : చూ. విద్యుత్ ఘటములు.

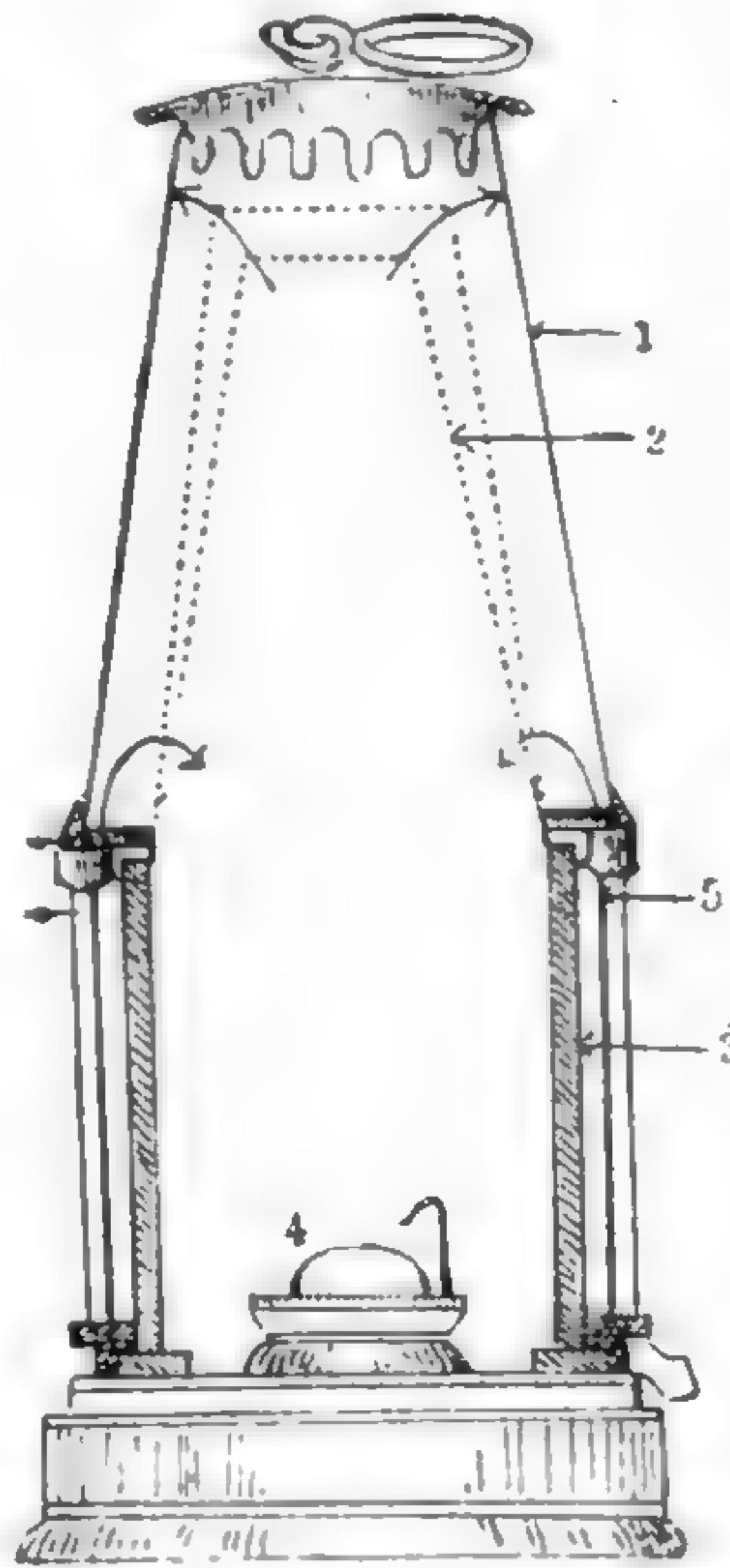
డేవిసన్, క్లింటన్ జోసెఫ్ (జననము : 1881): అమెరికాదేశపు భౌతికవిజ్ఞాని. చికాగో, ప్రిన్స్టన్ విద్యాసంస్థలలో శాస్త్రాభ్యాసమును ముగించిన తరువాత, ప్రిన్స్టన్ లో భౌతికశాస్త్రాధ్యాపకుడుగా చేరెను. తరువాత బెల్ ఔలిఫోన్ శోధనాగారములో పారిశ్రామిక పరిశోధనలలో నిమగ్నుడై అయస్కాంతత్వము, వికిరణశక్తి, విద్యుచ్ఛక్తిని గురించిన గణనీయమైన పరిశోధనాఫలితములను ప్రకటించెను. డీబ్రాయ్ సిద్ధాంతరీత్యా ఆకాంక్షించిన ఎలక్ట్రాన్ యొక్క తరంగస్వభావమును ప్రాయోగికముగా రుజువుచేసినందుకు 1937 లో ఈయనకు, జి. పి. తామ్స్ కు శోబెల్ బహుమానము సమముగా పంచబడినది. మే. వ. స.

దేవీరక్షక దీపము : నేల బొగ్గును శ్రవ్యగనులలో సాధారణముగా మార్బ్ వాయువు అను ఒక విచిత్ర వాయువు ఉద్భవించును. గనులలో నుండు నేలబొగ్గు,



తేమ, సూక్ష్మజీవుల వలన ఈ వాయువు జనించును. ఈ వాయువు గనులలోనికి చొచ్చిన గాలిలోని ఆక్సిజన్ తో కలిసి జ్వాలను తాకగనే అతిభయంకరముగా ప్రేలును. ఈ ప్రేలుటవలన గనుల వెన్నులు కూలిపోయి, గనిలో పనిచేయు వారలకు మృత్యు ప్రమాదము వాటిల్లును. ఈ రీతిగ ప్రమాదము వాటిల్లకుండు నుండుటకై

దేవీవిజ్ఞాని సామాన్యదీపములలో కొన్ని మార్పులుచేసి



దేవీరక్షక దీపము

1. పైకప్పు, 2. తీగజాలకము, 3. గాజుచిమ్మి, 4. దీపము, 5. గాలిలోనికి ప్రవేశించుచోటు.

జ్వాలచుట్టును నీలిరంగు మంట కనిపించును. అట్టిది కనిపించగనే పనివారు దూర

ప్రత్యేకముగా ఒక రక్షక దీపమును 1815 లో నిర్మించెను. దానిలో సామాన్య దీపములోని గాజు చిమ్మికి బదులు ఉత్తమ ఉష్ణతావాహక ధాతువుతో చేసిన సన్నని తీగజాలకమును ఉపయోగించెను. ఈ జాలకము దీపపువేడిని గ్రహించి దానిని అన్నివైపులకును త్వరితముగ ప్రసరణచేయును. అందువలన జాలకమునకు బయటనుండు ప్రేలెడు వాయువు అది జ్వలించుతాపక్రమమును పొందజాలదు. అట్టి వాయువు పరిసరమునందున్నచో జాలకము లోపలనున్న దీపపు

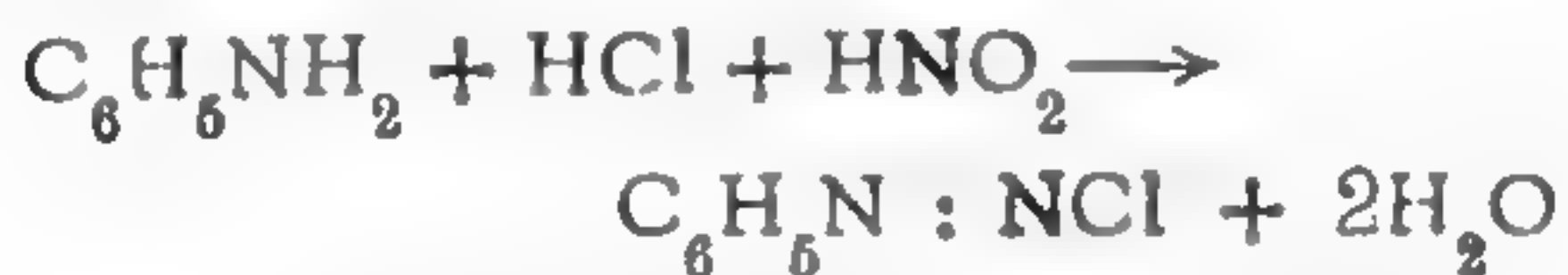


## డైఆజోయోగికములు

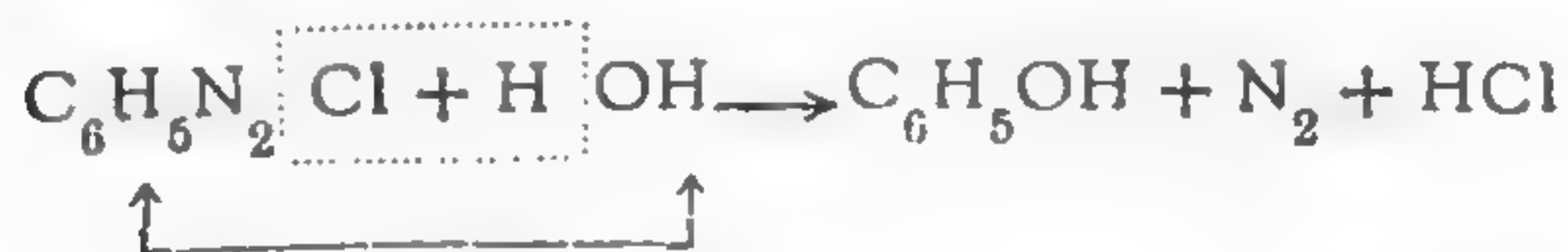
మునకుపోయి ప్రమాదము నుండి తప్పకొనవచ్చును. ఈ విధముగ డేపీరక్షకదీపము పనివారికి రక్షణను ఒసంగుచున్నది. రక్షకదీపము చిమ్ని తప్ప మిగిలిన విషయములన్నిటిలోను సామాన్యదీపమునుపోలియున్నది. ఏ.మా.శ.

**డైఆజోయోగికములు :** సిద్ధాంత దృష్టిలోను, ప్రయోగ ప్రయోజనములకును డైఆజోయోగికములు చాల ముఖ్యములైనవి.

వీటిని సాధారణముగా ద్రావణస్థితిలోనే తయారు చేయుదురు. ఆనిలీన్ వంటి ఆరోమాటిక్ ప్రైమరీఎమీన్ ను హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ వంటి అకర్బనామ్లములో కరగించి ద్రావణమును మంచుముక్కలతో 0°C వరకు చల్ల పరచురు. తరువాత ఆ ద్రావణమునకు ఎమీన్ ను సంపూర్ణముగా డైఆజోయోగికముగా మార్పుటకు వలయునంత సోడియమ్ నైట్రేట్ ను ముందుగా లెక్కగట్టి నీటిలోకలపి ద్రావణముకావించుదురు. ఈ ద్రావణమును మెల్లగా ఎమీన్ + అమ్ల మిశ్రమమునకు కలుపుదురు. విడి నైట్రస్ ఆసిడ్ మిశ్రమములో కొంచెమెక్కువైనట్లు తెలియగనే (గంజి + పొటాసియమ్ అయిడైడ్ కాగితముతో పరీక్షించునపుడు కాగితముపై నీలిరంగుపించగనే నైట్రస్ ఆసిడ్ ఎక్కువగానున్నదని తెలియును) నైట్రేట్ ద్రావణమును కలుపుట ఆపివేయుదురు. ఈ ద్రావణమును అట్లే అనగా డైఆజోయోగికమును ద్రావణమునుండి వేరుచేయ నవసరములేక యే యోగికగుణపరీక్షకై కాని, లేదా దానినుండి ఇతరయోగికములను తయారుచేయుటకుగాని వాడుక చేయవచ్చును :

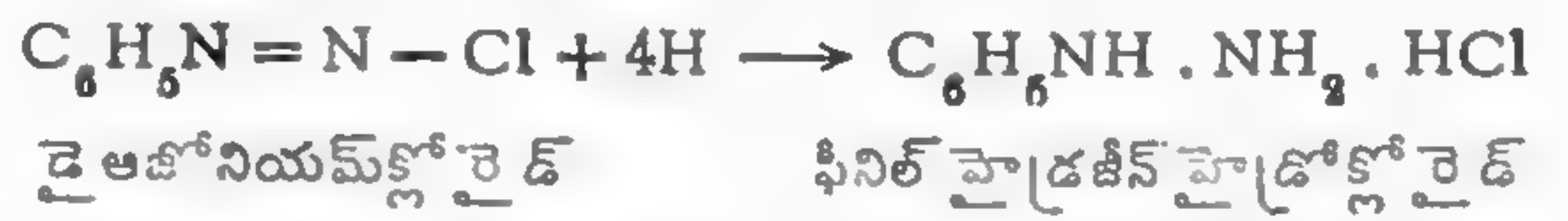


డైఆజోనియమ్ లవణములు రంగులేని స్ఫటికద్రవ్యములు; నీటిలో బాహాటముగా కరుగును. ఆల్కహాల్ లో కొద్దిగా కరుగును. పొడిగానున్నప్పుడు వేడిచేయుటవలన గాని, దెబ్బవలనగాని ఉపద్రవముగా ప్రేలును. వీటి జలద్రావణములు 0°C కన్న ఎక్కువ తాపక్రమములో రాసాయనికముగా విచ్ఛిన్నమగును. జలతాపకముతో వేడి చేసిన నైట్రోజన్ వాయువు పైకిపోయి ఫీనోల్ గా మారును:



ఈ యోగికములు చాల చురుకైనవి; వీటియందలి (—N=N—) గణమును సులభముగా H, Cl, Br, I & CN గణములచే తొలగించవచ్చును. తగరము, హైడ్రో

క్లోరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రమముతో ఆక్సికరించినపుడు ఫీనిల్ హైడ్రజీన్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH.NH}_2$ ) అను శర్కరలరాసాయని కానుశీలనలో చాల ఉపయోగ్యమైనయోగికముపర్చుదును.



ఈయోగికము కీటోన్ ల, ఆల్డిహైడ్ ల కార్బోనిల్ గణముతో సంయోగించి హైడ్రజోన్ లు అను సంఘనిత యోగికము లేర్పడును (చూ. ఆల్డిహైడ్ లు - కీటోన్ లు : పు. 195). కె. ఎన్.

**డైనమో :** చలనశక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగమార్చు యంత్రమును విద్యుజ్జనితము (డైనమో) అందురు. బొగ్గు, ఆక్సిజన్ మున్నగు ద్రవ్యములందలి రాసాయనికశక్తులనే కాక జలశక్తినికూడ విద్యుచ్ఛక్తిగ మార్పుటకు ఈ యంత్రము ఉపయోగపడును. నేడు ఇంటింటను దీపములను వెలిగించుటకును, ఫంకాలను త్రిప్పుటకును, నీటిని కాచుటకును, మరలను పనిచేయించుటకును ఇంకను అనేక విధములుగ నిత్యకృత్యములందు మనము ఉపయోగించు విద్యుచ్ఛక్తినంతను ఈ డైనమో సరఫరా చేయుచున్నది.

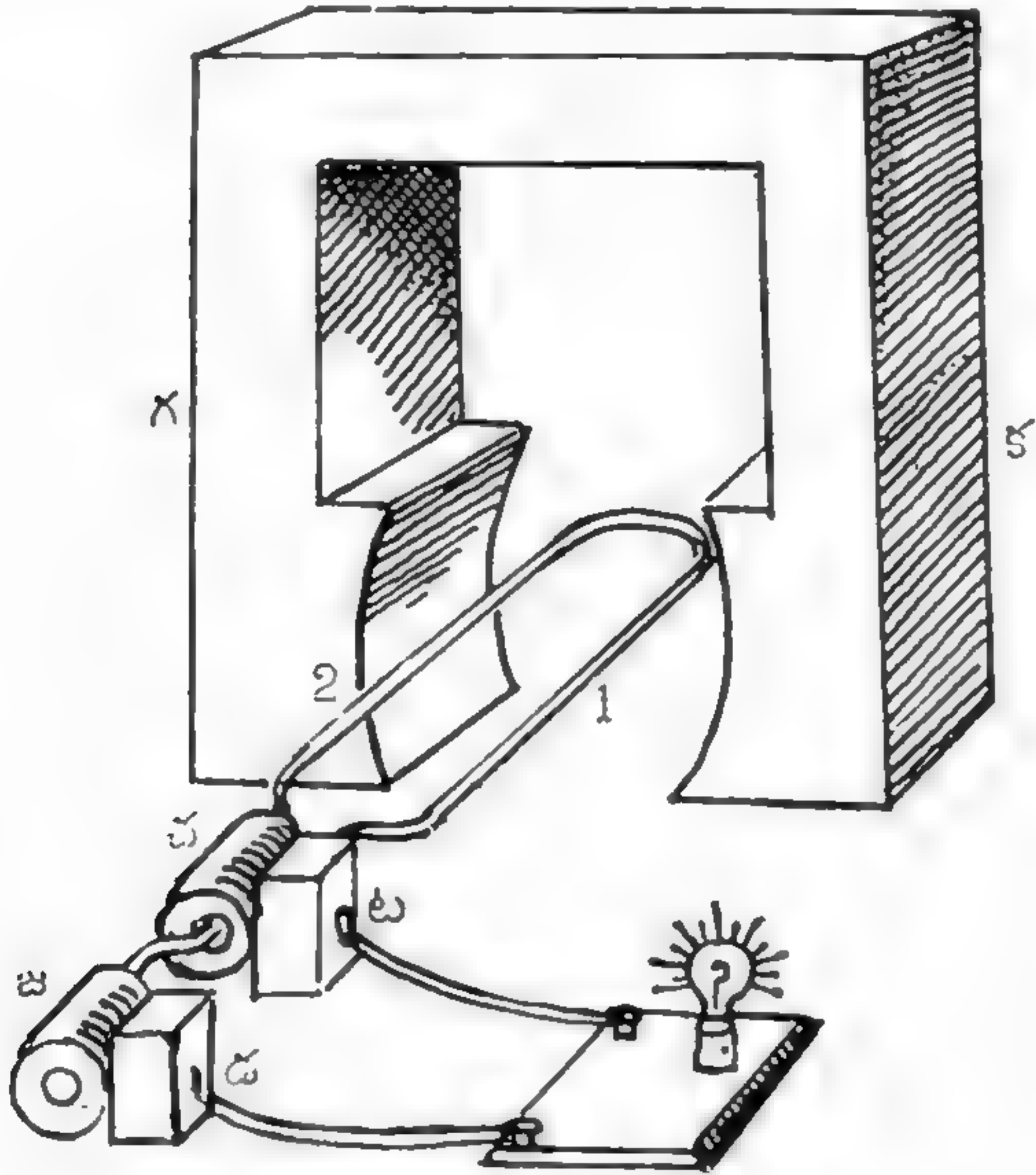
మైకేల్ ఫారడే కనుగొనిన విద్యుత్ ప్రరోచన నియమమును అనుసరించి డైనమో నిర్మింపబడినది. అయస్కాంతద్రువములనుండి వెలువడు బలరేఖలను ఉత్తరించు నట్లుగ ఒక రాగిశీగను త్రిప్పిన ఆ శీగలో విద్యుత్ ప్రరోచితమగునని 1831 లో ఆయన కనుగొనెను. అంతియే గాక, శీగను కదపకుండ అయస్కాంతమును త్రిప్పినను ఫలితము ఒకేరీతిగ నుండు ననికూడ ఆయన కనిపెట్టెను. డైనమో కార్యకలాపమంతకును ఈ సూత్రమే ముఖ్య ఆధారము.

మనకు నిత్యవ్యవహారములో రెండు రకములైన విద్యుత్తులు ఉన్నవి. ఒకటి ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహము (చూ. పు. 200); విద్యుజ్జనితమునుండి మనకు ప్రత్యక్షముగ లభ్యమగునది ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహమే; దానిని ఎ. సి. విద్యుత్ అందురు. రెండవది ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము (చూ. పు. 218), దానిని డి. సి. విద్యుత్ అందురు. ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహమునందు ప్రవాహపుదిశ ప్రతిసెకనుకు 50 సార్లుగాని, 60 సార్లుగాని మారును. అనగా ధన, ఋణమార్గములు వరస్పరము మారుచుండును.

ఒకటవటములో 'క', 'గ' అనునవి బలిష్ఠమైన అయస్కాంతద్రువములను సూచించుచున్నవి. వాటిక్షేత్రములలో (1, 2 అంకెలచేగుర్తించబడిన) వంపుతీగ తిరుగుచున్నది. ఆ తీగకొనలు రెండును, 'చ', 'జ' లచే చిహ్నితమగు



రెండు గుండ్రనిరాగిపొన్నలకు అతుకబడియున్నవి. పై పొన్నలను రాచుకొనుచు 'ట', 'డ' లు అను రెండు కార్బన్ బ్రష్లు ఉన్నవి. అయస్కాంత క్షేత్రములో



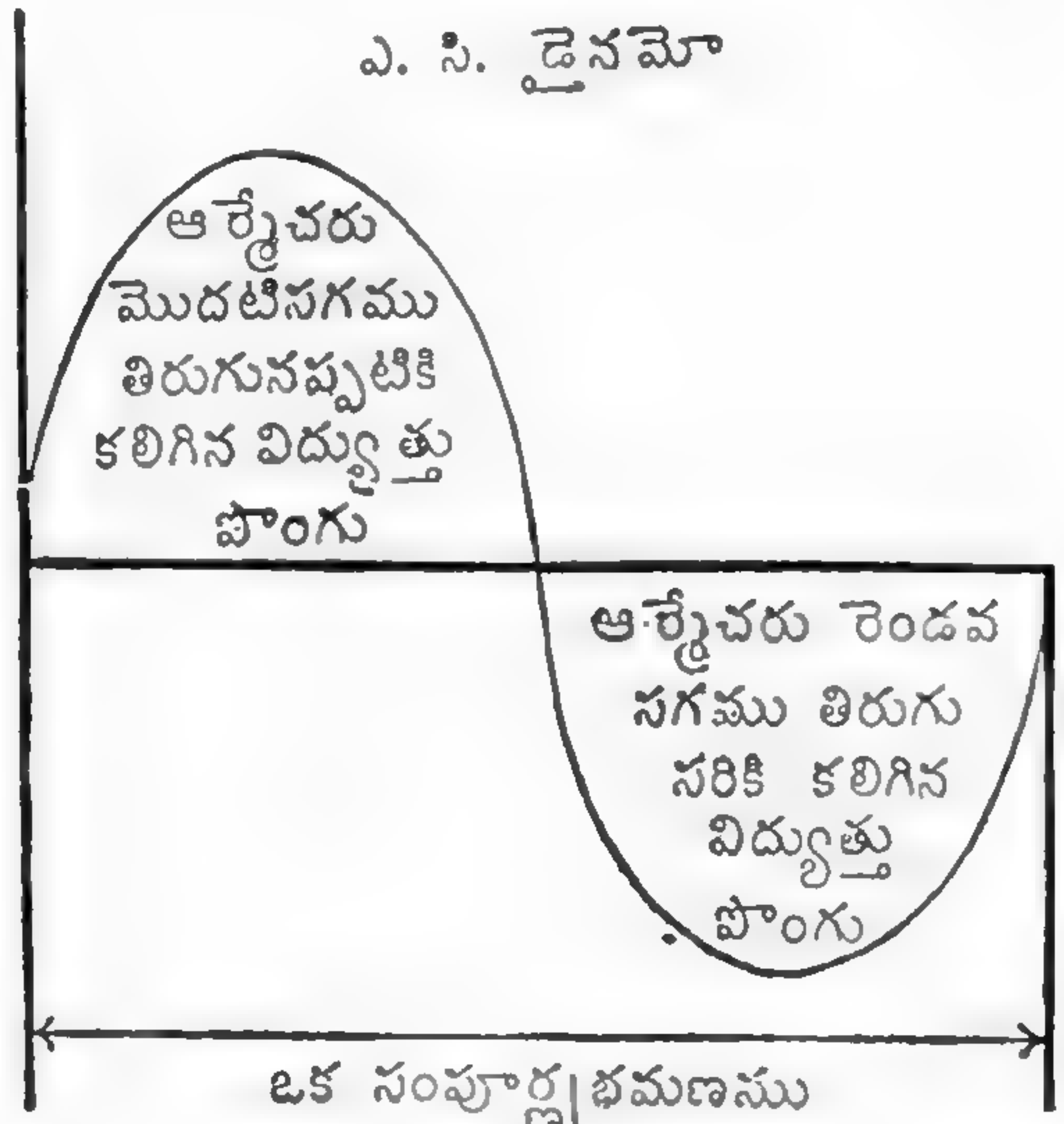
1 వ చిత్రము

క, గ, అయస్కాంత ధ్రువములు; 1, 2, వంపుతీగ, చ, జ, తీగకొనలు (గుండ్రని రాగిపొన్నలకు అతుకబడినవి) ట, డ, కార్బన్ బ్రష్లు.

తిరుగునప్పుడు వంపుతీగలో ప్రేరేపితమగు విద్యుత్ను పొన్నల ద్వారా, కార్బన్ బ్రష్లు సంగ్రహించి వెలుపలి తీగలకు చేరవేయును. ఒక వంపుతీగ ఆవరణములోని అయస్కాంత క్షేత్రమునకు మార్పుగలుగుచున్న వలయములో విద్యుత్ ప్రరోచిత మగుననుట సుప్రసిద్ధమగువిషయమే. పటములోని వంపుతీగలో 1 వ సగము క్రిందికిని 2 వ సగము పైకిని తిరుగుచున్నదనుకొనుడు. అయస్కాంత క్షేత్రములోని బలరేఖలు నట్టనడుమనుండునంత బలీయముగ అయస్కాంతమునకు ఎగువనుగాని, దిగువనుగాని ఉండవు. దూరముపోయినకొలది వానిబలము సన్నగిలు చుండును. కాబట్టి ఏదేనియంత్రసహాయముతో వంపుతీగ నిరంతరము తిరుగుచున్న అది అయస్కాంత క్షేత్రములో మిక్కిలిబలవంతమగుచోట ఒకక్షణమునందు, బలహీనమగుచోట మరుసటిక్షణమునందును ఉండుట తటస్థించును. క్షేత్రగతమైన కోణస్థానమునుబట్టి దాని ఆవరణములోని అయస్కాంతత్వముకూడ అనుక్షణము మారుచుండును. ఈ మార్పువలన తీగలో విద్యుత్ ప్రరోచితమై తీగ తిరుగుచున్న క్రమమునుబట్టి క్రమముగా పొంగుచు, క్రుంగుచు ఒకనిర్దిష్టమగుదిశలో ప్రవహించు

చుండును. 1 వ సగము క్రిందికిని, 2 వ సగము పైకిని తిరుగుచున్న ప్రస్తుతసందర్భములో ప్రవాహగతి 1 నుండి 2 వ సగమువైపునకు ఉన్నదనుకొనుడు. వంపుతీగ నిట్టనిలువుగ అగువరకు తిరిగిన దనుకొనుడు. అచ్చట బలరేఖలు లేనికారణమున తీగలోని విద్యుత్ ప్రవాహముకూడ కట్టుబడును. అటునుండి కదలి మరల వంపుతీగతిరుగుటలో, మొదటి 1 వ సగమున్నచోటికి 2 వ సగమును, మొదటి రెండవసగమున్నచోటికి 1వ సగమును వచ్చిన వనుకొనుము. అప్పుడు ప్రవాహగతికూడ తిరోముఖముదాల్చి ఎదురు తెన్నుగ - అనగా 2 వ సగమునుండి 1 వ సగమువైపు -

ఎ. సి. డైనమో



2 వ చిత్రము

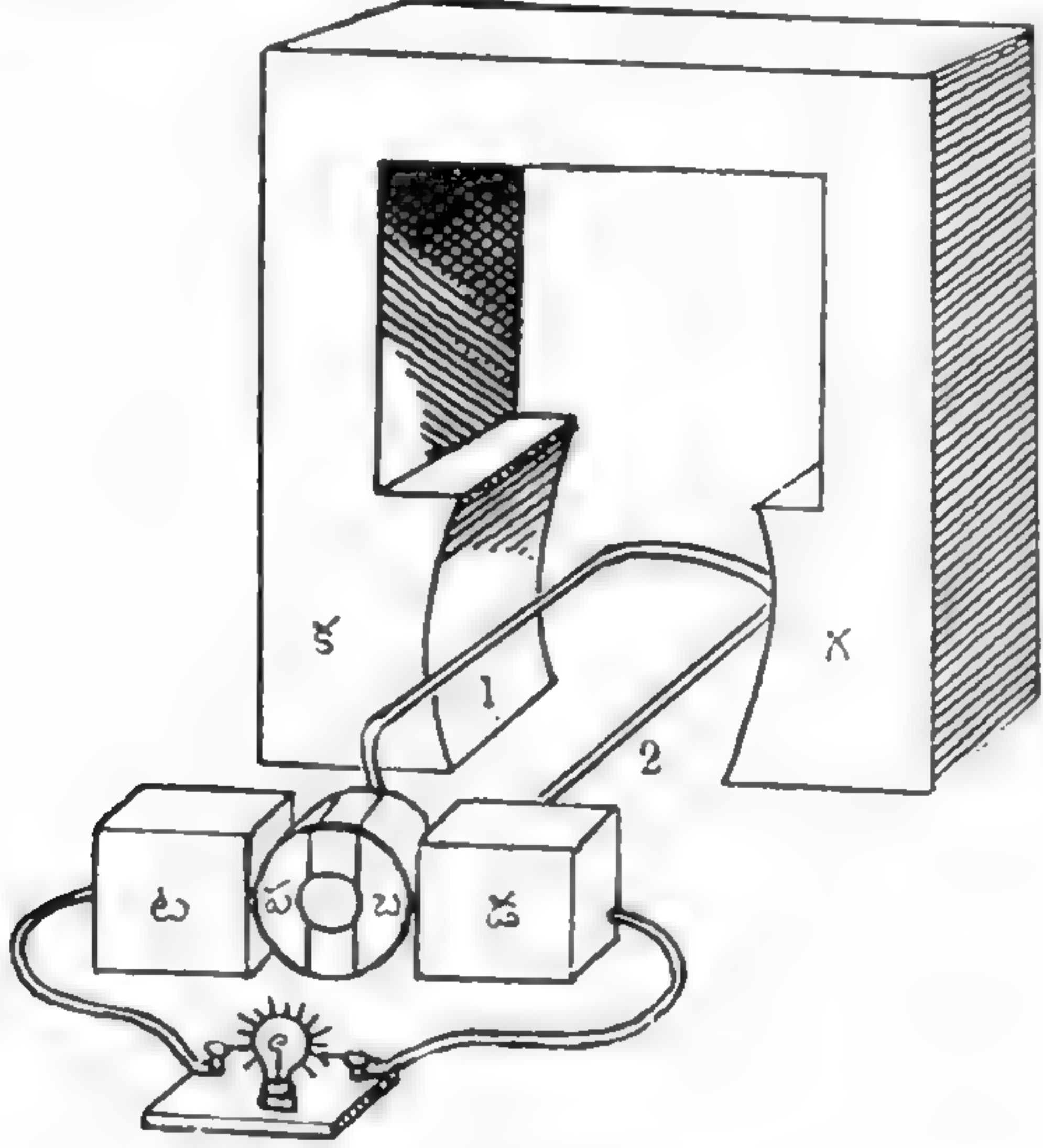
ప్రవహింపసాగును. ఈ ప్రవాహగతిని రేఖాపటమున గుర్తించిన గోమూత్రికారేఖవలె ఎగుడుదిగుడుగ నుండును (2 వ చిత్రము). కనుక, అటువంటి ఎగుడుదిగుడు నడకగల విద్యుత్ను ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహమనియు, దానిని వెలువరించు విద్యుజ్జనిత్రమును ఆవర్తివిద్యుజ్జనిత్రము అనియు అందురు.

డి. సి. డైనమో : 3 వ చిత్రమున 'క, గ' అను అయస్కాంత ధ్రువములమధ్యమున 1, 2 అని గుర్తించబడిన వంపుతీగతిరుగుచున్నది. కాని, ఈ చిత్రములో గుండ్రనిరాగి పొన్నలకు బదులు వంపుతీగకొనలు 'వ', 'బ' అను అరవంపు రాగికవచము (డిప్ప) లకు అతుకబడియున్నవి. ఈ (డిప్పలు) కవచములు విద్యుద్రోధకమగు ఒకగుండ్రని కట్టుపై నెక్కించబడును. ఆ కట్టు విద్యుజ్జనకపు నడిమి ఊచపై బిగించబడి ఉండును. కవచములు (డిప్పలు), కట్టు కలిసినభాగమును వ్యత్యయకము (కామ్యుటేటర్)



## డైనమో

అందురు. 'ట', 'డ' అనునవి కార్బన్ బ్రష్లు. అవి వ్యత్యయకము ఆనుకొనియుండుట వలనను, వానికిని, శాహ్యవలయమునకును సంబంధముండుటవలనను, లోపలి వంపుతీగకును, శాహ్యవలయపు తీగలకును సంబంధము



3 వ చిత్రము

క, గ : అయస్కాంత ధ్రువములు; 1, 2 : వంపుతీగ;  
ప, బ : వంపుతీగ కొనలు (రాగికవచమునకు అతుకబడినవి);  
ట, డ : కార్బన్ బ్రష్లు.

ఏర్పడి ఒకసంపూర్ణవలయము ఏర్పడుచున్నది. బయటి వలయమునందు వలయము పూర్ణముగ ఉండులాగున దీపములనుగాని, మరలనుగాని, అమర్చినచో అవి పని చేయగలవు.

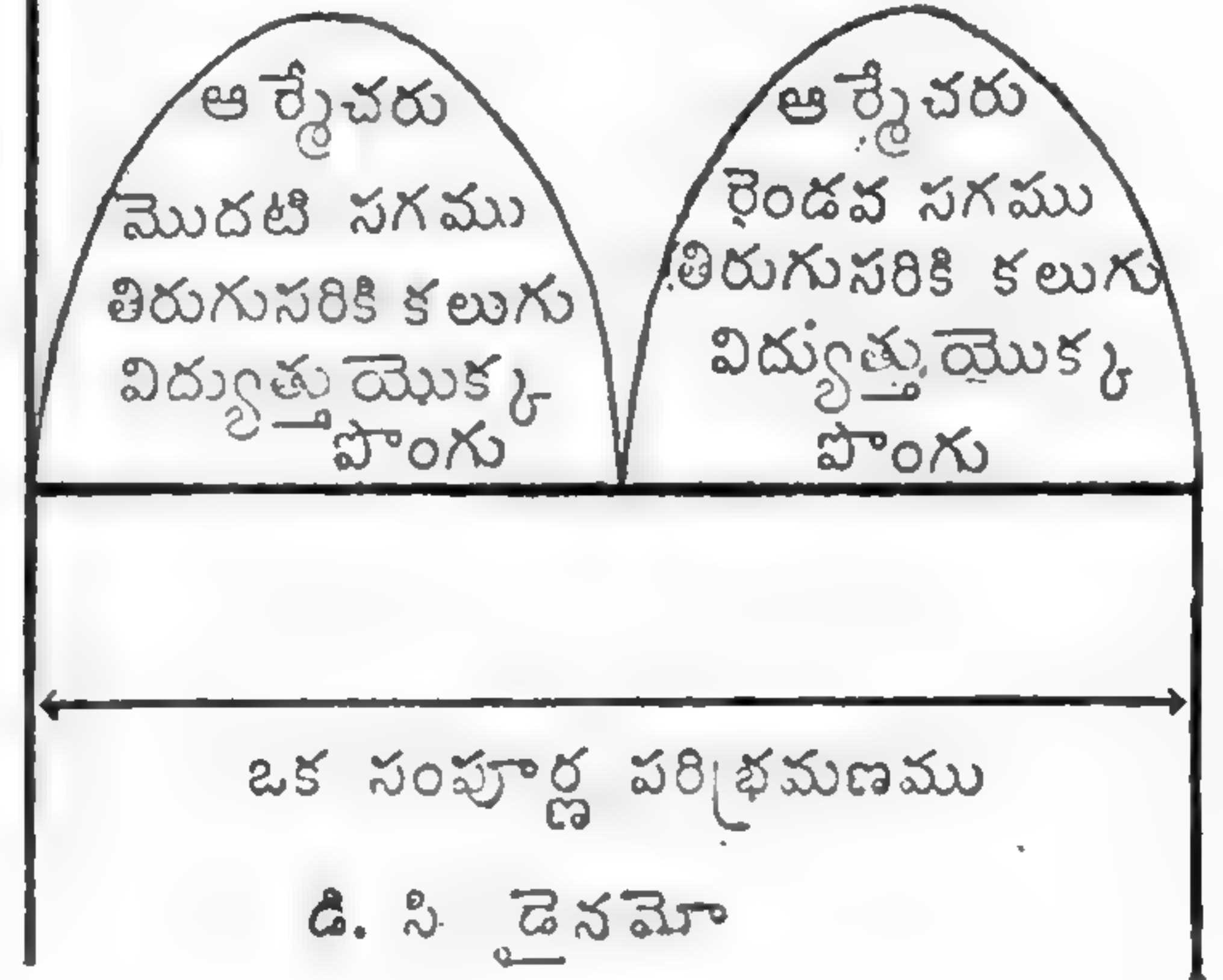
ఆవర్తిత్రము (ఆల్టర్నేటర్)లో వలెనే ఋజువిద్యుజ్జనిత్రము (డి. సి. డైనమో)లో గూడ వంపుతీగ ప్రతి సరిభ్రమణమునకును, రెండువిద్యుత్ ప్రవాహములు కలుగుచుండును. కాని, ఎల్లప్పుడు వంపుతీగతోబాటు దానికొనలకు అంటుకొనియున్న రాగికవచము (డిప్ప)ల స్థానము కూడ మారుచున్నందున 'ట', 'డ' కార్బన్ బ్రష్లు కూడ వాని సంఘాతమును ఎప్పటికప్పుడు మార్చుకొనుచుండును. దానివలన అయస్కాంతపు దక్షిణధ్రువము వైపున జరుగు విద్యుత్ కార్యము ఎల్లప్పుడు ఒక ప్రత్యేక బ్రష్ నుండియే జరుగుచున్నందున విద్యుత్ ఒకేదిశలో ప్రవహించుచుండును.

విద్యుత్ ప్రవాహములు ఒకేదిశలో ప్రరోచితమగుచున్నను ప్రవాహమునకును, ప్రవాహమునకును నడుమ నుండు అంతరమువలన విద్యుత్ ప్రవాహము సాఫీగా నుండనిమాట నిజము. కాని వంపుతీగల సంఖ్యను ఎక్కువ

చేయుటవలన ఒక్కొక్క పూర్ణపరిభ్రమణమునకు వెలువడగల ప్రవాహముల సంఖ్య అధికమగుట వలన వానినడుమ నుండు అంతరముకూడ తగ్గును. దానివలన విద్యుత్ ప్రవాహము నిరంతర ప్రాయమగును (చూ. నాలుగవ చిత్రము). విద్యుత్ జేత్రమును మరింత బలవంతముగ చేయుటకుగాను సహజకాంతములకు బదులు విద్యుజ్జనిత్రములో విద్యుత్ అయస్కాంతములను ఉపయోగింతురు.

ఆర్మేచరు వేష్టనములో ఒకే వంపు తీగ

ఉన్నచో కలుగు విద్యుద్గతి



4 వ చిత్రము

డైనమోలోని ప్రధాన భాగములు : విద్యుజ్జనిత్రము (డైనమో) ఎట్లు పనిచేయునది మొదలగు వివరములను గూర్చి వైని తెలిపియున్నాము. అందలి వివిధభాగముల గూర్చి క్లుప్తముగ నిచ్చట తెలిపెదము.

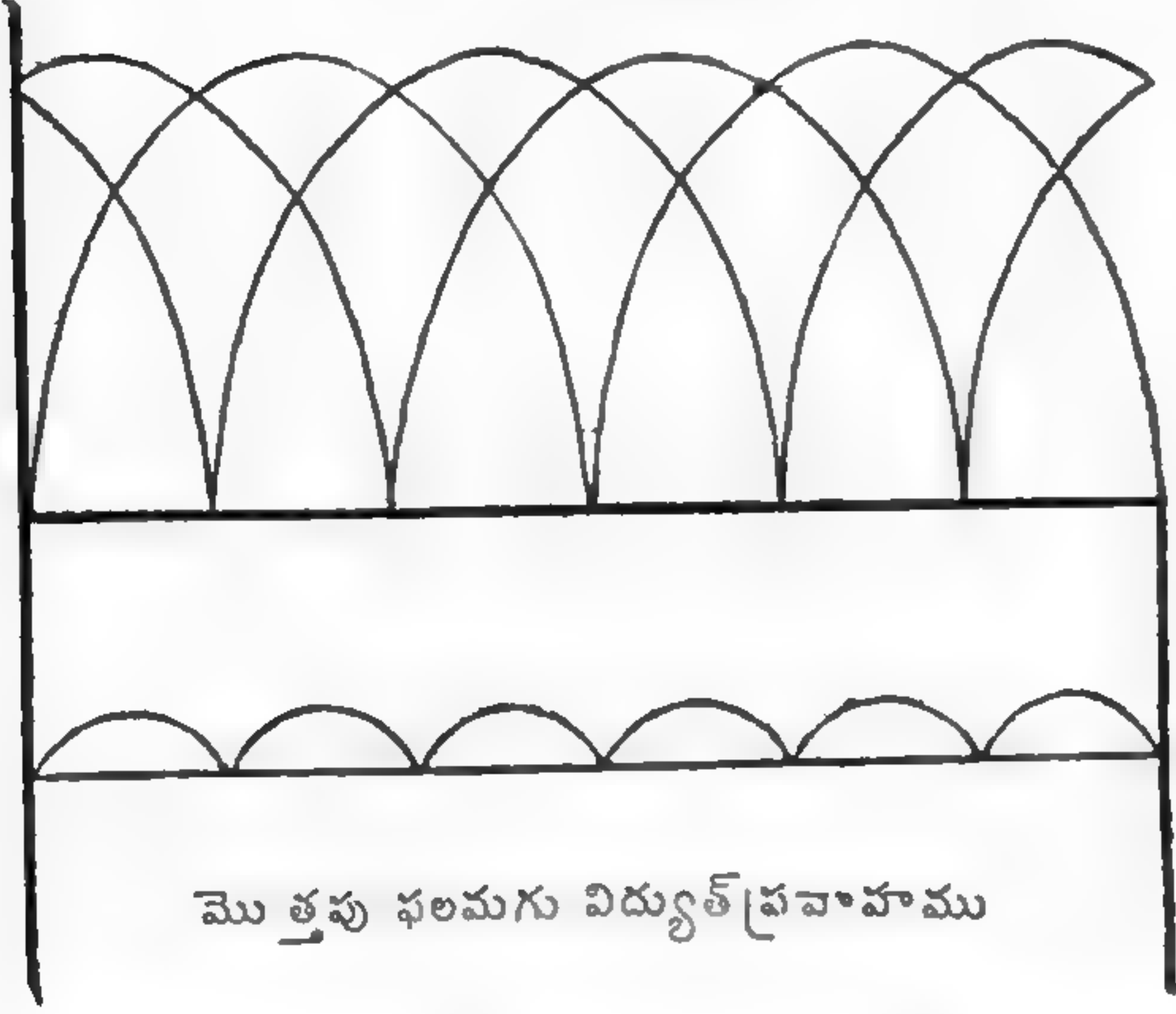
ఆర్మేచరు : నడిమిడిచ, గర్భకందము కలిసి అప్పడములకర్రవలె ఏర్పడినభాగమును 'సంవాహక' అందురు. ఆర్మేచరు అంతయు నడిమి ఊచపై నిర్మింప బడిఉండును. గుండ్రని ఇనుప రేకుబిళ్ళలు ఒకదానిప్రక్క నొకటిగ అదిమి ఊచపైని గుత్తిగ తొడగబడును. ఈ రేకుల బయటి అంచులలో నరదలు ఉండును. నరదలు అన్నియుకలసి ఒక గాడిగవచ్చులాగున రేకులను అమర్చి ఆ గాడులలో సంవాహకపు (ఆర్మేచరు) తీగను చుట్టి ఉంచుదురు. రేకునకును, రేకునకును మధ్యమున విద్యుత్ నిరోధమగు వార్నిషుపూత ఉండును. ఆర్మేచరు తిరుగునప్పుడు బలిష్ఠమైన కేంద్రపరాజ్ముఖ బలము అందుండి వెలువడును. వాని మూలమున తీగలు తమతమ కుదుళ్ళలోనుండి భ్రష్టములు కాకుండునట్లు విద్యుత్ నిరోధకములగు మేకులతో అవి గర్భకందమునందలి గాడులలో బిగింపబడియుండును.



ఒక్కొక్కప్పుడు గర్భకందము చుట్టును దీనికై ఒకఉక్కు తీగను చుట్టుదురు; దీనినే 'బేండింగు' అందురు.

వ్యత్యయకము : ఆర్మేచరులోవలె వ్యత్యయకము (కామ్యుటేటర్.)లో రెండు రాగికవచములు (డిప్పలు) ఉండవు. ఆర్మేచరులో వంపుతీగలు ఎక్కువైనకొలది వానికి తగినట్లుగ రాగికవచము (డిప్ప)తో మరియొకటి తాకకుండులాగున వాని అంచుల నడుమ అభ్రకమును

ఆర్మేచరు వేష్టనములో పెక్కు వంపుతీగలున్నచో  
కలుగు విద్యుద్గతి



మొత్తపు ఫలమగు విద్యుత్ ప్రవాహము

విద్యుత్ నిరోధకముగ అమర్తురు. నడిమి ఊచకు, వ్యత్యయకమునకు సంబంధము కలుగకుండులాగున విద్యుత్ నిరోధకమగు వలయ మొకటి బిగించబడి ఉండును. వ్యత్యయకము, కవచము (డిప్ప)ల లోపలి ఎత్తు అంచులకు వంపుతీగల కొనలు తాపడము చేయబడును. తయారైన వ్యత్యయకము ఒక అంచులేని కొయ్యదారపుబండి వలె ఉండును.

క్షేత్రవేష్టనములు (ఫీల్డ్ కాయిల్స్): సాధారణముగ చిన్న చిన్న డైనమోలందు క్షేత్రవేష్టనములు పార్శ్వవేష్టనము (షంట్ వైండింగ్) చేయబడియుండును. ఆర్మేచరు తీగ చుట్టలకు సమానాంతరముగ క్షేత్రతంత్రులనుకూడ చుట్టు పద్ధతిని పార్శ్వవేష్టనము అందురు. ఇందులో మూడు రకములు ఉన్నవి. మొదటి దానిలో ఒక్కటియు, రెండవ దానిలో రెండును, మూడవదానిలో నాలుగును క్షేత్ర తంత్రుల చుట్టలు ఉండును. వ్యవహారములో ఉండునది నాలుగుచుట్టల పద్ధతి. ధ్రువఖండములను సందిట పొదివి పట్టుకొని క్షేత్రతంత్రులు ఉండును. ఈ క్షేత్రవేష్టనము లోనికి విద్యుత్ ప్రసరించగనే వాటిమధ్యనున్న ఇనుప ముక్కలు విద్యుత్కాంతత్వమును పొందును. క్షేత్రవేష్టన ములకు కావలసిన విద్యుత్ నుకూడ డైనమోనుండి

గ్రహించవచ్చును. కానీ, ఇది ఋజుప్రవాహ (డి. సి) విద్యుజ్జనితమునందు మాత్రమే సాధ్యపడును. ఏలన, డైనమోలోని ధ్రువఖండములను సక్రమముగ విద్యుత్కాంతత్వము కావించుటకు అవర్తి ప్రవాహవిద్యుజ్జనితము (ఎ. సి. డైనమో)లోని క్షేత్రవేష్టనములకు మరియొక ఆధారమునుండి ఋజుప్రవాహ (డి.సి.) విద్యుత్ ను సరఫరా చేయవలసి ఉండును.

అయస్కాంతఖండముల చివర ఓరవంపుగనుండు అయస్కాంతపాడుకలు అమర్చబడి ఉండును. ఇవి బోరగా నుండు ఆర్మేచరుపై బోరగిలపడినట్లు ఉండును వాని మధ్యముననుండు అంతరము సాధ్యమైనంత సూక్ష్మముగ ఉండవలయును.

చట్రము : దీనిని ఆధారము చేసికొని తక్కినభాగము లన్నియు బిగింపబడియుండును; ఇది మద్దెలవలె ఉండును. దీనిలోపలి భాగమునందు అయస్కాంత ధ్రువములు భద్రముగ తాపడము చేయబడి ఉండును. మద్దెలకు ఇరు వైపుల మూతలుగ ఏర్పడియున్న దళసరి బిళ్ళలయందు గుండు తిరుగుడుచీల (బాల్ బేరింగ్)ల పైని సంవాహకి (ఆర్మేచరు) అమర్చబడి ఉండును. వ్యత్యయకము ఉండు ప్రక్క మూతలో బ్రష్ గతివాహకము (బ్రష్ గేర్)లు ఉండును. దీనిని డైనమో పనిచేయకుండ ఉన్నప్పుడుకూడ బలహీనమగు అయస్కాంతత్వము చట్రమును ఆశ్రయించి ఉండును; దీనిని పరిశిష్ట అయస్కాంతత్వము అందురు. దీనిని ఆధారము చేసికొని డైనమో పనిచేయునపుడు అందులో ఉత్పత్తి అగు వేడిమిని చల్లార్చుటకై అందే ఒకచిన్న పంకాయను, గాలిరాకపోకలకై పెక్కు ద్వారములును అమర్చబడి ఉండును.

కార్బన్ బ్రష్లు : ఆర్మేచరులో ప్రరోచితమగు ప్రవాహమును, వ్యత్యయకము నుండి సంగ్రహించి, జాహ్యా తంత్రీమండలమునకు చేర్చుటకు ఇవి ఉపయోగించును. తగు మాత్రముగ వీనిని వ్యత్యయకములపైన అదిమిపెట్టి ఉంచుటకు ఈ ముక్కల వెనుక స్ప్రింగ్ లు ఉండును. ఒక్కొక్క కార్బన్ బ్రష్ ని గ్రహించి అందీయగల విద్యుత్ నకు ఒక పరిమితియున్నది. ఆ పరిమితి ననుసరించియు డైనమోలో ఉత్పత్తియగు విద్యుత్ ఉద్ధతినిబట్టియు అందు అమర్చబడవలసిన కార్బన్ బ్రష్ల సంఖ్య నిర్ణయింపబడును. కొన్ని సందర్భములలో కావలసిన వానికంటె మరొకటి ఎక్కువగా అమర్చుటకూడ కలదు. ఆర్మేచరు పరిభ్రమణ వేగము ఎంత ఎక్కువగ నున్నను, డైనమో నుండి వెలువడు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు పోటు కలుగకుండులాగున దానిని అదుపులో ఉంచుటకై ఈ అదనపు



## డైపోల్ మోమెంట్

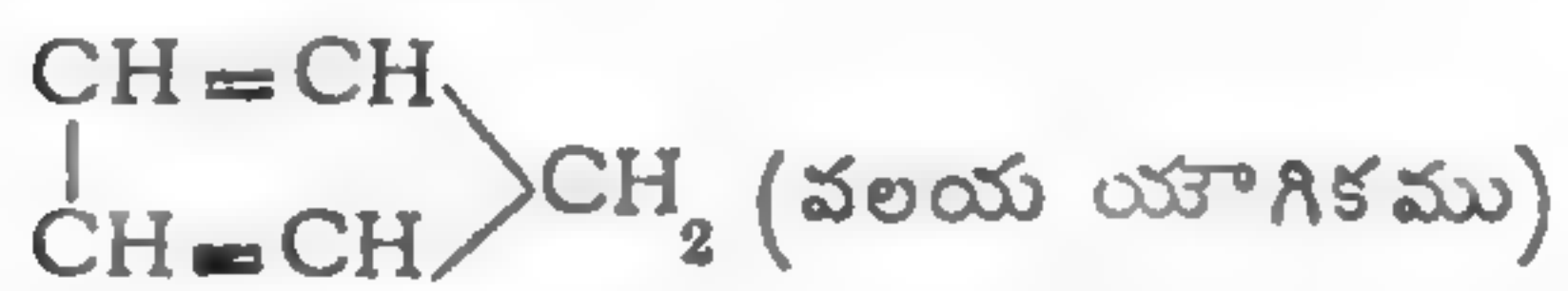
కార్బన్ బ్రష్ ఉపయోగపడును. సాధారణముగ చిన్న చిన్న డైనమోలలో షేత్రమండలము స్థిరముగను, ఆర్మేచరు తిరుగునదిగను ఉండును. కాని, పెద్ద పెద్ద డైనమోలలో ఆర్మేచరు స్థిరముగనుండి, షేత్రమండలము తిరుగునదిగ ఉండును. మనము ఈ నాడు విద్యుత్ యుగములో జీవించుచున్నాము. ఈ యుగమునకెల్ల పట్టుకొమ్మయైనది విద్యుజ్జనిత్రమే (డైనమో). కొ.సు.రా.

డైపోల్ మోమెంట్ : చూ: ద్విధ్రువమోమెంట్.

డైయాన్ సంయోజన ప్రక్రియ : మధ్యనొక ఏక బంధము, ఇటునటు రెండు ద్విబంధములుగల అసంతృప్త కార్బన్ యోగికములకు 'డైయాన్' అని పేరు.

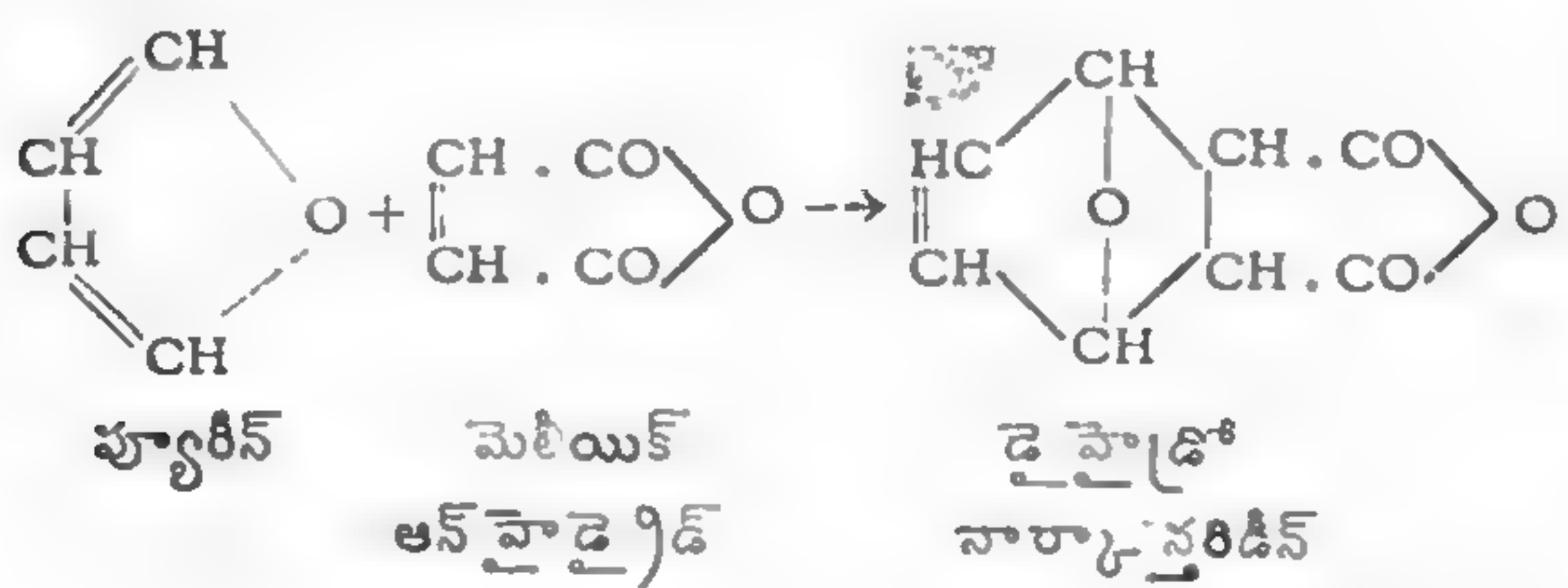


బూటాడైయాన్



పెంటాడైయాన్

ఇట్టి బంధమునకు సముచ్చిత ద్విబంధము అనిపేరు. ఇట్టి యోగికములు వాటి అసంతృప్తగుణము కారణముగ అనేక విధములగు కార్బన్ యోగికములతో కలసి వివిధములగు వలయ యోగికముల, బహువలయ యోగికముల, మధ్యవంతెనగల వలయ యోగికములను ఇచ్చును. ఈ సంయోజన ప్రక్రియను కనుగొనినవారు డీల్స్, ఆల్డర్ (1928) అను జర్మను రాసాయనికులు. ఈ సంయోజన కార్యము పార్శ్వ స్థములగు రెండు కార్బాక్సిల్ గణములున్న మెలియిక్ ఆన్ హైడ్రైడ్ వంటి యోగికములతో అతి సుకరముగ జరుగును.



మే. వ. స.

డోయిట్రాన్ : హైడ్రోజన్ కేంద్రకమునకు ప్రోటాన్ అని పేరున్నట్లు డోయిటీరియమ్ (గురు హైడ్రోజన్) యొక్క కేంద్రకమునకు 'డోయిట్రాన్' అనిపేరు. ఇందు ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ ఉండును; వాటి బంధితశక్తి 2.227 Mev. పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తిలో డోయిట్రాన్ వినియోగము విరివిగా ఉన్నది. \*\*\*

డ్యూమా, జీన్ బాప్టిస్ట్ ఆండ్రి (1800-84): ఫ్రెంచ్ రాసాయనికుడు. జీనీవాలో రాసాయనిక శాస్త్రమును

అభ్యసించి ఇరువదేండ్ల వయస్సునకు ముందే ఆ శాస్త్రములో నూతన పరిశోధనలను ఆరంభించెను. 1824లో



జీన్ బాప్టిస్ట్ ఆండ్రి డ్యూమా

ఎనాలిజ్ డెజ్ నైస్సెన్ నేచురాలిజ్ అను పత్రికను స్థాపించెను. సార్బోన్ యూనివర్సిటీయందు ఆచార్య పదవిని నధిష్టించిన కాలమందు అనేకమంది శిష్యులనతడు ప్రోగుచేసెను. కార్బన్ యోగికానుశీలనలో అతడు కనిపెట్టిన ప్రతిస్థాపన నియమము

వాయువుల, బాష్పముల సాంద్రతను నిర్ణయించుటకు అతడు ప్రవేశపెట్టిన విధానములతో పాటు నాటి పరమాణు సిద్ధాంతమును శోధించుటయందు మిక్కిలి ఉపకరించినది. మే. వ. స.

డ్యూమా విధానము (వాయు సాంద్రత నిర్ణయ విధానము) : చూ. అణుభార నిర్ణయము; పు. 128.

తగరము : తగరమునకు 'వంగము' 'సత్తు' అని లోక వ్యవహారము. ఇంగ్లీషులో 'టిన్' అందురు. శాస్త్ర నామము స్టానస్ - స్టానిక్. ఆవర్తక్రమములో 4 వది అగు కార్బన్ వర్గమునకు చెందిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 50; సంకేతము Sn; పరమాణుభారము 118.70.

నేడు తగరము ముఖ్యముగా దొరకు దేశములు సాగ్సనీ, బొహిమియా (యూరప్); బొలీవియా (దక్షిణ అమెరికా); బాంకాక్, మలాకా (ఆసియా ఆర్కిపెలగో), ఆస్ట్రేలియా, మెక్సికో, అలాస్కా దేశములు. ఇండియాలో తగరపు గనులు లేవు.

ధాతుసాధనకు ముఖ్యమైన ఖనిజము 'టిన్ స్టోన్' (కాసిటెరైట్). రాసాయనికముగా ఇది టిన్ డై ఆక్సైడ్ (SnO<sub>2</sub>). ఇది ధాతుసాధనకు మిక్కిలి సులభమైన ముడి ఖనిజము. ఖనిజమును నేలబొగ్గుతో ఆక్సిహరించిన తగరము ధాతువు లభించును. (SnO<sub>2</sub> + 2C → Sn + 2CO) ధాతువును కరగించి ఏటవాలుబల్లపై ప్రవహింపనిచ్చినచో శుద్ధమైనధాతువు క్రిందికి దిగజారి, మలినములు బల్లపై నిలిచిపోవును. ఇంకను శేషించిన మలినపదార్థములను తొలగించుటకు ద్రవీకరించినధాతువును పచ్చికర్రలతో మధింతురు. బొగ్గుచున్నకర్రల కొనలపై మలినములు



అంటుకొని వైన తెట్టుకట్టును. తెట్టుతీసేసి శుద్ధమైన తగరమును తయారుచేయుదురు.

భౌతిక ధర్మములు: వెండివంటి తెల్లని ధాతువు; మెత్తనై సులభముగా కరుగును. ద్రవాంశము  $231.9^{\circ}\text{C}$  క్వథనాంశము  $2270^{\circ}\text{C}$ ; విశిష్ట గురుత్వము 5.77 బూడిద రంగుగల ఆల్పరూపము; (7.29 తెల్లటి బీటారూపము).

రాసాయనికగుణములు: వాతావరణములో సాధారణ తాపక్రమములవద్ద తడిగాలి సోకినను మారదు. చాలసేపు ద్రవాంశముకన్న కొంచెము హెచ్చుతాపక్రమమున వేడి చేసిన ద్రవముపైని బూడిదరంగుపొర ఒకటి ఏర్పడును. ఇది టిన్ ఆక్సైడ్; ఆ వాతావరణంలోనున్న ఆక్సిజన్ తో కలిసి ఏర్పడినది. ఇంకను హెచ్చుతాపక్రమములో తగరము తెల్లని కాంతితో మండి భస్మముగా మారును.

ఈ ధాతువు సాంద్ర ప్రాక్సోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో కరిగి హైడ్రో జన్ ని విడిపించును. 'సాంద్ర నైట్రిక్ ఆసిడ్' తగరమును తెల్లటి చూర్ణముగా మార్చును. దీనికి మెటాస్టానిక్ ఆసిడ్ అని పేరు. సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో విలీనమై స్టానస్ సల్ఫేట్ ఏర్పడును. తగరముతో కలిపిన ధాతుమిశ్రములు అనేకములు వ్యాపారసరణిలో తయారుచేయబడుచున్నవి:

అందు ముఖ్యమైనవి 1. సోల్డర్; 2. ఫ్యూటర్; 3. బేరింగ్ ధాతువు; 4. కంచు.

టంకమిశ్రము: సోల్డర్ నందు సీసము, తగరము సమ భాగములలో ఉండును.

ఫ్యూటర్: పాత్రలకు ఉపయోగపడు ఈ ధాతుమిశ్రములో 75% తగరము, 25% సీసము కలిసి ఉండును. పైపు (అచ్చుఅక్షరముల) ధాతువులో 75% సీసము, 5% తగరము, 20% ఆంటిమోని ఉండును.

బేరింగ్ ధాతువు: యంత్రముల ఇరుసులపై కండెనగా ఉపయోగపడు ధాతుమిశ్రము. దీనిలో 82% తగరము, 14% ఆంటిమోని, 4% రాగి ఉండును.

కంచు: చూ. రాగి.

కంచుయొక్క యోజనీయత రెండు విధములుగా నున్నది; రెండు, నాల్గు. అందువలన రెండు రకముల యాగికములను ఇచ్చును. వాటికి (i) స్టానస్, (ii) స్టానిక్ యాగికము అని పేరు.

స్టానస్ యాగికములు: (i) స్టానస్ ఆక్సైడ్ ( $\text{SnO}$ ) బూడిదరంగు; (ii) స్టానస్ క్లోరైడ్ ( $\text{SnCl}_2$ ) రంగులేనిది; (iii) స్టానస్ సల్ఫైడ్ ( $\text{SnS}$ ) కాఫీపొడిరంగుగలది.

స్టానిక్ యాగికములు: (i) స్టానిక్ ఆక్సైడ్ ( $\text{SnO}_2$ ) ఖనిజముగా దొరుకునది ఇదియే; రంగులేని చూర్ణము. (ii) స్టానిక్ క్లోరైడ్ రంగులేని ద్రవద్రవ్యము; క్వథనాంశము

$114^{\circ}\text{C}$ . (iii) స్టానిక్ సల్ఫైడ్ పసుపురంగు. మోజాయిక్ గోల్డ్ (బంగారము) అను పేర ఖనిజముగా దొరికును.

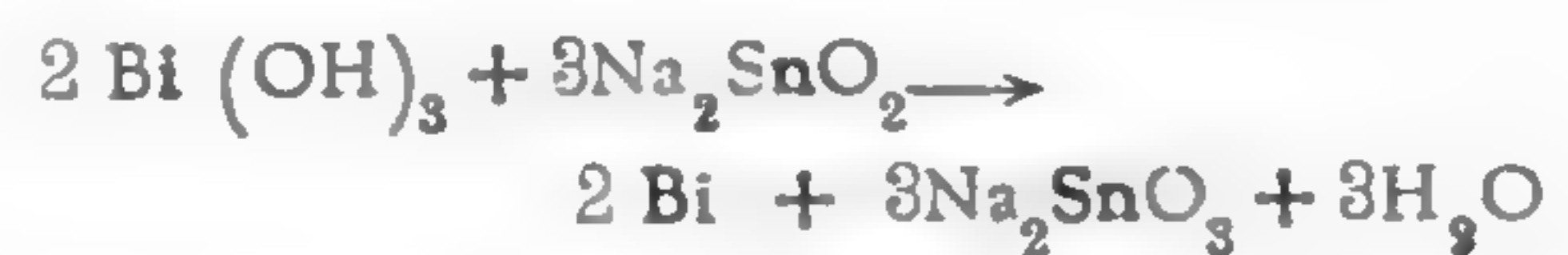
విశేషవర్ణికులలో తగరము హైడ్రోజన్ తో సంయోగించి  $\text{CH}_4$  తో సరిపోల్చుటకువీలైన వాయుద్రవ్య మొకదానిని ( $\text{SnH}_4$ ) ఇచ్చును.

స్టానైట్ లు. స్టానేట్: స్టానస్, స్టానిక్, ఆక్సైడ్ లు ఆమ్లములుగ ఆచరించుగుణముగలవగుటచే ఇవి ఊరము లలో కరగి, తగరము ఆమ్లగణములో ఇమిడియున్న లవణములు ఏర్పడును. స్టానస్ ఆక్సైడ్ నుండి లభ్యమగు లవణములకు స్టానైట్ లు అనియు, స్టానిక్ ఆక్సైడ్ నుండి లభ్యమగువాటికి స్టానేట్ లనియు పేర్లు.

స్టానైట్ లు-సోడియమ్ స్టానైట్ లు:



ఇట్లే పొటాసియమ్ లవణమునుకూడ సాధించవచ్చును. ఈ స్టానైట్ లు ప్రబలఆక్సిహరణసాధనములు. సోడియమ్ స్టానైట్ బిస్మత్తు హైడ్రాక్సైడ్ ను బిస్మత్తు ధాతువుగ ఆక్సిహరించును:



ఈప్రక్రియలో బిస్మత్తు ధాతువు నల్లటి సూక్ష్మవిభక్త చూర్ణముగ అవక్షిప్తమగును. ఈప్రక్రియను గుణాత్మక విశ్లేషణమందు బిస్మత్తును గుర్తించుటకు వాడుదురు.

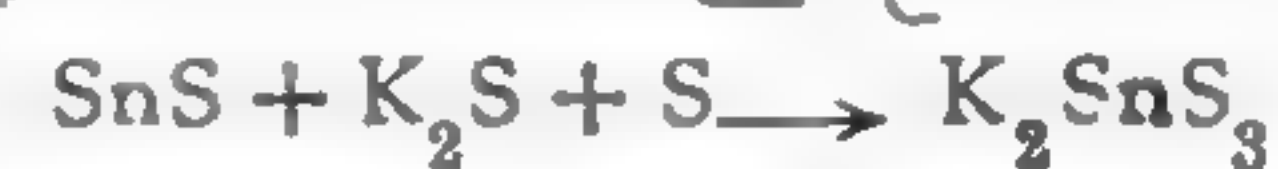
స్టానేట్ లు-సోడియమ్, పొటాసియమ్ స్టానేట్ లు:



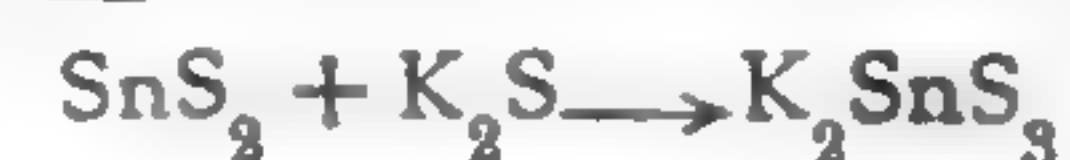
సోడియమ్ స్టానేట్ పారిశ్రామికముగా కాలికోకు రంగద్దు టకు ఉపయోగపడుచున్నది.

కాస్టిక్ సోడా + సోడియమ్ నైట్రేట్ + సోడియమ్ క్లోరైడ్ ల మిశ్రముతో తగరమును కరగించి దీనిని పారిశ్రామికముగ తయారుచేయుచున్నారు.

తయోస్టానేట్ లు: స్టానస్ సల్ఫైడ్, ఊరసల్ఫైడ్ లలో గంధకసంపర్కమునగాని కరుగదు. అనగా ఊరపాలి సల్ఫైడ్ లే దీనికి ఉచితమైనద్రావములు:



పైనిచూపిన సాంకేతికము పొటాసియమ్ తయోస్టానేట్ ఎట్లు తయారగునో చూపును. స్టానిక్ సల్ఫైడ్ ( $\text{SnS}_2$ ) ఊరసల్ఫైడ్ లలో కరగి తయోస్టానేట్ లను ఇచ్చును:



తయోస్టానేట్ లకు ఆమ్లములను చేర్చినపుడు తొలిని అస్థిరమైన తయోస్టానిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడి, అది హైడ్రోజన్



తటస్థీకరణోష్ఠత

సల్పెడ్ వాయువుగాను, స్టానిక్ సల్పెడ్ అవక్షేపముగాను విడివడును (చూ. కార్బన్ వర్గము; పు. 272).

తటస్థీకరణోష్ఠత: చూ. తాపరాసాయనిక శాస్త్రము.

తరంగచలనము : ఒకే స్థలమందు కాలక్రమమున వచ్చు మార్పులకును, ఒకే కాలమందు స్థలాంతరములందు వచ్చు మార్పులకును సంబంధమున్నపుడు ఆ స్థలములమధ్య తరంగచలనము కలుగునని అందుము.

ప్రశాంతముగ నున్న సరస్సులో ఒకరాయిని వేసినా మనుకొనుదు. వేసినచోట సద్యఃఫలితముగ, చదునుగా ఉన్న నీటి ఉపరిభాగము వంగి ఒకపల్లము ఏర్పడును. ఆ పల్లమును నింపుటకు చుట్టునున్న స్థలములనుండి నీరు ప్రవహించి ఆ పల్లముల నింపుటయేగాక, ఆనింపు ప్రక్రియలో ఇదివరకెంత పల్లము ఏర్పడినదో అంతనీటిమిట్ట ఏర్పడును. ఆమిట్ట భూమిగురుత్వాకర్షణ బలమునకును, నీటితలతన్యతా బలమునకును ఆగలేక, కూలిపోయి, ఆ కూలిపోవుటలో కలిగిన గమనముతో మరల పల్లముగా ఏర్పడును. ఈ రీతిగా రాతిచేత చెదర్చబడిన ప్రదేశము పైకి క్రిందికి ఊగుచుండును.

మనదృష్టిని ఇంతవరకు రాయివేసిన స్థలముపై ననే కేంద్రీకరించినాము. చుట్టును ఏమి జరుగుచున్నదో గమనించుదము. పల్లము నిండి మిట్ట ఏర్పడుటకు పరిసరములలో నున్న నీరు ప్రవహించినది. కనుక, రాయిపడిన స్థలమునకు చుట్టును వలయాకారపు పల్లము ఉండవలెను. ఈ పల్లమును నింపుటకు, ఈ వలయాకారము బయటనుండి మరల

నీరు ప్రవహించి మరియొక వలయాకారపు పల్లము ఏర్పడవలెను. ఈ తీరుగ రానురాను సరస్సంతయు వలయాకారపు మిట్టలతో కూడ నిండి ఉండవలెను. ఏమన, మొదటి వలయాకారపు పల్లమును నింపు

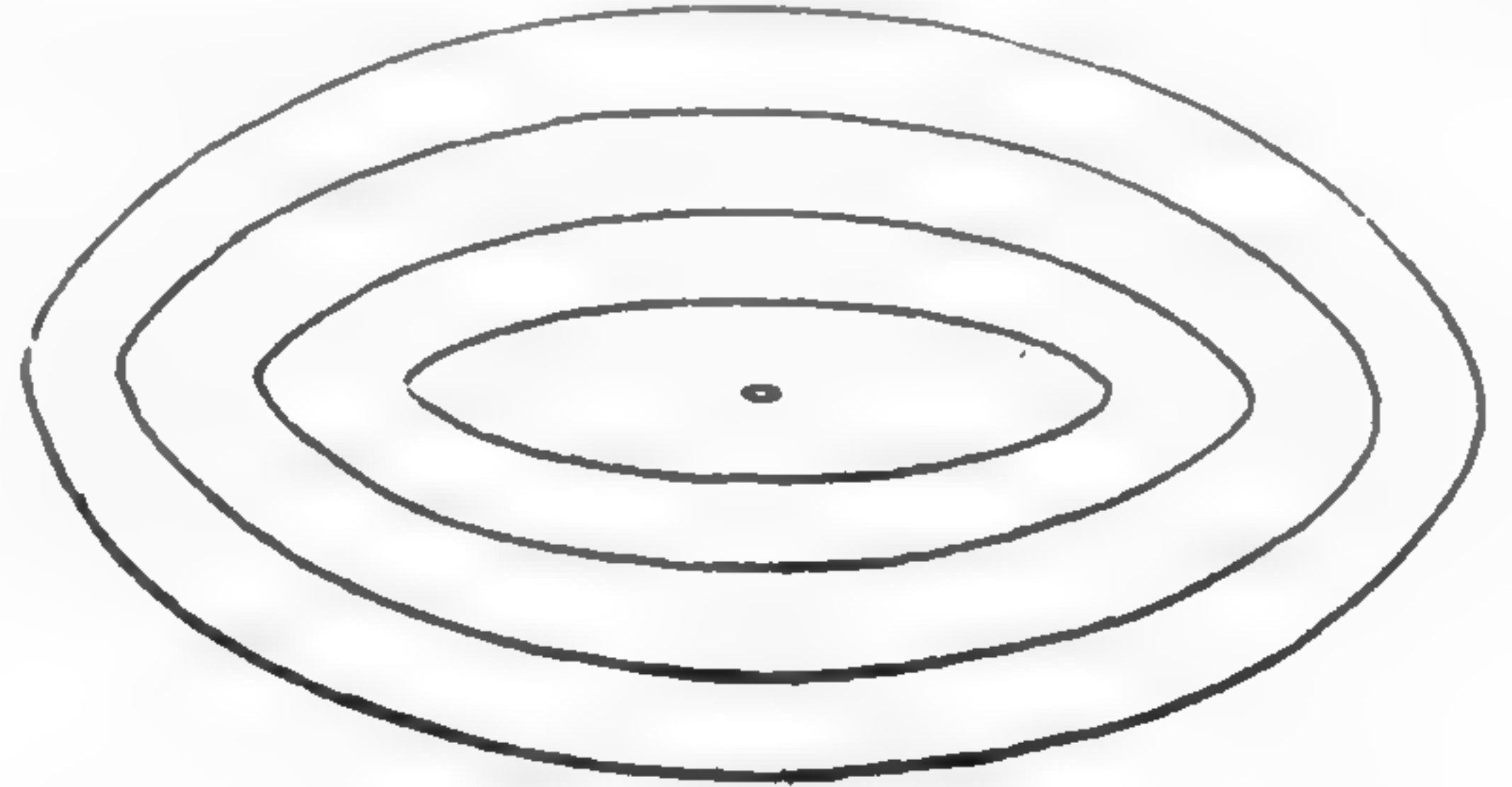


టకు ప్రవహించిన నీరు పల్లము నక్కడ నింపుటయేగాక వలయాకారపు మిట్టగాకూడ కన్పట్టును. కనుక సరస్సు మధ్యలో పుట్టిన ఈ మిట్టపల్లములు సరస్సంతయును వ్యాపించిపోయినవి. ఇటుల విస్తరించుకొనిన యానక

ములో నొకచోట మనముచేసిన అలజడి యానకమంతయు వ్యాపించుటకే 'తరంగచలన' మందురు.

ఒకే సమయమున సరస్సునంతయు కలియజూచినచో రాయివేసిన స్థలమునకు సమానదూరములలో వలయాకారపు మిట్టపల్లములు ఒకదాని తరువాత ఒకటి అగుపడును. వరుసగానున్న రెండు మిట్టలమధ్య దూరమునుగాని లేదా, రెండు పల్లముల మధ్యదూరమునుగాని తరంగదైర్ఘ్యమందురు. మరు నిమిషమున చూచినచో వెనుకటివలెనే వలయాకారపు మిట్టపల్లములు అగుపడును. కాని, మునుపటి పల్లములు మిట్టలుగను, మునుపటిమిట్టలు పల్లములుగను మారి అగుపడును. అనగా, మిట్టపల్లముల పంక్తి ముందుకు సాగిపోయినవి; ఈ సాగిపోవు వేగమునకు తరంగవ్యాప్తి వేగము అందుము.

తరంగవ్యాప్తి వేగమునకును, తరంగదైర్ఘ్యమునకును ఒకసంబంధమున్నది. ఆ సంబంధము నీరుపైకి, క్రిందికి



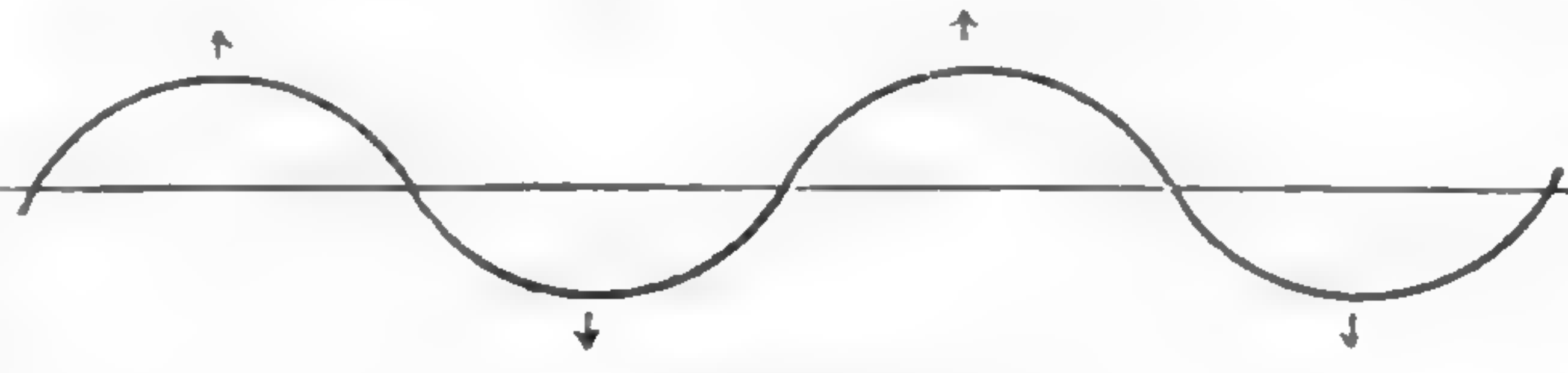
నీటితరంగవలయములు

ఊగు డోలన వ్యవధినిబట్టి ఉండును. నీరు సెకనుకు 'స' సార్లు డోలనముచేయునట్లైన, తరంగదైర్ఘ్యము 'ద' అనుకొన్న తరంగవ్యాప్తి వేగము,  $వే = స \times ద$  అని వ్రాయవగును.

విస్తృతమైన యానకములో తరంగవ్యాప్తి ఆ యానకముయొక్క రెండు సహజగుణములవలన కలుగుచున్నది. 1. స్థితిస్థాపకత, 2. జడత్వము. వస్తువుయొక్క ఘనపరిమాణములోగాని, ఆకారములోగాని, మార్పు తెచ్చుటకు యత్నము చేసినపుడు, వస్తువు తన సహజఘన పరిమాణములో ఉండుటకును, తన సహజఆకారమును పొందుటకును యత్నించును. ఆ గుణమును 'స్థితిస్థాపకత' అందురు. ఈ యత్నించునపుడు జనించు బలములను స్థితిస్థాపకబలములు అందురు. వీటిని 1. ఘనపరిమాణ స్థితిస్థాపక బలములు, 2. ఆకారస్థితిస్థాపకబలములు అని రెండు విధములుగ నెంచవచ్చును. నీటిలో పల్లములు ఏర్పడినప్పుడును, మిట్ట ఏర్పడినపుడును, పనిచేసిన బలములు మూడు రకములు : 1. నీటిస్థితిస్థాపకబలము; 2. నీటిపై



గురుత్వాకర్షణ బలము; 3. నీటి తలతన్యతా బలము. పై బలముల ప్రేరణలేనిదే, చలించుచున్న వస్తువుయందుగాని, స్థిరముగానున్న వస్తువుయందుగాని మార్పును ప్రతిఘటించు గుణమునకు జడత్వమనిపేరు. ఈ రెండు గుణములవలన విస్తృత యానకములో ఏదేని భాగమును కదల్చిన, ఆ భాగము స్పందించుటయును, ఆ స్పందనము యానకమంతయు ఆవరించుటయును కలుగును. తరంగవ్యాప్తి రెండు రకములుగ జరుగవచ్చును. విస్తృతయానకమందు తరంగము వ్యాపించుచుండగా యానకముయొక్క ప్రతిభాగమును స్పందించు చుండును. ఈ స్పందించుదిశ తరంగ వ్యాప్తివైపే జరుగవచ్చును. లేదా ఆదిశకు లంబముగా నున్నదిశయందైనను జరుగ



తిర్యక్ తరంగము

వచ్చును. పైని వర్ణించిన జలతరంగవ్యాప్తి రెండవతరగతికి చెందినది. ఇట్టి తరంగ వ్యాప్తిని 'తిర్యక్ తరంగ వ్యాప్తి' అందురు. స్పందనదిశయు, తరంగవ్యాప్తి దిశయును ఒకటియే అయినచో దానిని అనుదైర్ఘ్య తరంగ వ్యాప్తి అందురు. ఇట్టి వ్యాప్తి ధ్వని తరంగముల యందు కననగును.

తరంగ విషయమున ముఖ్యముగా ఒక సంగతి గమనించవలెను. అది ఏమన, యానకములోని ప్రతిభాగమును, తన స్వస్థలము విడిచిపెట్టుకుండయే స్పందించు చుండును.

కాని, తరంగవ్యాప్తితోబాటు ఆ భాగములు ఒకచోటు నుండి మరియొకచోటునకు కదలవు. ఏమన, ఒక బెండు వంటి వస్తువును ఆ నీటిపై తేలినిచ్చిన తరంగములు వ్యాపించునట్లు కనిపించినను బెండుమట్టుకు ఒక్కచోటనే పైకి, క్రిందకు కదలుచుండును. అంతేగాని, తరంగముతో గూడ అదిపోదు. తరంగవ్యాప్తి వలన ఏమి వ్యాపించినదని ప్రశ్నవేసిన ప్రకంపనశక్తి వ్యాపించినదని చెప్పవచ్చును.

భౌతిక విజ్ఞానములో ముఖ్యముగా శబ్దము, కాంతి ఎట్లు వ్యాపించునో తెలిసికొనుటకు తరంగముల ప్రసక్తి ఆవశ్యకము. వస్తుప్రకంపనము వలన శబ్దము కలుగును. అది సెకనుకు 30 నుండి 30,000 వరకు కంపించినపుడే శబ్దముగా మనకు వినబడును. ప్రకంపించు వస్తువునకుండు శక్తి రెండు శక్తుల సమ్మేళనము.

అందొకటి స్థితిజశక్తి; రెండవది గతిజశక్తి. ఆశక్తి శ్రవణేంద్రియమువరకు వ్యాపించినది. శ్రవణేంద్రియములోని ఒక సన్ననిపొరను ఆ శక్తి తాకి శబ్దముగా మనకు తోచినది.

అందువలన శబ్దప్రసారమనగా ప్రకంపనశక్తి ఒకచోటు నుంచి మరొక చోటునకు ప్రసరించుటయని గ్రహింపవలెను. ఈ ప్రసారమెట్లు జరుగును? అని ప్రశ్న.

శబ్దోత్పత్తి స్థానమునకు, శ్రవణేంద్రియమునకు మధ్య విస్తృతమైన వాయుయానకము ఉన్నది. ఈ వాయువు శబ్దించువస్తువు యొక్క ప్రకంపనము వలన సంకోచమొందుచు విరళీకరణ మొందును. శబ్దస్పందనము ఎంతతరచుగా జరుగునో, అంత తరచుగానే సంకోచ, విరళీకరణములు జరుగును. ఇవి ప్రకంపించు వస్తువరిసరములలో బయలుదేరి,

అన్ని దెసల వ్యాపించును. కనుక, శబ్దము తరంగములవలన వ్యాప్తి నందుచున్నదని తేలుచున్నది. అంతేగాక, విస్తృత యానకములో జరిగెడి

సంకోచవిరళీకరణములు స్పందనపుదిశ, శబ్దవ్యాపకపు దిశతో ఏకీభవించును. అందువలన, ఈ తరంగము అనుదైర్ఘ్యతరంగ వ్యాప్తిజాతికి చెందినది.

ఇట్టి వ్యాప్తికి వాయువుయొక్క ఆయతనస్థితిస్థావక గుణమున్ను, దాని జడత్వగుణమున్ను ఉపకరించినవి. శబ్దము గాలిలో అలల మూలముగా వ్యాపకముచెందుచున్నదని చెప్పటకు ప్రత్యక్ష ప్రమాణములు చూపుట కష్టముగాని, అట్లనుకొనిన వచ్చెడి కొన్ని ఫలితములను జూపవచ్చును :

ఉదా : ఒకే తరంగదైర్ఘ్యముగల రెండు తరంగములు, ఒకే మార్గమున వ్యతిరేకదిశల వ్యాపించుచున్న ఈ తరంగములు సమ్మేళనము వలన వీనిమార్గమందు కొన్నిస్థలములు స్థితిత్వము వహించియు, మరికొన్ని స్థలములు మిక్కుటమైన దోలనవరిమితిలో స్పందించుచుండ వలెను. రెండు వరుసగానున్న అస్పందస్థానముల మధ్య దూరము, రెండు వరుసగానున్న ప్రస్పందస్థానముల మధ్యదూరము సమానములు. ఈ రెండును ఈస్థిరస్పందనమునకు కారణభూతములై వ్యాపించు తరంగముల తరంగదైర్ఘ్యములో సగముగా ఉండవలెను. ఇట్టిది శబ్దవిషయములో చూపించ గలిగిన, శబ్దము తరంగములచే వ్యాప్తినొందుచున్నదని ఎంచవచ్చును.

గాల్ఫ్ డిషను ఒకదానిని ఒక ఫలకమునకు కొంచెము దూరములో ఊదినచో ఆశబ్దము ఫలకముచేత పరావర్తితమగును. ఫలకమును తాకెడి తరంగములును, పరావర్తిత తరంగములును కలిసి ఊష ఫలకములమధ్య స్థిరస్పందనమును కలుగజేయును. అనగా, కొన్నిస్థలములు చలనము లేనివై ఉండును. వీనిని గుర్తించుటకు ఒక శబ్దదర్శక దీపమును ఉపయోగించెదరు. ఇది ఉన్నచోట గాలిలో



## తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము-I

ఏ మాత్రము చలనమున్నను, శబ్దముచేయుచు మండును. నిశ్చలమైనచోట శాంతముగా వెలుగును.

కాంతి : కాంతికూడ తరంగ రూపముననే వ్యాపించు ననియు, కాంతితరంగములు తిర్యక్ తరంగములనియు, మొదలుగాగల విషయములు 'కాంతి' అను శీర్షికయందు చూడనగును (చూ. పు. 240). ఎమ్. రా.

తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము-I : క్వాంటం వాదము పరమాణు రచనను గురించిన సమస్యల కొన్నిటిని పరిష్కరించుటకు సమర్థమై నేటివరకు నిలచి ఉన్నను చాల కాలము క్రిందటనే అది సాధించిన పరిష్కారము తాత్కాలికమనియు, దాని సిద్ధాంతములముల పునఃపరిశోధనమునకు గురిచేసి అంతకన్న మౌలికమగు పరిష్కారమావశ్యకమనియు పరిగణింపబడ జొచ్చినది.

సంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్ర నియమములకును క్వాంటం సిద్ధాంతమునకును మధ్య విజృంభించియున్న అగాధాభాతముపై సేతువువలె ఆచరించగల కల్పన ఏదియు లేకపోవుట మొదటి అసంతృప్తికర పరిస్థితి. కాంతి ప్రసారమువంటి విద్యుదయ స్కాంత సంఘటనలను వివరించు మాక్స్ వెల్ సమీకరణములు, సాతత్యభావములములని కొన్ని ప్రయోగలబ్ధఫలితములు స్పష్టముగ సూచించుచున్నవి. అట్లే మరికొన్ని ప్రయోగలబ్ధ ఫలితములు విద్యుదయస్కాంత వికిరణశక్తి అణువులచే, పరమాణువులచే కణశః (అనగా సాంతరముగ) విచూషితముగాని విసర్జితముగాని అగుచున్నదని అంత స్పష్టముగ చూపుచున్నవి. అందువలన ఒక వైపు అణువులందు, పరమాణువులందు ఉన్న శక్తి, మరియొకవైపు కాంతి ప్రసారమందు గోచరమగుశక్తి, ఈ రెండిటి స్వభావముల మధ్య గన్పట్టు మౌలిక వ్యత్యాసమువలన గలిగిన ఈ అంతరమును క్వాంటం వాద దృక్పథమును చేపట్టి అంత మొందించు వీలున్నట్లు కానరాదు. అందువలన ఈ పనికై సంప్రదాయ యాంత్రిక, క్వాంటం సిద్ధాంత ధర్మములు విశేష పక్షములుగాగల, ఒక సర్వసామాన్య సిద్ధాంతమును స్థాపించవలసి యున్నది.

ఇంతేకాక ప్రత్యక్షముగా ప్రయోగమువలన లబ్ధములైన కొన్ని ప్రధాన ఫలముల వివరణ విషయమైకూడ పూర్వపు క్వాంటం వాదము అసంతృప్తికరముగ దోచినది. ఉదాహరణమునకు, ఈవాదమును ఆశ్రయించి బోర్ హైడ్రోజన్ పరమాణువు యొక్క వర్ణమాలయందు కన్పట్టు శక్తిపదముల సార్థక్యమును నిరూపించిన రీతిని, క్వాంటం వాదము రెండు లేదా, అంతకన్న ఎక్కువ ప్రాథమిక కణముల కూటములగు హీలియమ్ (He) పర

మాణువులవంటి పరమాణువుల, అయన్ ల శక్తిపదముల వివరించలేక పోయినది. ఇంతేకాదు వర్ణమాలయందు కన్పట్టు ఏకరేఖా త్రిరేఖా పదములమధ్య గన్పట్టు శక్తి వ్యత్యాసముయొక్క వివరణకూడ సాధ్యపడలేదు. ప్రాథమిక కణముల మధ్యకూలామ్ ఆకర్షణ బలములతోపాటు వినిమయ బలములకూడ గలవని సాధారణీకృత క్వాంటం సిద్ధాంతముచే తొలిసారిగా చేయబడిన సూచన గణనలోనికి తీసికొనరాబడకుండుటచే ఈ లోపములు సంభవించినవని నేడు తెలిసినది.

చివరకు మరియొక ఆసంతృప్తికరమగు పరిస్థితికూడ బయలుపడినది. కొన్ని పక్షములలో సిద్ధాంతముచే ఆకాంక్షించబడిన ఫలములకు విరుద్ధముగ ప్రయోగము పర్యవసానముల చూపినది. ఉదా : పూర్వము వర్ణమాల వివరణ క్షేత్రమందు మహావిజయముగాంచిన రూథర్ ఫర్డు నమోనా పరమాణువు దాని కనిష్టశక్తి సోపానమందు, పల్లెపు ఆకారమును కలిగియుండునని ఆకాంక్షించినది. కాని ఇట్టి ఆకారము వాస్తవికముగా నున్నదా లేదా యని నిర్ణయించుటకు చేసిన నిశిత ప్రయోగము లెవ్వియు, ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమణ పరిధి ఏకతల పరిమితమని చూపలేదు. అందువలన రూథర్ ఫర్డు పరమాణువు ప్రతికృతి గోళాకారమును స్వీకరించియున్నదను ఊహ సమంజసతరము.

ఈలోపముల నన్నిటిని తొలగించి ప్రయోగ ఫలములతో సంపూర్ణముగ సంవదించగలట్లు కల్పింపబడిన సిద్ధాంతములు రెండు : అందు మొదటిది హైజన్ బర్గ్ క్వాంటం యాంత్రిక సిద్ధాంతము, రెండవది ష్రెడింగర్ యొక్క తరంగ యాంత్రిక సిద్ధాంతము. ఈ రెండును భిన్నమార్గముల త్రొక్కినప్పటికిని, ఫలము రెండిటికిని సామాన్యమే. ఇందు హైజన్ బర్గ్ సిద్ధాంతమందు ప్రయోగ ప్రత్యవేక్షణ కందని అంశములన్నియు నిషేధించబడి ప్రయోగదత్తాంశములనే గ్రహించి మాట్రిక్స్ మెకానిక్స్ అను ఒక క్లిష్టగణిత శాస్త్ర ఫక్కిననుసరించి సిద్ధాంతము స్థాపించబడినది. రెండవ సిద్ధాంతమందు ప్రతికణమును అది కాంతికణము కానీ, ద్రవ్యకణముకానీ, ఒక నియత తరంగ దైర్ఘ్యము గల తరంగము వెంటనంటియుండునను డీబ్రాయ్ అభ్యాసానంగీకరించి ష్రెడింగర్ చే స్థాపించబడినది. మే. వ. న.

తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము - II : బోర్ విజ్ఞాని స్థాపించిన ప్రతికృతి, హైడ్రోజన్ పరమాణు ధర్మములను కొంత వివరింపగలిగినప్పటికిని, తక్కిన పరమాణువుల ధర్మములను వివరింపలేకపోయినది. అందువలననే పైని చెప్పిన బోర్ సిద్ధాంతమునందు కన్పట్టు సంప్రదాయ సాంకర్యమును తొలగించి నిర్బాధమైన ప్రయోగఫల



సిద్ధాంతసమన్వయమును చేకూర్చుటకు తరంగయాంత్రిక శాస్త్రమును నూతనసిద్ధాంతము ఆవశ్యకమైనది.

తరంగయాంత్రికశాస్త్ర మూలభావములు : ఒకప్పుడు భావించినట్లుగ ఎలక్ట్రాన్లు కఠినమైన ద్రవ్యకణములు మాత్రమే కావనిన్ని, ఫోటాన్లకున్నట్లే ఎలక్ట్రాన్లకు కూడా తరంగగుణములున్నవనిన్ని ప్రాయోగికముగ నిరూపింపబడినపుడు, తరంగయాంత్రికశాస్త్రము పెంపొంద మొదలిడినది. అనగా, ద్రవ్యకణములకు అనుబంధించి తరంగములున్నవని డీబ్రాయ్ విజ్ఞాని ప్రతిపాదించెను. అట్టి తరంగముల తరంగదైర్ఘ్యము :

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p} \dots\dots\dots (1)$$

అను సమీకరణము అనుసరించియుండును. ఇందు  $m$  = కణముయొక్క ద్రవ్యరాశి,  $v$  = కణముయొక్క వేగము,  $\lambda$  = తరంగదైర్ఘ్యము,  $h$  = ప్లాంక్ స్థిరాంకము,  $p = mv$  = కణముయొక్క గతిభారము. ఈ సమీకరణముపై ఆధారపడియున్నది తరంగయాంత్రికశాస్త్రము. స్పటిక జాలకములపై ప్రయోగింపబడిన ఎలక్ట్రాన్ కిరణముల వివర్తనకోణములను కొలుచుటవలన ఈ సంబంధమును ప్రత్యక్షముగా నిరూపించుటకు వీలుకలిగినది.

పై సమీకరణములో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క కణస్వభావము, తరంగస్వభావము అను ఈ రెండునూ స్ఫురించుచున్నవి. ఎట్లనిన, తరంగదైర్ఘ్యమానమగు  $\lambda$  తరంగభావమును సూచించుచున్నది; వేగమూల్యమగు  $v$  కణభావమును సూచించుచున్నది. ఎలక్ట్రాన్ తరంగమనుభావమునకు సంబంధించిన దొకటి, అది కణమనుభావమునకు సంబంధించిన దొకటి. ఈరెండు భావములను  $h$  అను ప్లాంక్ స్థిరాంకము ముడివేయుచున్నది ఈ ప్లాంక్ స్థిరాంకము, ప్లాంక్ క్వాంటం సిద్ధాంతమున, కాంతికణముయొక్క శక్తి ( $E$ ) కిని, దాని కంపన పౌనఃపున్యము ( $\nu$ ) కును గల సంబంధము :

$$E = h\nu \dots\dots\dots (2)$$

అను ప్లాంక్ సమీకరణము తెలియజేయును.

పై సమీకరణములో పౌనఃపున్యము తరంగభావమునకు సంబంధించినది. కాగా, కాంతిక్వాంటం శక్తి  $E$ , కాంతికణ స్వభావమునకుమాత్రమే సంబంధించినది. కాంతియొక్క తరంగస్వభావమునకు సంబంధమైన పౌనఃపున్యమునకు, కాంతికణస్వభావమునకు సంబంధమైన ఫోటాన్ (కాంతికణము)నకును సంబంధమేర్పరచినట్లే ప్లాంక్ స్థిరాంకము ఎలక్ట్రాన్ యొక్క తరంగస్వభావమునకు, కణస్వభావమునకు కూడ సంబంధమేర్పరచినది. నిజముగా ఈ కణభావమును, తరంగభావమును భిన్నభిన్నముగనుండి వాటి సమన్వయ

మునకు అవకాశములేనట్లు కనిపించును. అయినప్పటికిని తరంగముగ భావించినప్పటి ఎలక్ట్రాన్ గుణధర్మములు కణముగా భావించినపుడు దానిధర్మములతో ఎట్లుసమన్వయమును చెందుకో అనువిషయమును తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము సూచించును. రెండువిధములుగా కనిపించు ఈ ఎలక్ట్రాన్ ధర్మములను సమన్వయించుటయే తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము యొక్క ప్రధానోద్దేశమని చెప్పవచ్చును.

కణ, తరంగ స్వభావముల సంబంధము : ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలముతో అనుబద్ధమైయున్న తరంగములను విశ్లేషించుసందర్భమున  $v$  ని కణవేగముగను, ' $\phi$ ' ని తరంగవేగము ( $v\phi$  = తరంగదైర్ఘ్యము  $\times$  పౌనఃపున్యము =  $v\lambda$ ) గను,  $v_g$  ని సంఘవేగము (అనగా, తరంగసమూహము చలించు వేగము) గను తరంగయాంత్రికశాస్త్రము పరిగణించును. ఒక కణమును ఒక చిన్నతరంగసమూహముగా భావించవచ్చును గనుక, కణవేగము  $v$  సమూహవేగము  $v_g$  కి సమానమని తలంపవచ్చును :

$$v = v_g = \frac{dv}{d\left(\frac{1}{\lambda}\right)} = \frac{h}{m} \frac{dv}{dv} \dots\dots\dots (3)$$

పై సమీకరణమునుండి ' $v$ ' విలువను గణింపవచ్చును. దానినుండి :

$$h\nu = \frac{1}{2}mv^2 = E \dots\dots\dots (4)$$

అను సమీకరణము సిద్ధించును. ఇందు  $m$  = కణద్రవ్యరాశి;  $v$  = కణవేగము;  $E$  = కణశక్తి.

రెండవ సమీకరణమువలన సిద్ధించు కాంతిక్వాంటం యొక్క శక్తికిని, కాంతిపౌనఃపున్యము ( $\nu$ ) కును గల సంబంధమువంటిదే ఎలక్ట్రాన్ కు కణముగా భావించినప్పుడు, దానిశక్తికిని, ఎలక్ట్రాన్ తరంగముల పౌనఃపున్యము ( $\nu$ ) కును గల సంబంధము. ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలముయొక్క కణధర్మములకు, దాని తరంగధర్మములకు గల సంబంధమును పైవిషయములు స్పష్టికరించును.

ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలతీక్షణత - తరంగకంపన విస్తారము : ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలమునందు ఘనసెంటీమీటరులోగల కణములసంఖ్యయే దాని తీక్షణత. ఈ తీక్షణత దాని తరంగకంపనవిస్తారవర్గము ( $\Psi^2$ )నకు అనులోమముగా ఉండును. కాబట్టి ఎలక్ట్రాన్ తరంగతీక్షణతకు  $\Psi^2$ ను కొలతగా భావింపవచ్చును. కంపనవిస్తారమగు  $\Psi$  దిక్కాలావిరతికముపై ఆధారపడియున్నది.  $\Psi$  యొక్కవర్గము ( $\Psi^2$ )ను ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలమందు ఘనసెంటీమీటరులో గల ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యతో సమీకరించిరి, కాని, ఒకేఒక ఎలక్ట్రాన్ విషయ



## తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రము-II

ములో కంపనవిస్తారవర్గభావము అర్థవంతముకాదు. కావున, పరమాణువులో ఏకాకిగా ఉన్న ఒక్కకణమును తరంగముగా నిరూపించుటకూడ కష్టమే. అయినను, ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలములు మాత్రము తరంగధర్మములను, కణధర్మములనుకూడ ప్రదర్శించును. కాని, ఒకేసమయములో తరంగములుగను, కణములుగనుకూడ ఎలక్ట్రాన్ లెట్లు వ్యవహరించగలవు? ఇట్టివిషయములను సాధించుటకు ఒక పద్ధతిని తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము ఒసగును. సాంఖ్యసంభవనీయతా సూత్రమును, అనిశ్చయతా సూత్రమును వినియోగించి ఈ పద్ధతిని ఏర్పరుపవచ్చును.

సాంఖ్యసంభవనీయత - అనిశ్చయతాసూత్రము : స్పటిక చూర్ణముగుండా ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలము పోయినప్పుడు కలుగు ఎలక్ట్రాన్ వివర్తనమందు ప్రదర్శితమైన ఎలక్ట్రాన్ తరంగధర్మములను విచారించునప్పుడు ఏదైనస్థానములో ఎలక్ట్రాన్ కనుగొనుటకు, ఆ స్థానమందలి తరంగకంపన విస్తారమును కొలతగా పరిగణింతురు. కిరణజాలమందనేకఎలక్ట్రాన్ లు ఉండుటచేత ఏ ఎలక్ట్రాన్ అయిననూ వివర్తనజాలకాంతరాశమున ఏదోఒకస్థానమును స్వీకరించి ఉండును.

అట్లుండుటకు సంభవనీయత  $\Psi^2$  కు అనులోమముగా ఉండును. ఈ  $\Psi^2$  ఎలక్ట్రాన్ ల తీక్షణతగాని, సగటుసాంద్రతగాని అయిఉండును. ఒకస్థానమువద్ద ఎలక్ట్రాన్ కనుగొనగల సంభవనీయత  $\Psi^2$  కు అనులోమముగానున్న కారణమున ఒకనిశ్చితకాలమందు ఏనిశ్చితస్థానమందు ఎలక్ట్రాన్ ఉండునో చెప్పట సాధ్యముకాదు. అనగా, ఏదైనసమయమందు ఎలక్ట్రాన్ యొక్కస్థానమును కచ్చితముగా చెప్పలేము. దానిని నిర్దేశించు తరంగము వ్యాప్తమై ఉన్న స్థానములో ఎలక్ట్రాన్ ఎక్కడైనను ఉండవచ్చును. అవేక్షణలో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్థానము ఎంత నిశితముగ నిర్దేశించిన దానివేగము, గతిభారము అంత అనిశ్చితముగా తెలియనగును. దాని గతిభారమును ఎంతనిశ్చితముగ నిర్దేశించిన దానిస్థాన మంతఅనిశ్చితమగును. ఇట్టి పరిశీలనలలో ఇమిడియున్న పరిస్థితులను చర్చించి హైజన్ బర్గ్ విజ్ఞాని అనిశ్చయతాసూత్రమును పారిమాణికముగా నిర్వచించెను. ఎలక్ట్రాన్ స్థాననిర్దేశములోగల అనిశ్చితత  $\Delta X$  దానిగతి భారనిర్దేశములోగల అనిశ్చితత  $\Delta P$  అయినచో ఆ రెండింటిగుణనఫలము  $(\Delta X \cdot \Delta P)$ ,  $h$  (అనగా, ప్లాంక్ స్థిరాంకము) నకు ఇంచుమించు సమముగనుండును.

దానినే సమీకరణముగా :

$$\Delta X \cdot \Delta P \sim h \dots \dots \dots (5)$$

అని నిరూపించవచ్చును. అట్లే ఎలక్ట్రాన్ శక్తిలో అనిశ్చితత

$\Delta E$ , ఎలక్ట్రాన్ కాలములో అనిశ్చితత  $\Delta t$  అయిన, వాటి లబ్ధము :

$$\Delta E \cdot \Delta t \sim h \dots \dots \dots (6)$$

ప్రడింగర్ యొక్క చలనతరంగ సమీకరణము : వక్రీకరణకారకమగు యానకములో ప్రసరించు కాంతికిరణ ప్రవర్తనకు, మారుచున్న బలక్షేత్రములలో ప్రయాణము చేయు ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలప్రవర్తనకును గణితదృష్ట్యా సామ్యమున్నది. కావున, తరంగసిద్ధాంతమునకు సంబంధించిన సమీకరణములవలె యాంత్రికశాస్త్ర సమీకరణములను మార్చి ప్రడింగర్ పునరుల్లేఖించెను. సహనిర్దేశకముల మార్పుతో శక్తి ఎట్లు మారునో నిర్ణయించి, దానిని ఒక చలతరంగ సమీకరణరూపముగా నిర్వచించెను.

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - W) \cdot \Psi = 0$$

ఇచ్చట  $\Psi$  పైనిచెప్పినట్లు కంపనవిస్తారము,  $x, y, z$  లు మూడుదిక్కులలో ఎలక్ట్రాన్ ల చలనవిస్తారములను తెలియచేయు గురుతులు,  $W$  స్థానజశక్తి,  $E$  మొత్తపుశక్తి.

వర్ణపటమాపనములో శక్తి సోపానములు : ప్రడింగర్ సమీకరణమునుండి లభించు అంగీకార్యమగు ప్రతిఫలమునకు శక్తివిలువలు ఆవశ్యకము. ఈ శక్తివిలువలు వర్ణపటమాపనములో కనిపెట్టబడిన శక్తిసోపానముల క్రమమును తెలియచేయును. ఈ శక్తిసోపానములమధ్య జరుగు సంక్రమణములు అవేక్షితపౌనఃపుణ్యములకు కారణములని తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము చెప్పును. సంక్రమణ సంభవనీయతలను గణించుటకు ఒకపద్ధతిని అది సూచించును. ఈ విధముగ వర్ణపటరేఖల సాపేక్షతీక్షణతలను నిర్ణయించుటకేగాక బోర్ వరణనియమములను సమర్థించుటకును తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము తోడ్పడును. హైడ్రోజన్ వంటి పరమాణువులకు బోర్ సిద్ధాంతములను వర్తింపజేసి సాధించిన ఫలితములను ఈ శాస్త్రము అతిశీర్షముగ స్థిరపరచినది. ఇంతకు ఎక్కువ క్లిష్టమైన పరమాణువులకును ఈ సిద్ధాంతమును తృప్తికరముగ వినియోగించవచ్చును.

తరంగయాంత్రిక శాస్త్ర వినియోగములు : అనేకతరంగములలో తరంగయాంత్రిక శాస్త్రమును వినియోగించవచ్చును. ఆవర్తక్రమమందు కన్నట్లు మూలద్రవ్యముల గుణావృత్తిని వివరించుటలో ఈ సిద్ధాంతము అత్యంతోపయుక్తమైనది. అదిగాక, ద్రవీభవననియమము, వర్ణవిశ్లేషణము, దుర్బలఅయస్కాంత క్షేత్రములందు వర్ణపటరేఖల విశ్లేషమును సూచించు లాండేమాత్రము, కాంప్టన్ ఫలితము, కాంతి విద్యుత్ ఫలము మొదలగు పరమాణుసంఘట



నలకు సుసంగతమును, యుక్తియుక్తమును అగు సమాధానములను తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము ఈయ గలదు. జ్ఞానానంద.

**తలతన్యత :** ప్రకృతి సంఘటనలయందు మనకు గోచరించు బలములన్నిటిని రెండు ప్రధానవర్గములుగా విభజించవచ్చును. అందొకరకపు బలము ద్రవ్యాణువులను కూడదీయునది. దీనికి సంశ్లేషక బలము అనిపేరు. ఇంకొకరకపు బలము ద్రవ్యాణువులను విడదీయునది. దీనికి విశ్లేషకము అనిపేరు. ప్రకృతియందు ఏ సంఘటనలైనను, ఈ విరుద్ధ బలముల పరస్పరసంఘట్టనముగా నిరూపించవచ్చును. ఘనస్థితినిరూపకమైన స్ఫటికావస్థ సంశ్లేషక బలముల పరమావధి. అణువుల అత్యధికచలనస్వాతంత్ర్యమును కనపరచు వాయుస్థితి విశ్లేషకబలములకు పరమోదాహరణము. ఇట్లు ప్రకృతिसంఘటన లన్నిటియందును సంశ్లేషక, విశ్లేషక బలములు సమతౌలనస్థితిలో ఉన్నట్లు నిరూపించవచ్చును. ఆకాశమందు నక్షత్రములు విస్తృతమై ఉండుట ఈ విశ్లేషక బలప్రభావమే. నవీనఖగోళ సిద్ధాంత సూచితమగు విశ్వవ్యాకోచము విశ్లేషకబలములకు ప్రధానరంగస్థలము. అదిగాక, ఆకాశమును వదిలిపెట్టి పరిచితమైన ఉదాహరణకు రావలయుననిన నీటిలో పడవేసిన మైలతుత్తపుస్ఫటికములనుండి దాని అణువులు క్రమముగా విశ్లేషించి నీటియందంతటను కొంతకాలమునకు సమానముగా విస్తరించునను విషయము, ఆ నీరు మైలతుత్తపురంగును స్వీకరించుటయే తెలుపును. మైలతుత్తపు స్ఫటికములందు ఇదివరకు పనిచేయుచున్న సంశ్లేషక, లేదా స్ఫటిక బలములు విశ్లేషణకు కారణమగు ద్రావణబలములకు లొంగినవి. అందుచే స్ఫటికావస్థకు భంగమువాటిల్లి స్ఫటికాణువులు ద్రావణమందులీనమైనవి. ఈ సంఘటనల యందు పరికించవలసిన ముఖ్యాంశము ఏమనిన ప్రకృతియందు అగపడు బలముల కన్నిటికిని ద్రవ్యమే క్రీడారంగము. అనగా, ద్రవ్యముననుసరించియే ఈ బలముల ఆవిష్కరణము జరుగుచున్నది. ద్రవ్యమునకు మూడు అవస్థలని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. ప్రతిఅవస్థకును ప్రత్యేకలక్షణములు ఉన్నవి. ఈ శీర్షికయందు మనము తెలిసికొనబోవునది ద్రవద్రవ్యవిశేషలక్షణము. అది ద్రవతలముయందే కాననగును. సాధారణముగా పాత్రలో పోసిన ద్రవముపైతలము, పరస్పరము కలియలేని రెండు ద్రవముల మధ్యతలము; ఈ చోట్లు ద్రవ ద్రవ్యములందు కాననగు విశిష్టలక్షణములుగల బలమునకు ఆటపట్టు. ఇట్టి బలమునకు 'తలతన్యత' అని శాస్త్రీయ నామము.

కొన్ని సామాన్యోదాహరణముల సహాయమున తలతన్యతాప్రభావము తెలిసికొనినతరువాత దీని స్వభావమును పరికించుటకు ప్రయత్నింతము.

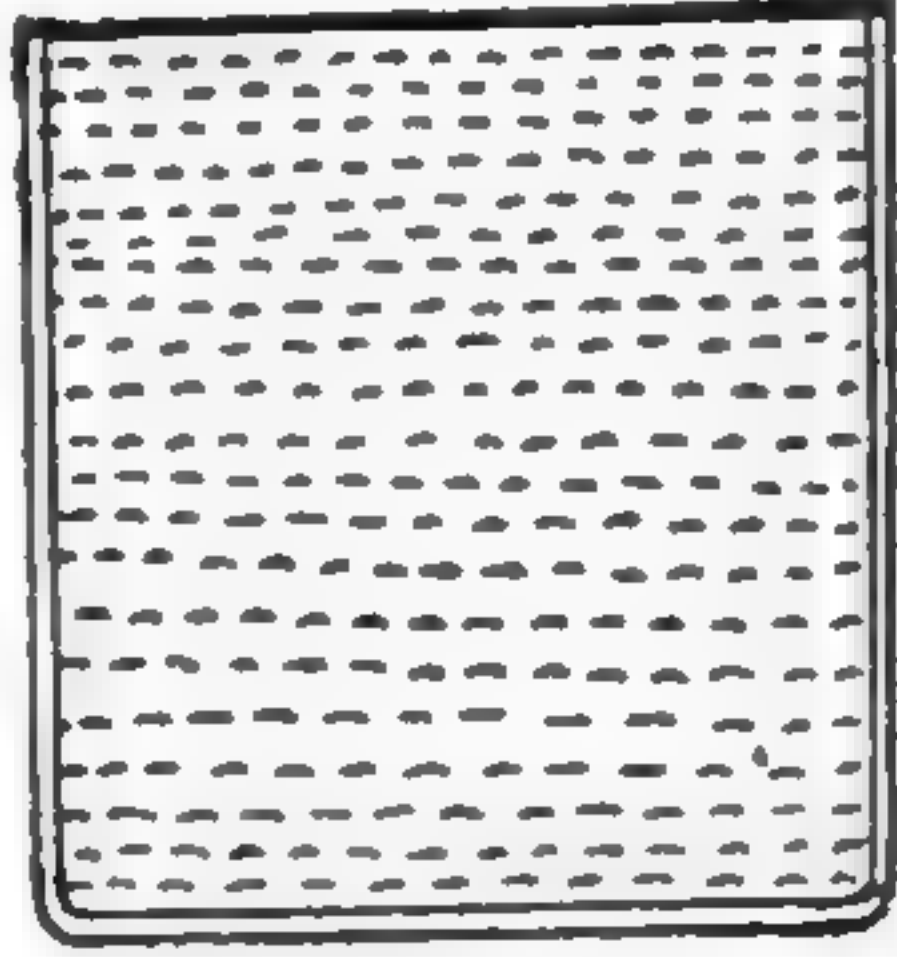
ఒకగాజుపలకపై కొంచెమునీటిని పోసి మరియొకపలకను దానిపై నొక్కిన ఆ నీరు రెండుపలకలమధ్యను వ్యాపించి, ఆ రెండుపలకలను ఒకదానినొకటి అంటుకొను నట్లు చేయును. ఇప్పుడు ఈ పలకలను విడదీయుట చాలకష్ట సాధ్యమైనవని. ఈ పలకలను విడదీయలేకుండా సంధించిన బలము నీటియొక్క తలతన్యతయే. సబ్బునీటితో ఒకగాజు గొట్టపుకొనను ఒకబుడగను ఊది దానిని జాగ్రత్తగా నోటిలోనుంచి తీసినపుడు గొట్టపు పైకన్నమును వ్రేలితో మూసి ఉంచిన ఉరపు తగ్గకుండ అది నిలచియుండును. బుడగ వ్రేలాడుచున్న ఈ గాజుగొట్టమును కొవ్వొత్తి జ్వాలవద్దకు తెచ్చి, ఆ గొట్టపుద్వారమును జ్వాలకు ఎదురుగా పెట్టి, వ్రేలిని తీసివేసిన జ్వాల ఆరిపోవును; బుడగ ముడిగిపోవును. ఈ రెండవదృష్టాంతము తలతన్యతాబల స్వభావమును మనకు తెలియపరచు చున్నది. ఏలన, బుడగను ఊదినపుడు సబ్బునీటిబిందువులోనికి గాలి దూరి ఆ బిందువునందున్న ద్రవ్యమును బుడగగోడలక్రింద వ్యాకోచించునట్లు చేయును. బుడగయందలి గాలిఒత్తిడి బుడగ ముణుచుకుపోకుండా చేయును, లోపలిగాలి బుడగ గోడలో అణువులమీద ఒత్తిడిని నెరపుచున్నటులే బుడగ గోడయందుగల ద్రవాణువులు దగ్గరపడ ప్రయత్నించుచు లోపలనున్నగాలిని పైకి వెళ్ళగొట్టుటకు ప్రయత్నించును. అనగా, ఈ బుడగ గుండ్రని గోడ అత్యద్భుతస్థితిస్థాపక గుణమును కనపర్చును. ఈ స్థితిస్థాపకగుణము బుడగగోడ యందు ద్రవాణువుల తలతన్యతా బలమువలననే కలుగుచున్నది. దీని ప్రభావమున ఒకద్రవరాశి ఎప్పుడును కనిష్టతమతలమును స్వీకరించుటకే ప్రయత్నించుచుండును. ద్రవములు సూక్ష్మపరిమాణములలో బిందు రూపమును చాల్చును. తామరాకుపై నీటిబొట్టు, పాదరసపు బిందువులు, వాన కురియుచున్నపుడు నీటిమట్టముపై బడిన నీటి బిందువులు-వీటి కుదాహరణములు. దీనికి కారణమేమనిన, నియతభారముగల ఒక ద్రవ్యరాశి స్వీకరించగలిగిన ఆకృతులన్నిటియందును గోళాకృతియే కనిష్టపరిమాణముగల తలమును కలిగియుండును. ఈ తలతన్యతాప్రభావము వలన ద్రవోపరితలముననున్న అణువులు ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకొనుచు ఒక రబ్బరుపొరను సాగదీసి ఆ ద్రవతలముపై అతికించిన ఎట్టి ఒత్తిడిని క్రిందనున్న ద్రవాణువులపై కలుగచేయునో, అట్టి ఒత్తిడినే ద్రవతలముపై నున్న అణువులపొర కలుగజేయును. నిజముగా ఇటువంటి పొర



## తాపక్రమమాపనము

ఒకటి ఉన్నట్లు మనము క్రింది ప్రయోగముచే సూచించ వచ్చును.

ఒక గ్లాసు నిండా మీద అంచువరకు నీటినిపోసి జాగ్రత్తగా అందులో గుండుసూదులను జారవిడిచిన నీటిపై తలము కుంభాకారముగ పెరిగి అంచులనుంచి పైకి పొర్లకుండా కొంతవరకు స్థిరముగానుండును. అనగా, ఉబ్బెత్తుగా అంచులపైకి పెరిగిన నీటిమట్టమును అంచుల వెంబడి పైకి పారకుండ చేయగలిగినది, ఈ తలతన్యతాప్రభావమువలన ఏర్పడిన పొరయే.



గుండు సూదులను జారవిడుచుటచే కుంభాకారముగ పెరిగిన నీటిమట్టము,

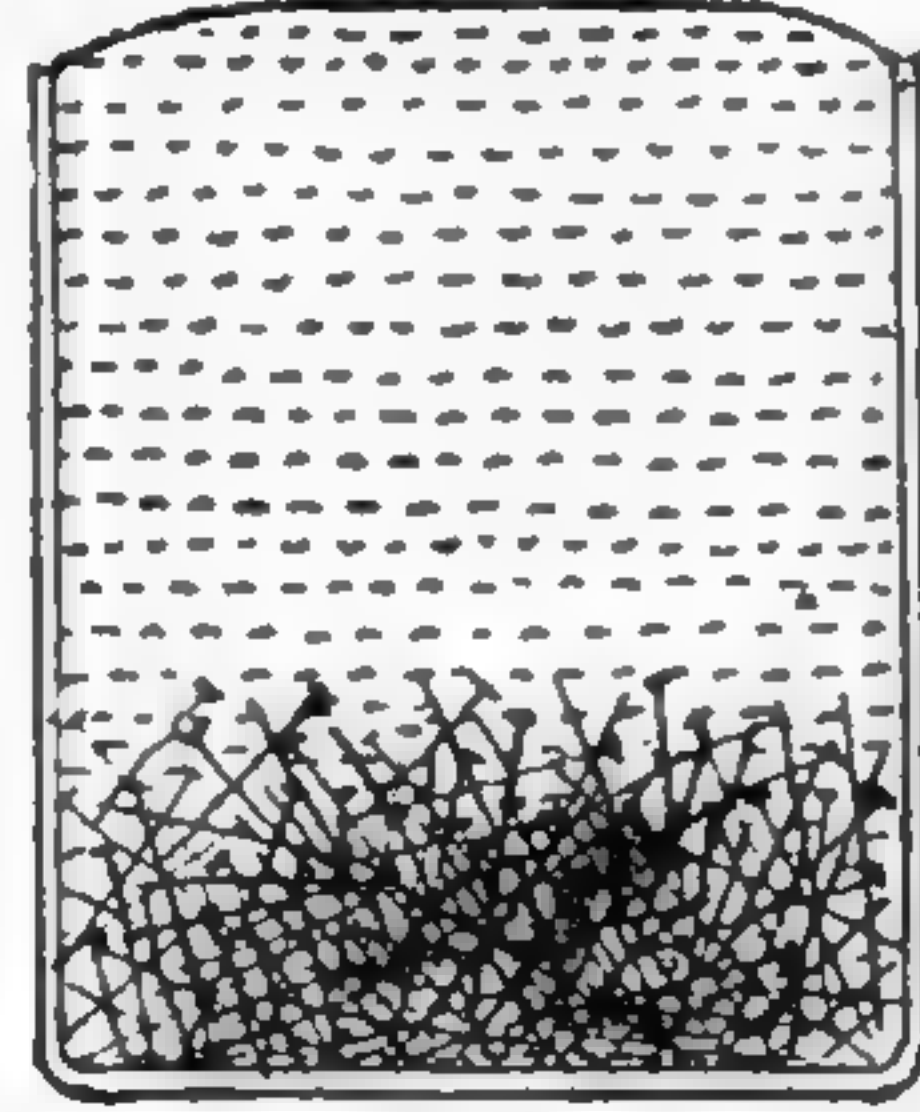
మరియొక చిత్రమైన ప్రయోగము ఈ విషయమును ఇంతకన్న కళ్ళకుకట్టినట్లు విశదపరచగలదు. ఒక గ్లాసులో అంచుమట్టమువరకు నీటిని పోసి, ఆ నీటిపైన కొంచెముగా నూనెరాసిన కుట్టు సూది నొకదానిని ముని వ్రేళ్ళతో జాగ్రత్తగా నుంచిన సూది ఆనీటిపై తేలును. ఈ సూది తేలుటకు కారణము సులభముగా చిదుమ వీలులేని పొరయే.

మే. వ. స.

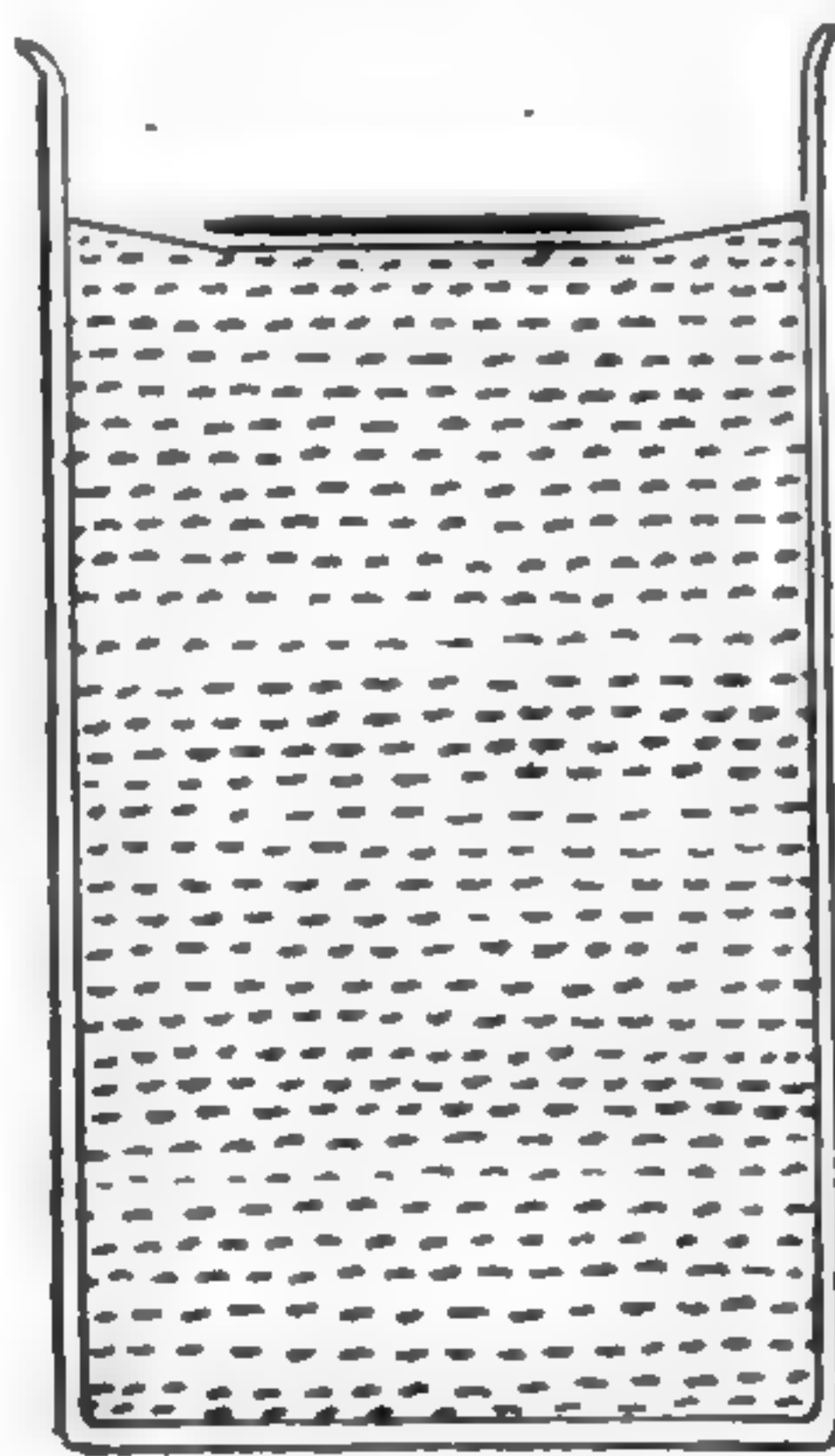
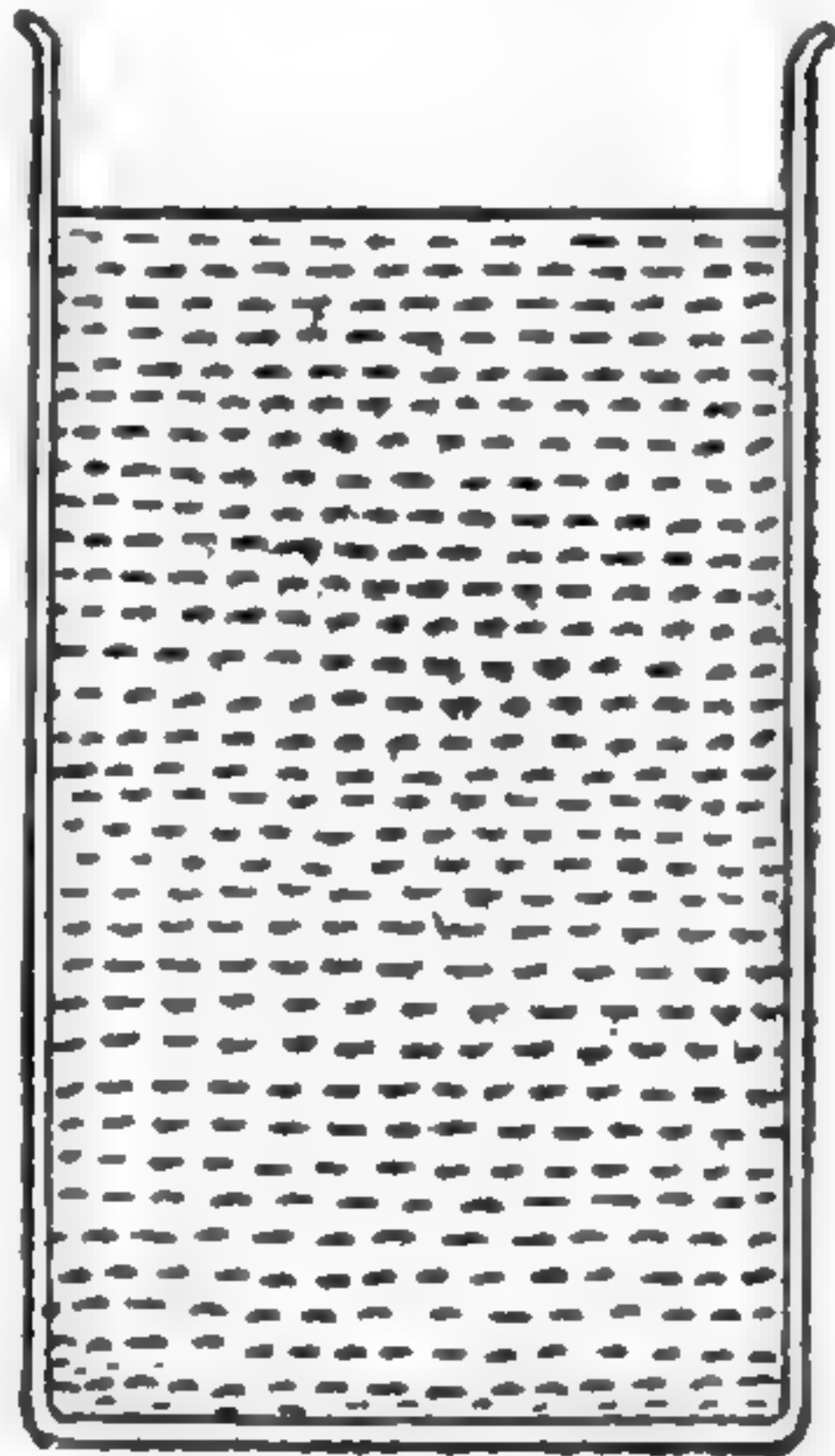
### తాపక్రమమాపనము:

ఒక వస్తువు వేడిగానున్నదో, చల్లగానున్నదో దానిని చేతితోతాకి మనము చెప్పగలము. మిక్కిలి వేడిగానున్న వస్తువును చేతితో తాకకుండగనే చెప్పగలము. కాని, కొన్ని పరిస్థితులలో మన స్పర్శజ్ఞానము మనలను మోసపుచ్చును. ఉదాహరణమునకు వేడినీళ్ళలో ముంచిన చేతికి నులివెచ్చని నీళ్ళు చల్లగా తగులును. చలి నీటిలో ముంచిన చేతికి ఆనీళ్ళే వెచ్చగా తగులును. శీతకాలములో మనము బయటకుపోయి చలిపొచ్చుగానున్న రోజులలో ఒక రాతి ముక్కను చేతితో తాకితిమేని అది మనచేతికి చల్లగా తగులును. వెంటనే ఒక ఉక్కు ముక్కను తాకితిమేని అదిచేతికి మరింత చల్లగా తగులును. మనచేతినుండి ఉష్ణత మనము తాకిన వస్తువులోనికి పోయినపుడు చల్లదనమును, వస్తువునుండి ఉష్ణత మనచేతిలోనికి

వచ్చినపుడు వేచ్చదనమును మనము అనుభవించుచుండుము. అందుచే, మన తాకుడువలన మనము చెప్పగలిగినది మనకన్న మనము తాకిన వస్తువు చల్లగానున్నదో, వేడిగానున్నదో యను విషయము మాత్రమే. మన స్పర్శజ్ఞానము వేడియొక్క తరతమస్థితిని మనకు నిరూపించగలదే గాని వేడిని కొలుచుటకు పనికిరాదు. ఒక వస్తువు నింత ఎక్కువ వేడిగానున్నదో, ఎంత తక్కువ వేడిగానున్నదో నిశ్చయించుటకు మనకొక ప్రమాణ తాపక్రమమును, ఆ ప్రమాణ మానములో తాపక్రమ



వ్యత్యాసములను నిరూపించు పరికరమును కావలెను. ఈ పరికరమునకు తాపక్రమమాపకము అని పేరు.



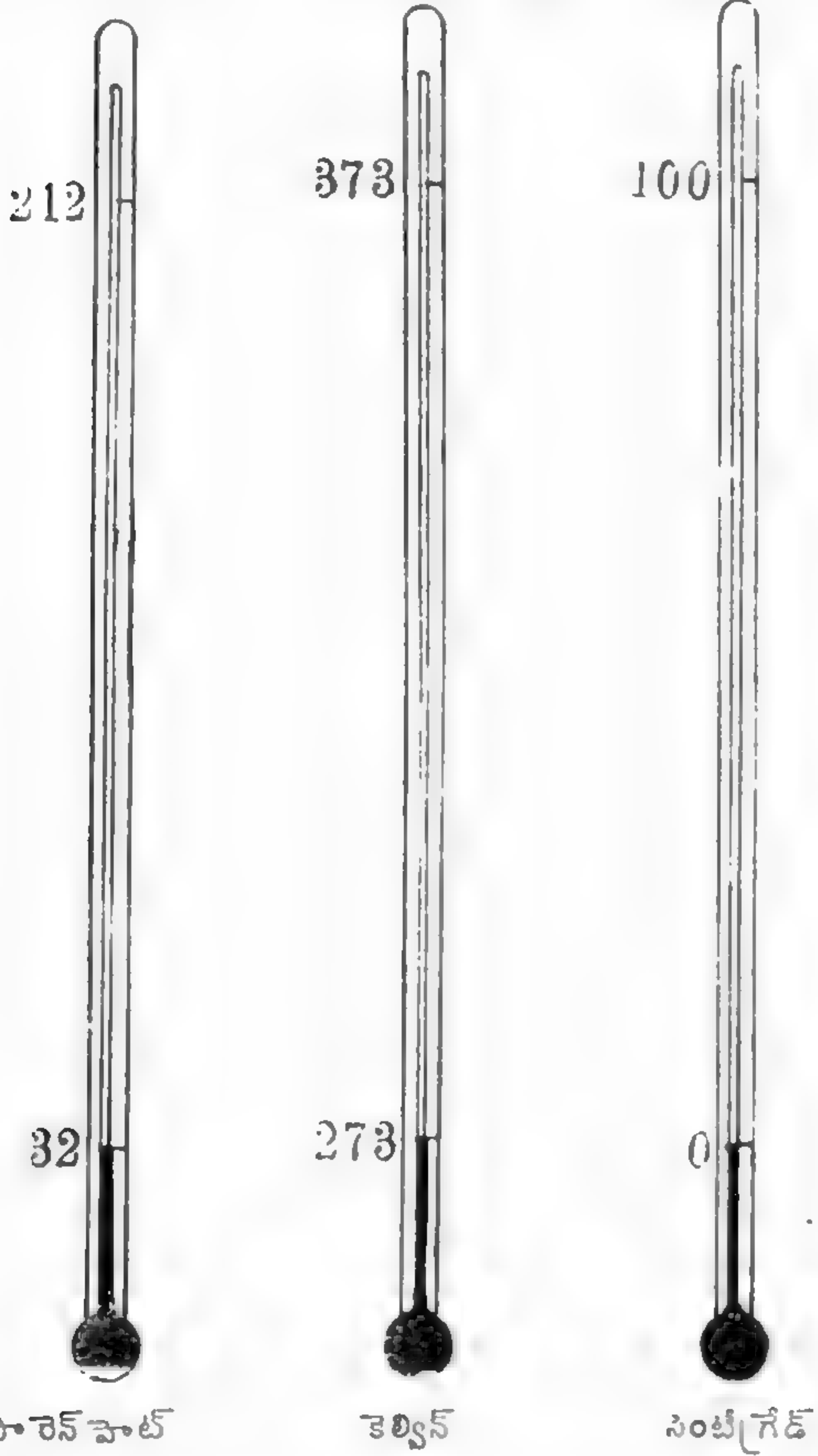
నీటిపై తేలిన సూది

ఒక్క ద్రవ్యరాశితప్ప వస్తువులగుణములన్నియును తాపముచే మారును. అట్టి మారుచున్న గుణము ఏదీ యైనను, తాపక్రమమును కొలుచుటకు పనికివచ్చును. మనకు కార్యకారిగా ఉండవలయుననిన ఆ మార్పుయొక్క విస్తారము తాపక్రమపు విస్తారముతో నిశ్చిత సంబంధము కలిగి ఉండవలెను. తాపక్రమమందు కలిగిన సమవ్యత్యాసము

లకు సమవ్యత్యాసములను సూచించు వస్తుగుణము తాపక్రమమును కొలుచుటకు చాలా ఉపయోగించును. ఇట్టిది తాపప్రభావమున కలుగు ద్రవ్యముల వ్యాకోచగుణము. ద్రవద్రవ్యముల వ్యాకోచము పొచ్చుగా నుండును కనుక, ద్రవమాపకములే మొట్టమొదట వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఇందు మొదటిది ఆల్కహాల్ ద్రవమాపకము, తరువాత పాదరసము ప్రయోగార్హమైన ద్రవ్యముగా తీసికొనబడినది. పాదరసమాపకమును వేడిచేసినపుడు, అందుండు పాదరసము దానికి ఆధారమగు కాచగోళముకన్న పొచ్చుగా వ్యాకోచించును. తాపక్రమమాపనము తారతమ్యజ్ఞానము మీద ఆధారపడియుండును గనుక, ఒక వస్తువుయొక్క తాప



క్రమమును కనుగొనినపుడు మనము ఒక ప్రమాణతాప క్రమమునుండి బయలుదేరవలెను. ఈ బయలుదేరుటకు ఉపయోగించు తాపక్రమము పరిసరప్రభావమున మారు తాపక్రమముగా ఉండకూడదు. అందుచే, పరిసర ప్రభావ నిరపేక్షముగ స్థిరతాపక్రమములో నుండు ఏ వస్తువు తాప క్రమమైనను మనము ప్రమాణముగ తీసికొనవలెను. మంచు, ఉప్పు మిశ్రముయొక్క తాపక్రమము క్రింది ప్రమాణ తాపక్రమముగా 'ఫారెన్ హైట్' స్వీకరించెను. కొంచెము భిన్నముగ 'సెల్సియస్' అను నాతడు కరుగు



చున్న మంచుగడ్డల తాపక్రమమును ఆధారతాపక్రమముగా తీసికొనెను. ఈ తాపక్రమమును అంశలలో వ్యక్తపరుపవలె ననిన హెచ్చు వేడిలోనున్న మరియొక ఆధారతాపక్రమ మును తీసికొనవలెను. మరుగుచున్న శుద్ధజలపు తాపక్రమ మును ఊర్ధ్వతాపక్రమ ప్రమాణముగ సెల్సియస్, ఫారెన్ హైట్ ఇద్దరును తీసికొనిరి. ఫారెన్ హైట్ మంచు - ఉప్పు మిశ్రముయొక్క తాపక్రమమును శూన్యముతో అంకిత మొనర్చెను. కరుగుచున్న మంచు తాపక్రమమును సెల్సి యస్ శూన్యముతో అంకితమొనర్చెను. దానికిని, నీరు

మరుగు తాపక్రమమునకును మధ్యనున్న విరామమును 100 డిగ్రీలుగ సెల్సియస్ భాగించెను. ఈ విరామమునే 'ఫారెన్ హైట్' 180 డిగ్రీలుగ భాగించెను. రాయ్ మర్ ఈ విరామమును 80 డిగ్రీలుగ విభజించెను.

పై నిచెప్పిన ప్రమాణతాపక్రమములనేగాక మిక్కిలి తక్కువతాపక్రమములను కొలుచుటకు ఆక్సిజన్ ద్రవీభవ నాంకమును, అధిక తాపక్రమమును కొలుచుటకు ప్లాటినమ్ ద్రవీభవనాంకమును వాడుకలోనున్నవి. పై నిచెప్పిన మూడురకముల పాదరసమాపకములలో సెల్సియస్, ఫారెన్ హైట్ మానములు మిక్కిలివాడుకలో నున్నవి. మొదటిది భౌతిక శాస్త్రపరిశోధనలయందు, రెండవది వైద్య శాస్త్రమందు వాడబడుచున్నవి.

కరుగుచున్న మంచుతాపక్రమమునకును, మరుగుచున్న నీటితాపక్రమమునకును, మధ్య విరామము సెల్సియస్ చే 100 క్రిందను, ఫారెన్ హైట్ చే 180 క్రిందను విభజింపబడు టచే ఒక ఫారెన్ హైట్ డిగ్రీ 5 సెల్సియస్ డిగ్రీకి సమా నము. ఫారెన్ హైట్ మానము, సెంటీగ్రేడ్ మానము కన్న క్లిష్టతరమైనది. 100 డిగ్రీలుగల సెంటీగ్రేడ్ విరా మము 180 క్రింద విభజించబడుటయే గాక హిమాం కము 32 క్రింద పరిగణించబడుచున్నది. ఫారెన్ హైట్ మానము బ్రిటిష్ ప్రభుత్వ ప్రాబల్యమున్న దేశముల యందే ఉపయోగపడుచున్నది. తక్కినచోట్లనెల్ల సెంటీ గ్రేడ్ మానమే వాడుకలో నున్నది. ఈ రెండుమాన ములకు గల సంబంధము క్రింది సమీకరణముచే సంగ్ర హించవచ్చును :

$$\frac{C - 0}{F - 32} = \frac{100 - 0}{212 - 32}$$

దీనినుంచి సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీ ఫారెన్ హైట్ మానములో కాని, లేదా అటునుండి ఇటుగాని క్రింది సమీకరణము లచే చూపవచ్చును :

$$C = \frac{5}{9}(F - 32); \quad F = \frac{9}{5}(C + 32)$$

తాపక్రమమానమునకు సంబంధించిన ఇతరవివరములకు చూ. పరమతాపక్రమమానము. మే. ప. న.

**తాపక్రమమితి :** ఒకనియత వాయురాశి యొక్క ఆయతనమును స్థిరముగానుంచి, మంచుకరగు తాప క్రమమునుండి, దాని తాపక్రమమును క్రమముగా హెచ్చు చేసినచో దానిప్రేషముకూడ క్రమముగా అధికమగు చుండును.



## తాపక్రమమితి

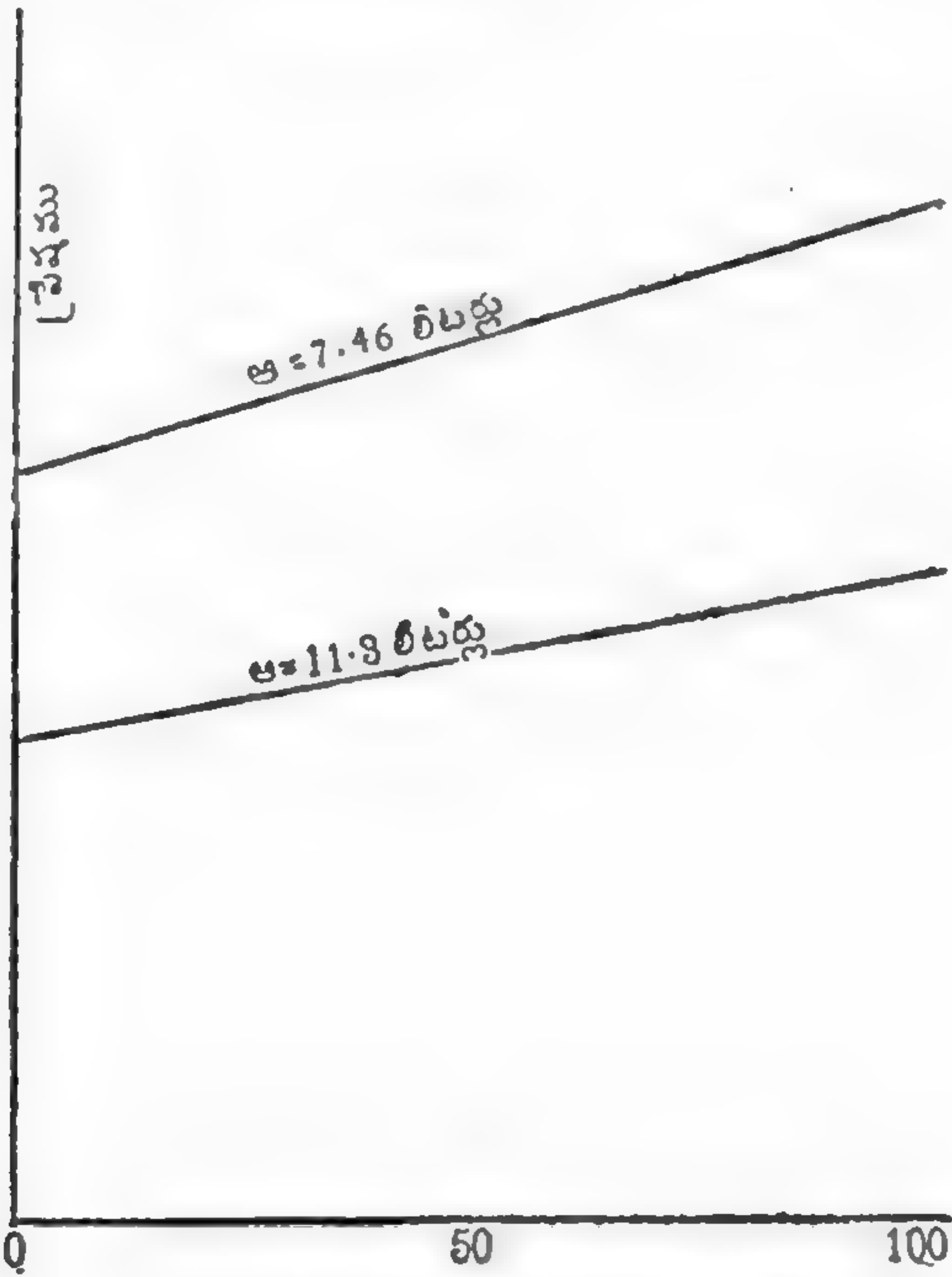
ఒక ప్రయోగములో ఒక వాయురాశిని 11.2 లీటర్ల స్థిరాయతనములో బంధించి, దానిని వేడిచేసిన లబ్ధమైన ప్రేషమూల్యములు :

| తాపక్రమము<br>(సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీలలో) | వాయుప్రేషము<br>(వాతావరణములలో) |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 0                                    | 2                             |
| 50                                   | 2.37                          |
| 100                                  | 2.74                          |

ఆ వాయురాశిని 7.48 లీటర్ల స్థిరాయతనములో నుంచి వేడిచేసిన లబ్ధమైన ప్రేషమూల్యములు :

| తాపక్రమము<br>(సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీలలో) | వాయుప్రేషము<br>(వాతావరణములలో) |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 0                                    | 3                             |
| 50                                   | 3.555                         |
| 100                                  | 4.11                          |

ఈ పట్టికలలోని ఫలములను గ్రాఫ్ రూపమున లిఖించిన ఈ క్రింది రేఖాచిత్రము లభించును :

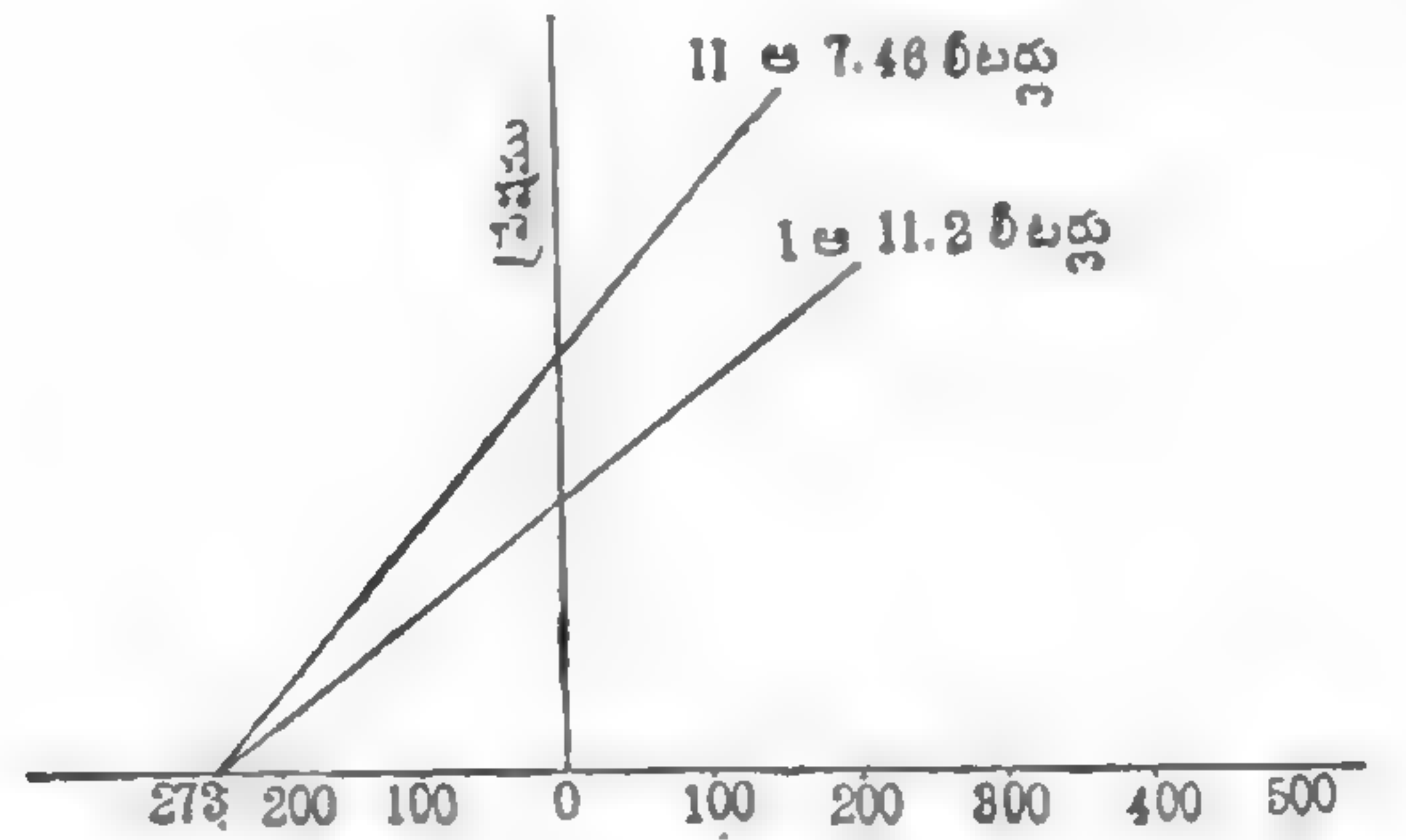


తాపక్రమము (సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీలలో)

ఈ రేఖాచిత్రములో నున్న రేఖలు 1, 2 పట్టికలలోని ఫలముల బట్టి క్రమముగా లిఖించబడినవి. ఈ రేఖలు ఋజురేఖలు. అందువలన వాయుప్రేషము దాని తాపక్రమముతో ఋజుక్రమమున వృద్ధిచెందునను విషయము విశదమగును. ఈ రెండు పట్టికలలోని ఫల

ములనుండి రెండు ప్రయోగములలోను, ఒక డిగ్రీ తాపక్రమాతిశయమునకు ప్రేషమందు సంభవించు పెచ్చును లెక్కగట్టినచో  $0.0074$  లేదా  $0.0111$  వాతావరణ, అని రెండు భిన్నఫలములు సిద్ధించును. కాని, ఈ పెచ్చులు వాటికి సంబంధించిన తొలిప్రేషములలో ఎన్నవ వంతు అని లెక్కకట్టినపుడు,  $0.0074/2 = 0.0037$ , లేదా  $0.0111/3 = 0.0037$ . అని రెండు ప్రయోగములకును ఒకే గుణకము,  $0.0037$  అనునది లభించును. దశమాంకములలో నున్న ఈ అంకెను భిన్నాంకములోనికి మార్చిన  $\frac{1}{273}$  అగును. అనగా, స్థిరాయతనములోనున్న ఒక నియత వాయుద్రవ్యరాశియొక్క ప్రేషము, సెంటీగ్రేడ్ శూన్య తాపక్రమము వద్ద నున్నపుడు దాని ప్రేషములో  $\frac{1}{273}$  భాగము చొప్పున ప్రతి సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీ తాపక్రమాతిశయమునకును హెచ్చుచుండును.

తాపక్రమము హెచ్చుచేసిన ప్రేషము ఎట్లు హెచ్చునో తాపక్రమమును తగ్గించినపుడు ప్రేషము ఆ వరుసనే తగ్గును. అనగా, ప్రతి డిగ్రీ సెంటీగ్రేడ్ తగ్గింపునకును సెంటీగ్రేడ్ శూన్యతాపక్రమమువద్ద ఆ వాయువుకున్న ప్రేషములో  $\frac{1}{273}$  వ భాగము తగ్గుచుండును. అందువలన, సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునుండి  $273$  డిగ్రీలు క్రిందికి తాపక్రమమును తగ్గించినచో వాయువుయొక్క ప్రేషము  $\frac{273}{273} = 1$ . అనగా, ఒకటికి ఒకటి తగ్గిపోవును. ఇంకొక విధమున చెప్పవలెననిన వాయువుయొక్క ప్రేషము శూన్యమగును. ఎంత ప్రేషముతో ప్రారంభించినను, సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునుండి క్రిందికి తాపక్రమమును తగ్గించుచు పోయినచో, శూన్యమునుండి  $273$  డిగ్రీలు వెనుకకు వెళ్లునరికి



తాపక్రమము (సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీలలో)

ప్రేషము శూన్యమూల్యమును స్వీకరించునని పై రేఖాచిత్రము చూపించుచున్నది :

చిత్రములోని ఋజురేఖలలో ఏదియైనను ఒక స్థిరాయతనములో నుంచిన వాయువుయొక్క ప్రేషము తాపక్రమ



ముతో ఎట్లు మారునో తెలియచేయును. ఇట్టి రేఖలకు సమాయతనరేఖలు అని పేరు. చిత్రములోని రెండు రేఖలును సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునకు ఎడమవైపున ఉన్న -273 డిగ్రీని తెలుపు ఒకే బిందువువద్ద కలుసుకొన్నవి ఈ రెండు రేఖలే కాదు; ఇట్టి సమాయతనరేఖలను ఎన్నిటిని లిఖించినను, వాటిని వెనుకకు పొడిగించిన, అవి యన్నియు -273 అను బిందువునే చేరుకొనును. ఈ ప్రయోగ నిర్దిష్టఫలమును మనసులో నుంచుకొని, -273 అను బిందువును, వాయువుయొక్క సమాయతనరేఖ లన్నిటికిని సామాన్యాభిసరణ బిందువుగా పరిగణించ వచ్చును.

వాయువుయొక్కప్రేషము -273 వద్ద శూన్యమగును. కనుక, ప్రేషసూచనమే ఆధారముగా గల వాయుతాప క్రమమాపకము -273 కన్న దిగువతాపక్రమమును సూచించలేదు. అనగా, సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునకు 273 డిగ్రీలకన్న తక్కువగానుండు తాపక్రమము ప్రాయోగిక ముగా పొందుటకు వీలుపడదు. ఈ తాపక్రమమును మానవు నిచే శోధనాగారమందు కల్పించవీలగు శూన్యతాపక్రమము నకు అవధిగా పరిగణించవచ్చును. సెంటీగ్రేడ్ శూన్యము నకు 273 డిగ్రీలు క్రిందనున్న ఈ తాపక్రమమునకు పరమ శూన్యమని వ్యవహారము. తాపక్రమమానమును, ఈ పరమ శూన్యమునుండి లెక్కించిన పరమతాపక్రమమానము సిద్ధించును; దీనికి T అని గురుతు. సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీలకు 273 కలిపిన పరమ తాపక్రమము లభించుననువిషయము,  $T = t^{\circ}\text{C} + 273$  అను సమీకరణము తెలియచేయును. అనగా, సెంటీగ్రేడ్ మానాపేక్షయా పరమమానము 273 డిగ్రీలు అధికముగా నుండును. లేదా సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునుండి దిగువకు లెక్కించిన పరమశూన్యము -273 డిగ్రీలు అగును. ఈ మానమును లార్డ్ కెల్విన్ శక్తిశాస్త్రపద్ధతిని సాధించుటచే దీనికి 'కెల్విన్ మానము' అని పేరు వచ్చినది. దీనికి గురుతు K. మానపుడు -273 డిగ్రీలకన్న తక్కువ తాపక్రమమును సాధించలేదన్న ఉక్తి, శక్తిశాస్త్రతృప్తియ నియమముగా స్వీకరింపబడినది (చూ. శక్తిశాస్త్రము).

ఈ పైచర్యలో ఒక వస్తువుయొక్క తాపక్రమము నకు -273°C లేదా 0°T లేదా K అను నిమ్నావధి ఉన్నట్లు నిరూపించబడినది. తాపక్రమపు ఉచ్చావధి కూడ ఉన్నదా అను ప్రశ్న సహజముగా ఎవనికైనను తట్ట వచ్చును. ఈ ప్రశ్నకు సమాధానమును కనుగొనుటకు ప్రయత్నింతము.

గతిశాస్త్రానుసారముగా ఒక వస్తువుయొక్క గతిశక్తి  $\frac{1}{2} mu^2$  అగును. ఇచ్చట  $m =$  వస్తువుయొక్క ద్రవ్యరాశి

$u =$  దాని గతివేగము, చలదణుసిద్ధాంతము వాయు ద్రవ్యముల విషయమై ప్రతిపాదించిన సమీకరణము:  $pv = \frac{1}{3} nm u^2$  (ఒక అణుభారమునకు).....(1)

ఇచ్చట  $p =$  వాయువు యొక్క ప్రేషము,  $v =$  వాయువు యొక్క ఆయతనము,  $n =$  వాయువు యొక్క అణుసంఖ్య,  $u =$  వాయుకణవేగము.

దీనిని  $pv = RT$  అను ప్రాయోగికవాయు సమీకరణ ముచే సమన్వయించిన  $RT = \frac{1}{3} nm u^2$ .....(2)

అని సిద్ధించును. ఈ సమీకరణమునుండి T ని సాధించిన,  $T = \frac{1}{3R} nm u^2$ .....(3) అని లభించును.

సాపేక్షతా సిద్ధాంతప్రకారము ఒక వస్తువు స్వీకరించ గల వేగము ఎప్పుడును వెలుతురు కాంతి దాటి యుండదు. అనగా, ఏదేని వస్తువు తీసికొనగలిగిన వేగము యొక్క గరిష్ఠమూల్యము కాంతివేగముతో సమానముగా ఉండును.

3 వ సమీకరణములో నున్న కణముయొక్క వేగము కాంతి వేగమునకు సమమైనపుడు కణము యొక్క శక్తి గరిష్ఠమూల్యమును స్వీకరించును. ఆ శక్తినుండి సాధించిన తాపక్రమము ఒక వస్తువు తీసికొనగలిగిన గరిష్ఠ తాపక్రమము కావలయును.

$$T = \frac{1}{3R} nmc^2 \text{.....(4)}$$

ఈ నాలుగవ సమీకరణమును హైడ్రోజన్ వాయువు యొక్క అణుభారమునకు పట్టించినపుడు :

$$nm = M \text{ (అణుభారము)} = 2 \text{ అగును.}$$

$$\therefore T = \frac{1}{3R} \times 2 c^2 \text{.....(5)}$$

ఇదివరకు పరిచితమైయున్న R యొక్క మూల్యము ( $R = 4.182 \times 10^7$  అర్గ్లు)ను C యొక్క మూల్యము ( $C = 3 \times 10^{10}$  సె.మీ)ను ఈ 5వ సమీకరణములో జొన్పిన

$$T = \frac{2 \times (3 \times 10^{10})^2}{3 \times 4.182 \times 10^7} = \frac{2 \times 3 \times 10^{20}}{4.182 \times 10^7} = \frac{2 \times 3 \times 10^{13}}{4.182}$$

$$= 1.434 \times 10^{13} \text{ డిగ్రీలు (పరమమానములో)}$$

$$= \text{ఇంచుమించు } 15 \text{ లక్షలకోట్ల డిగ్రీల తాపక్రమము.}$$

ఈ విశ్వమందు, దీనికిమించిన తాపక్రమముండుటకు వీలు లేదు. ఈ అంకె తాపక్రమముయొక్క ఊర్ధ్వావధిని తెలియ చేయును. (చూ. పరమతాపక్రమమానము) మే. వ. న.

తాపక్రమము: (ఔంపరేచర్) వేడిమి మన త్వగింద్రియ ముచే తెలిసికొనబడు వస్తుగుణము. ఒకవస్తువునందున్న వేడి



## తాపరాసాయనిక శాస్త్రము

ఎక్కువ తక్కువలు తెలిసికొనుటకు మన త్వగింద్రియము స్థూలముగా సమర్థమైనను, ఒకప్పుడు మనకది అందిచ్చు వార్తయథార్థము గాకుండును. అందువలన తాకుడు అపేక్ష లేని కంటిచే గ్రహించబడు సంఘటనలను ఉపయోగించి తాప శీఘ్రతను కొలచుసాధనములు తాపక్రమమాపనములు అను పేర నిర్మితములైనవి (చూ. తాపక్రమమాపనము పు. 372).

కాని, తాపశీఘ్రత అన ఏది అను ప్రశ్నకు సమాధాన మిచ్చుట సులభముకాదు. తాపము వస్తుగుణమని ఒప్పు కొనకతీరదు. వస్తువులు ద్రవ్యమయములు; ద్రవ్యములు అణుఘటితములు. అందుచే, వస్తుగుణమేదియైనను కొనకు అణుగుణసముదాయమే కావలెను. ఈ విచారమువలన తేలిక విషయమేమన, ఏదో ఒకవిధమున అణువులకును, తాపమునకును సంబంధము కల్పించవలెను. ఈ సంబంధ కల్పన చలదణు సిద్ధాంతముచే చేయబడినది. తాపగుణ వాహకముగా వాయుద్రవ్యము నొక దానిని తీసి కొందము. చలదణు సిద్ధాంతరీత్యా ద్రవ్యమంతయు నిరంతర చలనముగల అణువుల సముదాయము వాయు స్థితిలో ఈ చలనము నిరాఘాటముగా జరుగును. అట్టి వాయురాశి ఒకదానిని ఒకపాత్రలో బంధించిన, పాత్ర గోడలపై చలనస్వభావముగల వాయుఅణువులు ఆఘాత పరంపరను శరవేగముగా పంపుచుండును. ఈ ఆఘాత ముల మొత్తపు ఫలమే బంధితమైన వాయుపుయొక్క ప్రేషము. ఆఘాతము అణుచలనఫలము. చలనకారణ మున అణువునకు శక్తియుండును. ఈ శక్త్యవతారమే పాత్ర గోడలపై ఆఘాత ప్రేషముగా పరిణమించు చున్నది. ఈ పాత్రను కొంచెము వేడిచేసి దాని తాప క్రమము ఎక్కువ చేసిన ప్రేషము ఎక్కువగుననునది ప్రయోగదృష్టఫలము. ప్రేషము ఎక్కువ యగుటకు రెండు కారణములను ఊహించవచ్చును. ఆఘాతముల యొక్క సంఖ్య ఎక్కువై ఉండవచ్చును. ప్రతి ఆఘాతపు శక్తికూడ ఎక్కువై ఉండవచ్చును. ఆఘాతసంఖ్య అణుసంఖ్యను, అణువుల వేగమునుపట్టి ఉండును. పాత్రలో బంధితమైయున్న వాయువులో అణుసంఖ్య మారుటకు వీలులేదు. అందుచేత అణువేగము అధికమై నది. దాని అణుగతి భారము, దానివలన అణుశక్తి హెచ్చుకావలెను. ఈ హెచ్చగుట వేడియొక్క ఫలము. దీనివలన, అణుచలనశక్తికి, తాపక్రమమునకు అన్యోన్య సంబంధము ఉన్నదనుట నిర్వివాదము. అణుచలనశక్తి తాపక్రమము హెచ్చిన హెచ్చును; తగ్గిన తగ్గును. ఇట్లు తాపక్రమమునకు, అణుచలనశక్తికి అద్వితీయమైన సంబంధము వెల్లడియైనది. చలనమను ఒకద్రవ్య యాంత్రిక

గుణము తాపమను ఒక శారీరకసంవేదనను ఎట్లు కలుగజేయుచున్నదను విషయము నేటికిని అవిజ్ఞాతమే. ఐనను, శాస్త్రాభ్యాసకుడు తాపక్రమము ఎట్లు అణుచలన శక్తిపై ఆధారపడియున్నదో విశదీకరించలేక, తాపక్రమమునకు, అణుచలన శక్తికిని తాదాత్మ్య సంబంధము ఊహించుటచే తృప్తిపొంద వలసివచ్చెను. అనగా, అణుచలన సిద్ధాంత దృష్టిలో అణుచలనశక్తి తాపక్రమము నకు, తాపక్రమము అణుచలన శక్తికి మానములు. ఇచట గుర్తించవలసిన ముఖ్య విషయము ఒకటి కలదు. వాయు ద్రవ్య ప్రేషము ఆవాయు అణువుల, ఆఘాతముల సాము దాయికఫలము ఎట్లగుచున్నదో, అటులనే ద్రవ్యతాప క్రమము ఆ ద్రవ్యాణువుల చలనశక్తి వలన ఉదయించిన సాముదాయిక ఫలము. అందువలన, ఒకే ఒక అణువునకు ప్రేషము ఆరోపించుట ఎంత అసందర్భమో, దానికి తాప క్రమము ఆరోపించుట కూడ అంతే అనర్థకము. మే.వ.న.

**తాపరాసాయనిక శాస్త్రము :** రాసాయనిక క్రియలను అనుసరించు ఉష్ణతా పరివర్తనములను వివరించునది తాప రాసాయనిక శాస్త్రము. మానవాభ్యుదయమునకు మూలాధారమైన వివిధ రాసాయనిక ద్రవ్యోత్పత్తికి, దానిని సాధించు యంత్రముల నిర్మాణమునకు శక్తి, ద్రవ్యాదులశాస్త్ర జ్ఞానము అత్యంతావశ్యకము. కర్ర మండుట, ప్రేలుడు వస్తువులు ప్రేలుట. పరమాణుకేంద్రక విచ్ఛేదనము, ఆటంబాబు నిర్మాణము, భూనభోంతరాళములలోను, నక్షత్రగర్భములలోను నిరంతరము జరుగు అయనీకరణము, ధాతుసాధన, ఉచ్చాసనిశ్వాసాది జీవాధార ప్రక్రియలు, మున్నగువాటిని సమగ్రముగా తెలిసి కొనుటకు తాపరాసాయనిక శాస్త్రము అత్యవసరము. సుమారు 19 వ శతాబ్దారంభము నుండియు పలువురు విజ్ఞానులు రాసాయనిక ప్రక్రియల ఫలితముగా కలిగెడు ఉష్ణతలో హెచ్చుతగ్గులను గురించి పరిశోధనలు సల్పిరి. 1840 లో హెస్, జూలియస్ తామ్సన్, మార్సెలస్, బెర్నోలే అను శాస్త్రజ్ఞులు కూలంకషమైన ప్రయోగ పూర్వక పరిశోధనలసల్పి, సాధారణ ధర్మముల వెలిబరచి, నియమముల అన్వేషించి, ఈ శాస్త్ర స్థాపనలో ముఖ్యులని పేరు గాంచిరి.

సిద్ధాంతభాగములో జె. గిబ్స్, విల్లర్డ్, క్లార్క్ మాక్స్ వెల్, ఫాస్ట్ హాఫ్, మాక్స్ స్లాంక్, ఆల్బర్ట్ ఐన్ స్టయిన్, వాల్టర్ నెర్న్స్ట్ (1889 - 1941), జి. ఎన్. లూయీ అనువారలు ముఖ్యులు. రాసాయనికమైత్రి, దానికి ప్రమాణమైన ఉపయోజ్యశక్తి రాసాయనిక ద్రవ్యాంతరస్థమైన నిగూఢశక్తి అను భావములను విశదీకరించి,



వీటికిని, తాపశక్తికినిగల పరస్పరసంబంధమును నిర్ణయించి, నూతన నియమముల స్పష్టికరించి శాస్త్రమును పూర్తియైన పరిపక్వస్థితికి తెచ్చినవారు వీరే.

సాధారణముగా రాసాయనిక క్రియ జరిగినపుడెల్ల తాపవికారములను-అనగా తాపము ప్రక్రియనుండి పైకి ఉద్గమించుటను లేదా పరిసరములనుండి తాపమును ప్రక్రియ గ్రహించుటను గుర్తించవచ్చును. జింకు ముక్క నొకదానిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో వేసినపుడు బుసబుస పొంగుచు హైడ్రోజన్ వాయువు వెడలుటయు, క్రమముగా జింకు హరించి జింకు సల్ఫేట్ ద్రావణము ఏర్పడుటయు జరుగును. ఇంతేకాక తగుశ్రద్ధతో పరిశీలించినచో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వేడెక్కుటనుకూడ గుర్తించవచ్చును. అనగా ఈ రాసాయనిక క్రియాఫలితముగ ఉష్ణత బహిర్గతమైనది.

రాసాయనిక ప్రక్రియల ఫలితముగా బహిర్గతమగు, లేదా విలీనమగు వేడియొక్క పరిమాణము, క్రింది పరి

$$\text{ఉష్ణతాపరిమాణము} = \text{ద్రవభారము} \times \text{ద్రవవిశిష్టోష్ణత} \times \text{తాపక్రమభేదము.}$$

స్థితులపట్టి యుండును : 1. రాసాయనిక క్రియాస్వభావము, 2. పరిసరతాపక్రమము, గాలిఒత్తిడి, ద్రవ్యములవైద్యుతస్థితి, వికిరణమువంటి బాహ్యపరిస్థితులు ; 3. ద్రవ్యముల భౌతికస్థితి, 4. ద్రవ్యముల పరిమాణములు - వీటిలో తుది మూడు రకముల పరిస్థితులలో మార్పులేనపుడు రాసాయనిక ప్రక్రియయొక్క ఉష్ణతాపరిమాణము స్థిరముగా నుండును.

ఇది ఈ శాస్త్రమునకు అంతకును ప్రథమ ముఖ్య సిద్ధాంతము. దీనినే రాసాయనిక క్రియాస్థిరోష్ణతా సిద్ధాంతము అందురు. ప్రస్తుత విచారణలో వికారమునొందు ద్రవ్యములపై విద్యుత్ ప్రయోగ, వికిరణ ఫలితములు చర్చనీయాంశములు కావు. తాపక్రమము ప్రేషఫలితములు రాసాయనిక క్రియాపరిస్థితులబట్టి తేటతెల్లముగా నుండునపుడు తప్ప, వికారమును పొందు ద్రవ్యముల భౌతికస్థితియు, వాటి భారపరిమాణములను వివరించుట అత్యావశ్యకము. సాధారణముగా ఉష్ణతాఫలితమును వికారమునొందు ద్రవ్యముల యొక్కగాని, ఉత్పత్తియైన ద్రవ్యములయొక్కగాని, ఒకగ్రాము తుల్యభారమునకు లేదా ఒకగ్రాము అణుభారమునకు అన్వయింపజేయుట ఆచారము. ఈ ఉష్ణతనుకొలుచు ప్రమాణాంకములు, ప్రయోగపద్ధతులు, భౌతికశాస్త్రములో నున్నవే. చిరకాలమునుండి వాడుకలో నున్న ప్రమాణము గ్రాముకేలోరీ (ఊష్మాంశము). గ్రాముకేలోరీ అనగా ఒకగ్రాము నీటిని శతాంశ

మానములో 15°నుండి 16°వరకు తాపక్రమము పెంచుటకు అగు ఉష్ణతాపరిమాణము. ఈ అంకము కడుచిన్నదగుటచే, తరచుగా 1000 గ్రాము కేలోరీలను కలిపి కిలోగ్రాము కేలోరీ అను పరిమాణమును శాస్త్రజ్ఞులు కల్పించిరి. శక్తి శాస్త్రప్రకారము 1 కేలోరీ =  $4.185 \times 10^7$  అర్గ్లు [చూ. శక్తి శాస్త్రము : శక్తియష్టతాతుల్యాంకమను నిర్వచనము].  $10^7$  అర్గ్లు ఒక జౌల్ కు సమానము కాబట్టి 1 కేలోరీ 4.185 జౌల్ లకు సమానము.

రాసాయనిక క్రియాఫలితముగా జనించిన ఉష్ణతను సాధారణముగా ఒకనిర్దిష్టమైన విశిష్టోష్ణతకలిగిన ద్రవము (మామూలుగా నీరు)లో ఆ రాసాయనిక క్రియను జరిపి, అందువలనకలిగిన తాపక్రమమునందు మార్పులనుపట్టి నిర్ణయించవచ్చును. ఆ ద్రవము (నీరు) యొక్క విశిష్టోష్ణతను, దాని భారముచేతను, తాపక్రమమందలి భేదముచేతను గుణించినచో, ఆ ద్రవమందు జరిగించిన రాసాయనిక ప్రక్రియయొక్క ఉష్ణతాపరిమాణమును నిర్ణయించవచ్చును.

ఉష్ణతాపరిమాణనిర్ణయమునకు వలయు ముఖ్యోపకరణము ఉష్ణతామాపకము. సుమారు ఒక అర్థలీటరు ఆయతనము గలిగిన డ్యూవర్ పాత్ర (తెర్మాస్ ఫ్లాస్క్ వంటిది) ఉష్ణతామాపకపాత్రగా ఎక్కువ ఉపయోగకరమైనది. పాత్రయొక్క రెండుగోడలమధ్యను శూన్య స్థలముండుటచే పాత్రలో జనించినవేడి పరిసరములకు తప్పించుకొనిపోలేదు. ఈ వివరములకు, 217 వ పుటలో నున్న 'ఉష్ణతామితి' లో ఉష్ణతామాపకమును చూడనగును.

తాపరాసాయనికశాస్త్రములో హెచ్చువాడుకలోనున్న పరికరము టెస్ట్ వార్డ్ అను జర్మనుదేశపువిజ్ఞానిచే నిర్మితమైనది (చూ. 1 వ పటము). ఇందు '1' అను బయటి పాత్ర రాగితో చేయబడినది. పరిసరములతాపక్రమప్రభావమును పరికరముపై తగ్గించుటకు ఈపాత్ర ఉష్ణతను చొరనీయని ఫెల్టుగుడ్డతో చుట్టియుండును. ఇందులో '2' అను వెండికళాయిపూతగల చిన్నరాగిపాత్ర ఎబొనైట్ దిమ్మలపై నిలబెట్టియున్నది. లోపలిపాత్ర పైపాత్రను తాకకుండుటకై ప్రక్కలనుకూడ అట్టి ఎబొనైట్ దిమ్మలు అమర్చబడిఉండును. '3' అనునది ప్రయోగనాళము ; పరిశీలించవలసిన ప్రక్రియను ఇందులోనే జరిపింతురు. '5' అనునది సునిశితమైన తాపక్రమమాపకము. '4' అనునది నీటిని కలియబెట్టుటకు సాధనము. జ్వలనక్రియలలో జనించు ఉష్ణతాపరిమాణములను నిర్ణయించుటకు ప్రత్యేక జ్వలన ఉష్ణతామాపకములను ఉపయోగింతురు. 2 వ పటములో

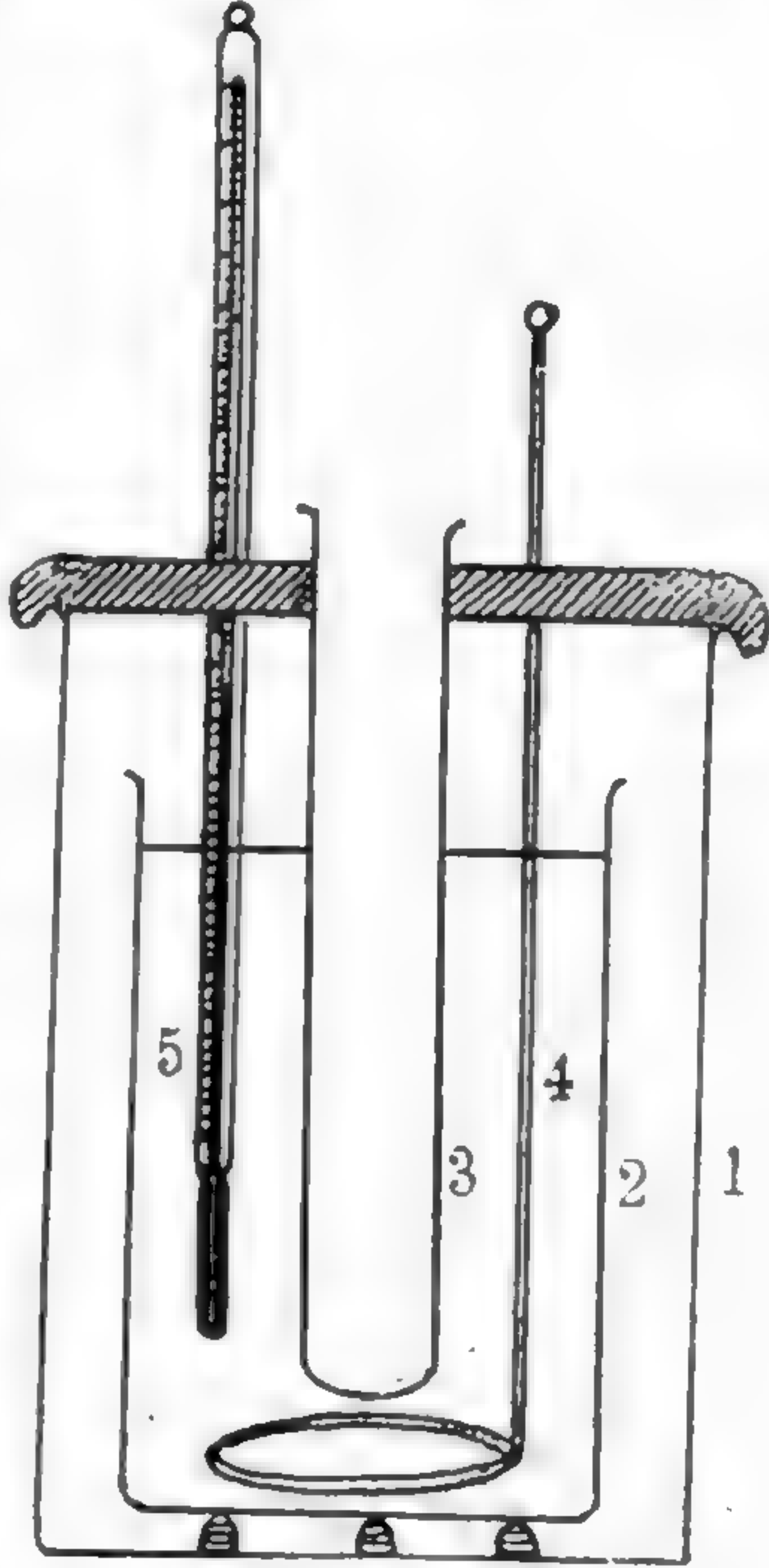


## తాపరాసాయనికశాస్త్రము

ఇంధనములు ఆహార పదార్థములు, మున్నగువాటి జ్వలనోష్ణతానిర్ణయమునకు ఉపయోగపడు బాంబుఉష్ణతా మాపకము చూపబడినది.

ఇది గట్టిస్కూమూత గలిగి, దళసరిగోడలుగల పాత్ర.

దీనిని దృఢమైన ఉక్కుతో తయారు చేయుదురు. దీని లోపలిగోడకు ప్లాటినమ్ పూత ఉండును. స్కూమూత తీసి, ఒక కాడక్రింది చివరను అతికించిన గరితెలో పరీక్ష్యద్రవ్యమును ఉంచుదురు. (పరీక్ష్య ద్రవ్యము ఘన ద్రవ్యమైనచో చిన్న బిళ్లరూపమున తూచి గరితెలో నుంచెదరు; ద్రవ ద్రవ్యమైనప్పుడు, దానిని కాగితపు గుజ్జతోచేసిన బిళ్లతో పేల్చించి, ఆబిళ్ల ద్రవమును పీల్చక ముందు, పీల్చిన తరువాతను తూచినచో తూనికలోని భేదము ద్రవభారమగును).



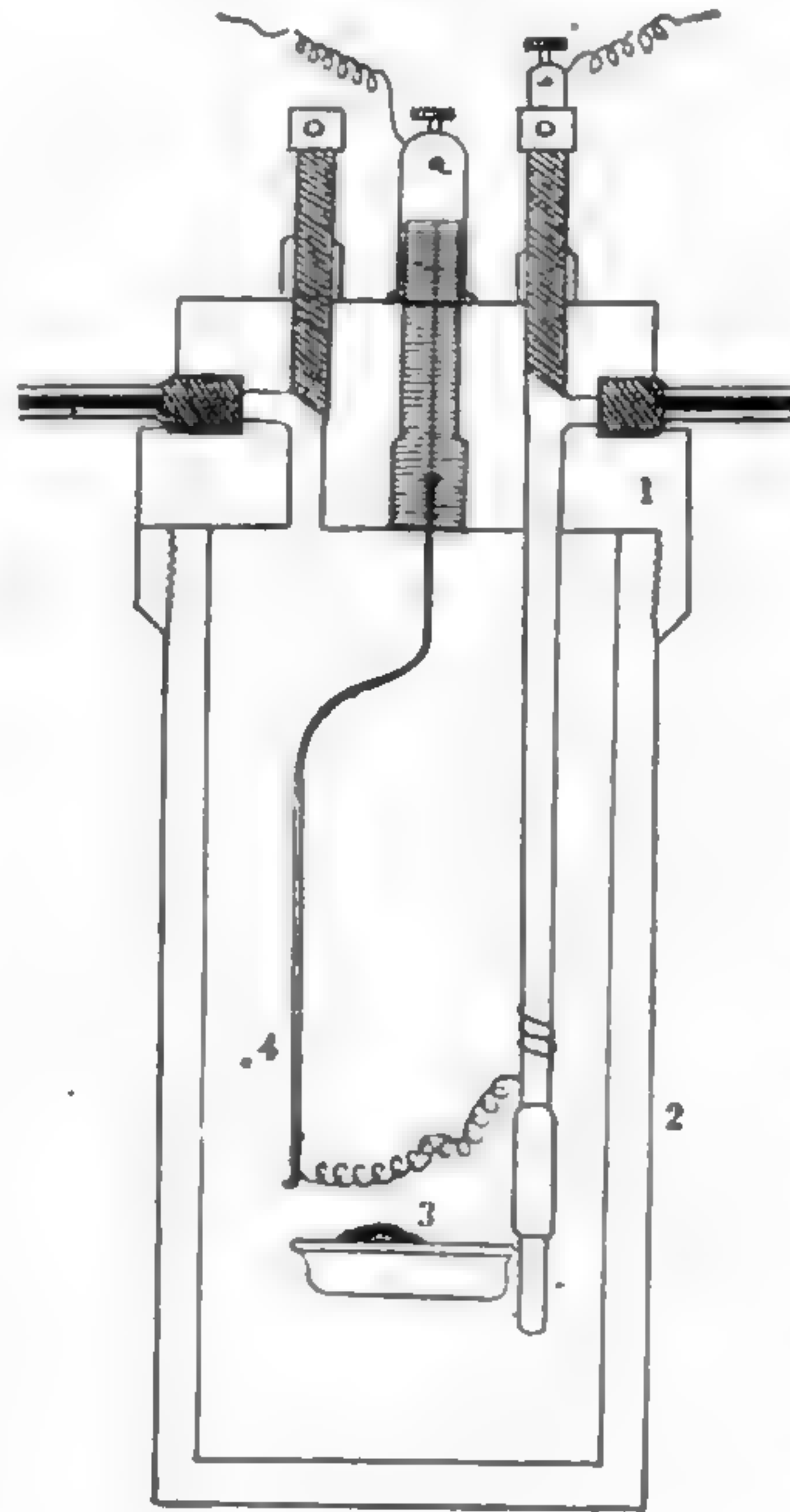
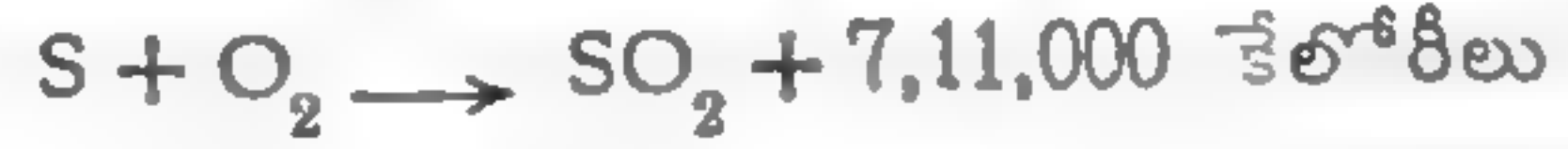
1 వ పటము

టెస్ట్ వార్డ్ కేలోరీమీటరు

తరువాత పాత్రపై స్కూమూత గట్టిగా బిగించి, 25 వాతావరణముల ఒత్తిడిలో ఆక్సిజన్ ని అందుకొరకుంచబడిన నాళము ద్వారా బాంబులోనికి ఎక్కించి గరితెలోనున్న ద్రవ్యమును, విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించుచున్న ఇనుప తీగచే మండునట్లు చేయుదురు. ఈ బాంబునంతటిని పైనివర్ణించినట్టి విశాలమగు ఉష్ణతా మాపకపుపాత్రలో నుంచి, బాంబులో జ్వలన క్రియా ఫలితముగా విడివడిన ఉష్ణతను మామూలు పద్ధతిని కొలుతురు.

ఈ శాస్త్రమునకు వలయు కేలోరీ సంకేతము రాసాయనిక సమీకరణముతో చేర్చిచూపుట ఆచారము. ఉదాహరణము: గంధకము గాలిలో మండినపుడు సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్

అను వాయువు జనించును. ఈప్రక్రియయందు ప్రతి 32 గ్రాముల (సరమాణుభారము) గంధకమునకు 7,11,000 కేలోరీల ఉష్ణత వెలువడును. ఈ ప్రయోగఫలితమును క్రింది సమీకరణముచే తెలియజేయవచ్చును:



2 వ పటము

బాంబుకేలోరీమీటరు

ఇదే విధముగా ప్రతి రాసాయనికక్రియను తెలియచేయు సమీకరణము కేలోరీలతో చేర్చినగాని సమగ్రము కాదు.

ప్రక్రియా స్వభావమును పట్టి దానియందు జనించుఉష్ణతలకు ద్రావణోష్ణత, ఉదకితీకరణోష్ణత, తటస్థీకరణోష్ణత, అయనీభవనోష్ణత, సంయోగోష్ణత, విశ్లేషణోష్ణత, జ్వలనోష్ణత అను వేరువేరు నామములు వాడబడుచున్నవి.

తాపరాసాయనిక

శాస్త్ర మం ద లి

ప్రయోగఫలితము లన్నియు రెండు ప్రధాన నియమముల రూపమున సూత్రీకరింపబడినవి. ఇందు మొదటినియమము లావ్యాజ్యే, లాప్లాస్ అను ఇద్దరు ఫ్రెంచ్ విజ్ఞానులచే స్థాపితము. ఒక యోగికము మూలద్రవ్యముల నుండి ఏర్పడినప్పుడు ఎంత ఉష్ణత పైకివెడలునో, అంత ఉష్ణతనే ఆ యోగికమును మూలద్రవ్యములుగా విడగొట్టుటకు కూడ వినియోగించవలెను. ఉదాహరణమునకు, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువు క్లోరీన్, హైడ్రోజన్ లనుండి ఏర్పడినపుడు, ప్రతి అణుభారము హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ నకు 42,000 కేలోరీల ఉష్ణత బహిర్గతమగును. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ తిరిగి క్లోరీన్, హైడ్రోజన్ క్రింద విడిపోవలెననిన 42,000 కేలోరీల ఉష్ణతను హరించును.

రెండవనియమము 1840 లో జి. ఎమ్. హెస్ అను రష్యాదేశపు రాసాయనికునిచే ప్రయోగపూర్వకముగా స్థాపించబడినది. ఈ నియమమును క్రింది విధముగా నిర్వచించవచ్చును:



ఒక రాసాయనిక యోగికము ఘటక ద్రవ్యములనుండి ఏర్పడినప్పుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణత, ఆయోగికము ఎట్టి ప్రక్రియచే ఏర్పడినను అంతేయుండును. ఇందుకు ఉదాహరణము కాల్షియమ్ క్లోరైడ్ విలీనద్రావణము తయారు చేయవలసియున్న దనుకొందము. దీనిని క్రింది రెండు విధానముల చేయవచ్చును:

మొదటివిధానము: కాల్షియమ్ ఆక్సైడ్ (సున్నము)ను విలీన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో కరగించుట:

1 అణుభారము కాల్షియమ్ ఆక్సైడ్ + 2 అణుభారములు విలీన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ = విలీన కాల్షియమ్ క్లోరైడ్ + 48,000 కేలోరీల ఉష్ణత.

రెండవవిధానము: ఇందులో మొదట కాల్షిన సున్నమును నీటిలో తడుపుట:

1 అణుభారము సున్నము + 1 అణుభారము నీరు = 1 అణుభారము కాల్షియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ + 15,000 కేలోరీలు.

ఈ కాల్షియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ను మరింతనీటిలో కరగ పెట్టినపుడు:

కాల్షియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ + విస్తారమునీరు = కాల్షియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ విలీనద్రావణము + 3,000 కేలోరీలు.

ఈవచ్చిన కాల్షియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ విలీనద్రావణమును విలీన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో చేర్చుట.

విలీన కాల్షియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణము + విలీన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణము = కాల్షియమ్ క్లోరైడ్ విలీనద్రావణము + 28,000 కేలోరీలు.

మొదటివిధానమున ఒకమజిలీలోనే రాసాయనిక ప్రక్రియ ముగిసినది. అందు విడివడినఉష్ణత 48,000 కేలోరీలు. రెండవవిధానమున మూడుమజిలీలలో రాసాయనిక కార్యము ముగిసినది. ఈ మూడు ఆంశిక ప్రక్రియలందు వేర్వేరుగా 15,000; 3,000; 28,000 కేలోరీల ఉష్ణతలు విడివడినవి. ఈమూడిటి మొత్తము 46,000 అగును. దీనివల్ల హెస్ నియమము ప్రాయోగికముగా సమర్థింపబడినది.

ద్రావణోష్ణత: ఒక అణుభారము యోగికము విలీనద్రావణ మగుటకు సరిపడిన (అనగా 200-300 అణుభారముల) నీటిలో కరగినపుడు బహిర్గతమైన ఉష్ణతకు ద్రావణోష్ణత అని పేరు.

ఒక అణుభారము పొటాసియమ్ నైట్రేట్ + 350 అణుభారములు నీరు = పొటాసియమ్ నైట్రేట్ + (-8,489 కేలోరీలు). ఈ ఉదాహరణములో ఋణచిహ్న ప్రక్రియలో ఉష్ణత బహిర్గతమగుటకు బదులుగా ప్రక్రియా ఫలితముగా విచూషితమైనదని తెలియజేయును. అందు

వలన తీసికొన్న నీటికన్న ద్రావణము చాల చల్లగా నుండును.

ఉదాహరణోష్ణత: గ్రాము అణుభారపు యోగికము నీటిలో సంయోగించి ఉదాహరణ యోగికము ఏర్పడినప్పుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణతకు 'ఉదాహరణోష్ణత' అని పేరు.

1 అణుభారము నిర్జలమగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ + 7 అణుభారముల నీరు = మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్, సప్టోదాహరణము (Mg SO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O) + 24,100 కేలోరీల ఉష్ణత.

తటస్థీకరణోష్ణత: ఒక గ్రాము తుల్యభారము ఆమ్లము ఒక గ్రాము తుల్యభారము లవణాధారముతో విలీనద్రావణ రూపమున రాసాయనికముగా సంయోగించి లవణ ద్రావణము ఏర్పడునప్పుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణతకు 'తటస్థీకరణోష్ణత' అని పేరు.

బలవత్తరమైన ఆమ్లము బలవత్తరమైన లవణాధారమును తటస్థీకరించినపుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణత 13,700 కేలోరీలు. ఈ ఉష్ణతారాశి స్థిరము. దీనికి ఆమ్ల.లవణాధార స్వభావముతో జోక్యములేదు.

తుల్యభారము సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ గల విలీనద్రావణము + తుల్యభారము గల నైట్రిక్ ఆసిడ్ ద్రావణము = సోడియమ్ నైట్రేట్ విలీనద్రావణము + 13,700 కేలోరీలు. ఈ తటస్థీకరణోష్ణత బలవత్తర ఆమ్లముల, లవణాధారముల విషయమై ఇట్లు ఏకరూపముగా నుండుటకు కారణము ఈ సంఘటనలన్నిటిలోను జరుగు మార్పులో భేదము లేకుండుటయే. ఆమ్ల, లవణ ద్రావణములలో నున్న హైడ్రోజన్ (H<sup>+</sup>), హైడ్రాక్సిల్ (OH<sup>-</sup>) అయన్ ల సంయోగమువలన నీరు ఏర్పడును. 13,700 కేలోరీల ఉష్ణత నిజముగా దాని అయన్ లనుంచి నీరు ఏర్పడునప్పుడు బహిర్గతమగును.

సంయోగోష్ణత: ఒక అణుభారము యోగికము మూల ద్రవ్యములనుండి ఏర్పడునపుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణతకు 'సంయోగోష్ణత' అని పేరు.

ఒక అణుభారము హైడ్రోజన్ + ఒక అణుభారము క్లోరీన్ = 2 అణుభారముల హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ + 41,000 కేలోరీలు.

జ్వలనోష్ణత: పరమాణుభారము మూలద్రవ్యముకాని, 1 అణుభారము యోగికముకాని ఆక్సిజన్ లో మండునపుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణతకు 'జ్వలనోష్ణత' అని పేరు.

1 పరమాణుభారము కార్బన్ + 1 అణుభారము ఆక్సిజన్ = 1 అణుభారము కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ + 98,980 కేలోరీలు.

పి. య. నా.

తాపవిఘటనము: చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము.

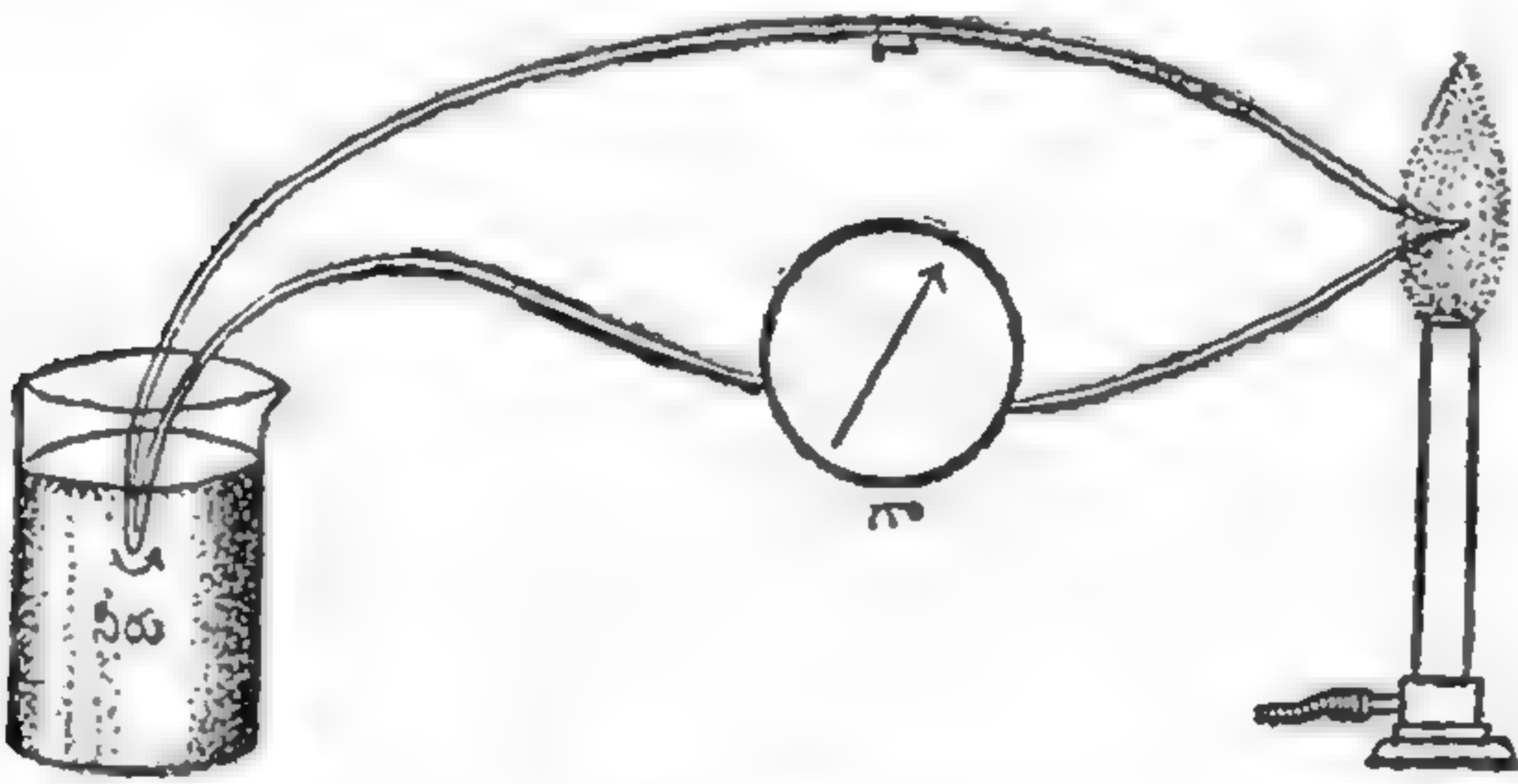


## తాపవిద్యుత్తు

**తాపవిద్యుత్తు :** విద్యుత్తుతాపముక్రింద, తాపము విద్యుత్తుక్రింద అవ్యవహితముగా మారు పరిస్థితులను తెలుపు శాస్త్రము తాపవిద్యుచ్ఛాస్త్రము. విద్యుత్తు ప్రత్యక్షముగా తాపముక్రింద మారునను విషయము వస్తువులను వేడిచేయుటకు మనము ఉపయోగించు విద్యుత్పరికరములవలన మనకు తెలియుచున్నది. ఎంత విద్యుచ్ఛక్తికి ఎంత తాపము జనించునో ఆ విషయమును జౌల్ నియమము (చూ. పు. 346) తెలుపుచుచున్నది. ఇట్లు విద్యుత్తును తాపముక్రింద అవ్యవహితముగా మార్చుట సులభమైనను, వ్యుత్క్రమప్రక్రియ అనగా, తాపమును అవ్యవహితముగా విద్యుత్తుక్రింద మార్చుట అంతసులభము కాదు. విద్యుజ్జనకయంత్రములు తాపమును ఇంజనులద్వారా గమనశక్తిగా మార్చి ఈ శక్తిని దైనమో నడుపుటకు ఉపయోగించి, విద్యుచ్ఛక్తిని ఉద్భవింపజేయుచున్నవి. ఈ ప్రక్రియలలో వాడుకచేసిన తాపమునకును, పర్యవసానముగా అగుపించు విద్యుచ్ఛక్తికిని మధ్యను రెండుప్రక్రియలయిన కలపు. అందుచే ఇది తాపమును తిన్నగా విద్యుత్తుక్రింద మార్చు ప్రక్రియకాదు.

కాని, తాపశక్తిని ప్రత్యక్షముగా విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చగలిగిన మరియొక విధానము గలదు. అనగా, తాపమును ఏమధ్య పరికరమునహోయములేకుండా తిన్నగా విద్యుచ్ఛక్తిలోనికి మార్చవచ్చును.

1828 లో 'జేబెక్' అను శాస్త్రజ్ఞుడు రెండు వేరు వేరు ధాతువులచే నిర్మితమైన వలయపు రెండు కొన

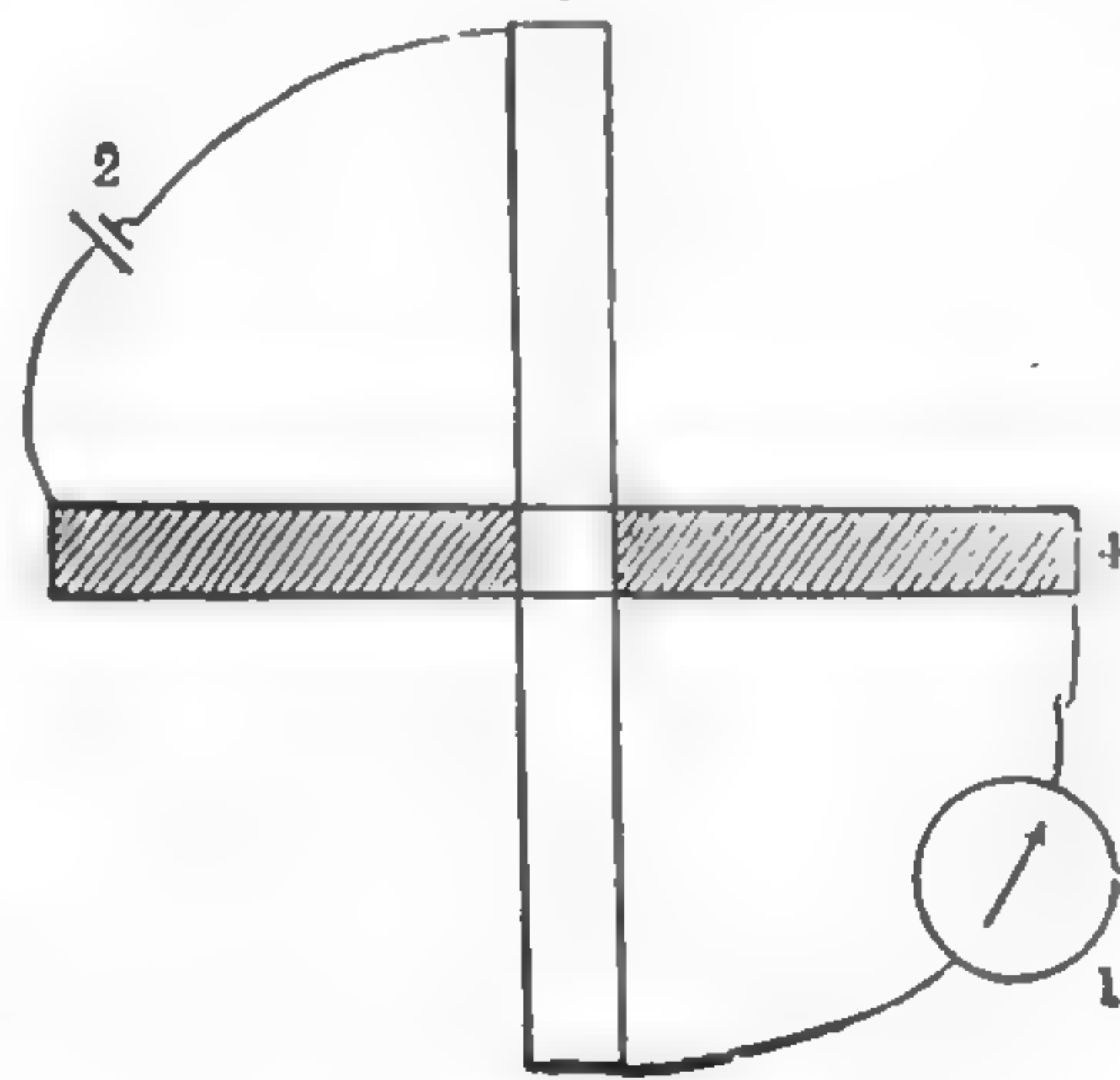


జేబెక్ ఫలితము

లను వేరువేరుతాపక్రమములలో నుంచిన వలయమందు విద్యుత్తు ప్రవహించునట్లు విద్యుత్సాపకసహాయమున రుజువుచేసెను. ఒకవలయమందు విద్యుత్తు ప్రవహించుటకు విద్యుచ్ఛాలక బలము కారణము కనుక, వలయమందెచ్చటనో ఇట్టిబలము ఉండి తీరవలయును. ఈ బలము చాలసూక్ష్మ పరిమాణము కలిగినదైనను, దానిని చిన్నప్రయోగముచే రుజువుచేయవచ్చును. ఒకరాగితిగను, ఇనుపతిగను టంకముతో అతికి, ఆ అతికినకొనను, బున్ సెన్ జ్వాలలోనుంచి

స్వేచ్ఛగా నున్న కొనలను ఒకసూక్ష్మగ్రాహియగు విద్యుత్సాపక అగ్రములకు కలిపిన మాపకసూచి ఈవలయపు తెర్మోకపుల్ లో విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నట్లు కనపర్చును. ఈ ఫలితమునకు 'జేబెక్ ఫలిత'మని పేరు. ఇట్లు ధాతు సంధివద్ద ఉద్భవించు విద్యుచ్ఛాలకబలము సంధించబడిన ధాతువులు, రెండుకొనలమధ్య గల తాపక్రమవ్యత్యాసమునుబట్టి ఉండును. ఒక నియత తాపక్రమవ్యత్యాసమునకు ఆంటిమోని - బిస్మత్తు సంధి ఉద్భవింపజేయు విద్యుచ్ఛాలకబలము గరిష్ఠము. ఈబలము సాధారణముగా కొన్నిమైక్రో వోల్టులశ్రేణిలో ఉండును (మైక్రో వోల్టు అనగా వోల్టులో పదిలక్షవభాగము).

**పెల్టియర్ ఫలితము :** ప్రై ప్రకరణములో రెండు ధాతువులచే చేయబడిన వలయపుసంధులలో నొకదానిని వేడిచేసిన



పెల్టియర్ క్రాస్

వలయములో విద్యుత్తు ప్రవహించునని తెలిసికొంటిమి. అట్టి వలయము గుండా పై నుంచి విద్యుత్తును ప్రవాహముగా పంపించినచో ఆ వలయపు సంధులలో ఒకటిపరిసరముల

కన్న వేడిగాను, రెండవది పరిసరములకన్న చల్లగాను, అగునని 1834 లో పెల్టియర్ కనుగొనెను. ఈ సంఘటనకు 'పెల్టియర్ ఫలిత'మని పేరు. ఒక ప్రయోగములో



పెల్టియర్ ఫలితము

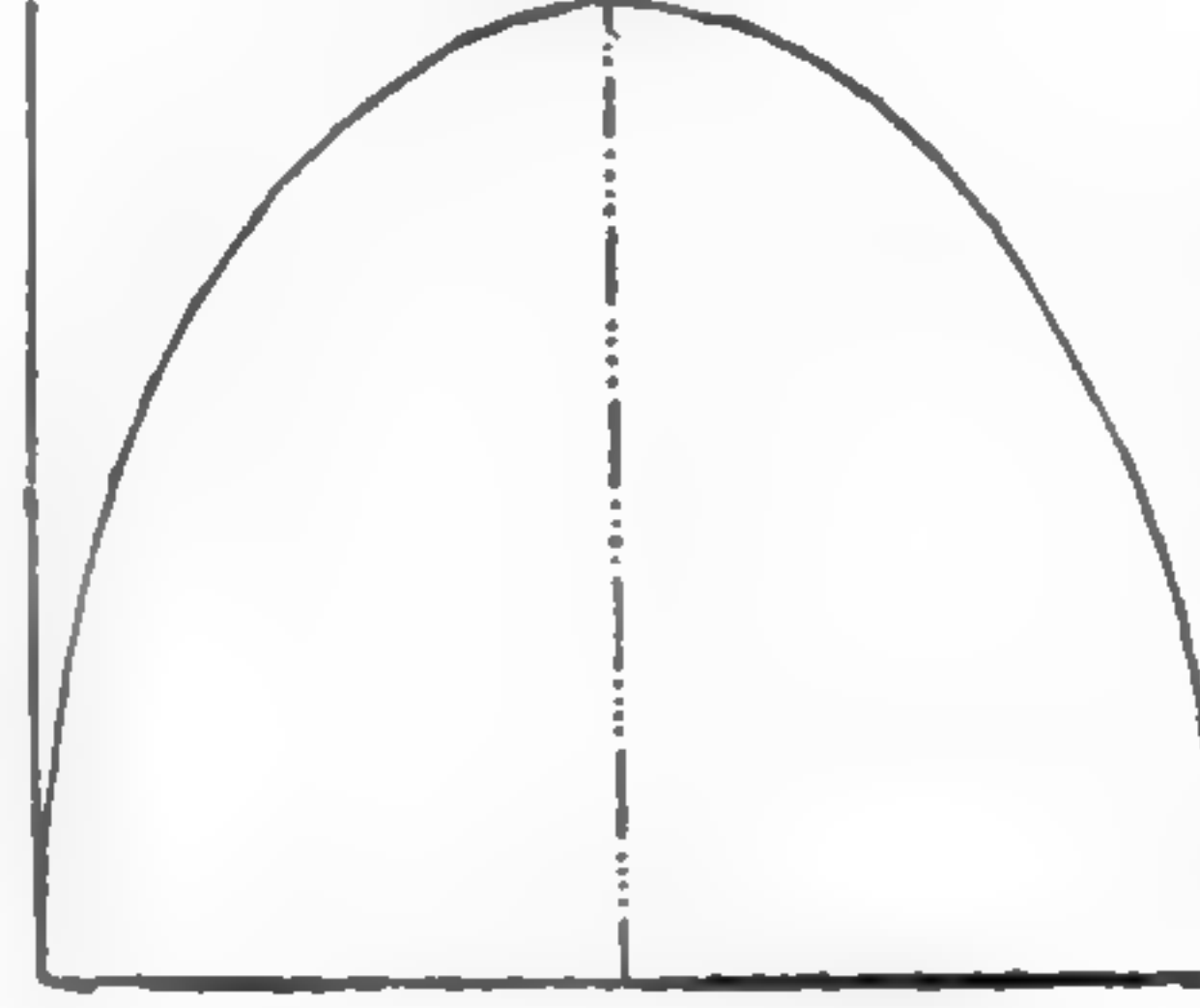
ఆంటిమోనికడ్డిపై బిస్మత్తుకడ్డిని అడ్డముగా అతికించిన ఒక పరికరమును పెల్టియర్ వాడుకచేసెను. ఆంటిమోనినుండి విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినచో ధాతు కడ్డిల మధ్య సంధి పరిసరములకన్న చల్లగావైనది. విద్యుత్ ప్రవాహమును విరుద్ధదిశలో పంపించినపుడు సంధి వేడెక్కినది.



తామసన్ఫలితము : తెర్మోకపుల్ లో సంధిస్థానమందే కాక వేరువేరు తాపక్రమములోనున్న ఒకతీగయొక్క వేరువేరుభాగములుకూడా విద్యుచ్ఛాలకబలమును ఉద్భవింపజేయకల వను విషయమును లార్డ్ కెల్విన్ నిరూపించెను. ధాతువాహకములయందు విద్యుత్ ప్రవాహము సిద్ధాంతప్రకారము ఎలక్ట్రాన్లప్రవాహమే గనుక రాగి, ఇనుము తెర్మోకపుల్ లో రాగితీగలో ఉష్ణతాస్థలమునుండి శీతస్థలమువైపును, ఇనుపతీగలో దీనికి విరుద్ధదిశలోను ఎలక్ట్రాన్లు ప్రవహించును.

ఈ పై ఫలితముల వివరణ : తెర్మోకపుల్ లో విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపించగలక క్తి ఏదైయుండునని మనము ప్రశ్న వేసికొనినపుడు, ధాతువులయందు మనకు ఏమార్పులును ఈ కార్యమందు కనబడవు కనుక, బున్ సెన్ జ్వాలచే సరఫరా అయినతాపమే ఈ విద్యుత్ ప్రవాహమును పోషించుటకు కారణమని చెప్పవలెను. అట్లయినచో, ఈ రెండు ధాతువుల సంధివద్దనే వేడి విద్యుత్తుగా మారుచున్నదని చెప్పకతప్పదు. అనగా, ఈ రెండు తీగలసంధికి వ్యత్యస్తముగా, ఒక ధాతువునుండి మరొక ధాతువునకు విద్యుచ్ఛాలక బలమొకటి పనిచేయుచున్నట్లు అగుపడుచున్నది. ఈ వలయపు రెండుసంధులును ఒకేతాపక్రమమందున్నచో రెండు సంధులును విరుద్ధవిద్యుచ్ఛాలకబలములను సమముగా ఉద్భవింపజేయుటచే ఫలబలము శూన్యమై వలయములో విద్యుత్ ప్రవాహము ఉండదు. ఈ పైని నిరూపించిన సంఘటనలను, ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతదృష్ట్యా క్రిందివిధమున వివరించవచ్చును. తెర్మోకపుల్ లో సంధిప బడిన రెండుధాతువుల యందును గల ఎలక్ట్రాన్లవేగము, సాంద్రత ఒకలాగున ఉండవు. అందుచే హెచ్చు ఎలక్ట్రాన్ల సాంద్రతగల ధాతువునుండి, తక్కువ ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రతగల ధాతువువైపు ఎలక్ట్రాన్లు ప్రవహించుట కుంకించును. రాగితీగకు, ఒక ఇనుపతీగను కలిపి, కల్పించినవలయములో వలయమంతయు, సమతాపక్రమములో నున్నప్పుడు ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రత ఎక్కువగానున్న ఇనుమునుండి రాగివైపు ఎలక్ట్రాన్లు తప్పక ప్రవహించును. కాని, ఈ ప్రవాహము తక్షణమే ఆగిపోవును. ఏలన, ఈ ప్రవాహ ఫలముగ రాగితీగ ఎలక్ట్రాన్లను అధికముగ స్వీకరించుటచే దానియందు కలిగిన ఋణావేశము ఎలక్ట్రాన్లను మరి చేరనీయదు. కాని, ఆ వలయపుసంధులలో ఒక దానిని వేడిచేయుటకు మొదలిడినక్షణములో ఈ ప్రవాహము మరల మొదలిడును. ఏలన, ఈ రెండుతీగలకు సంబంధించిన ఎలక్ట్రాన్ సమూహముల సాంద్రత, వేగము తీగలు వేడిచేయుటవలన ఒకేవిధముగా మారువు. మార్పులో

వ్యత్యాసముండుటచే రెండు సంధులవద్దను వివిధపరిమాణములుగల విద్యుచ్ఛాలక బలములు ఉద్భవించును. దీని ఫలితముగ వలయములో విద్యుత్తు ప్రవహించును. ఈ పై వివరణ యథార్థమైనచో ఒక సంధి వేడెక్కుకొలది విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువగుచుండవలెను.



తాపవిద్యుత్ రేఖ

కాని, ప్రయోగమట్లు చూపదు. మొట్టమొదట ప్రవాహము ఉద్భవింపజేయు విద్యుచ్ఛాలకబలము తాపక్రమముతో పెరిగి గరిష్ఠమై మరల తగ్గుటకు ఆరంభించును.

ఈ విషయము నీ ప్రక్క

రేఖాచిత్రముచే సూచించవచ్చును. విద్యుచ్ఛాలకబలము ఈ గతిని స్వీకరించుటకు ఒక కారణము ఉండవలెను. జేబెక్ చే దృష్టమగు ఫలితము నిజముగా నాలుగు వివిధములగు విద్యుచ్ఛాలకబలముల మొత్తపు ఫలము. ఈ నాలుగును ఎవ్వియన : రెండుసంధులవద్ద రెండు, రెండు తీగల వెంట మరి రెండు. ఈ నాలుగు విద్యుచ్ఛాలక బలములును వేడికి పరస్పర విరుద్ధదిశలలో మారుటచే పై రేఖా చిత్రములో కనబర్చిన విద్యుచ్ఛాలకబలగతి సంఘటించినది.

త. స. న. మూ.

తాపవిశ్లేషణము : రెండు ఘనద్రవ్యములు ద్రవీభూతస్థిలో పరస్పరము లీనమై ఏకరూపమగుద్రావణము ఈయగలిగెనేని, ఈ ద్రావణము చల్లారునపుడు దాని ప్రవర్తనను పరిశీలించినచో ఆ రెండు ద్రవ్యములును పరస్పరము రాసాయనికముగా సంయోగించి యౌగికముల నిచ్చునో, లేదా తటస్థములుగా నుండునో నిర్ణయించవచ్చును. ముఖ్యముగా ధాతుమిశ్రముల గురించియు, కార్బన్ యౌగిక మిశ్రముల గురించియు ఉపయోగ్యమగు ఈ అనుశీలన పద్ధతికి 'తాపవిశ్లేషణము' అని పేరు.

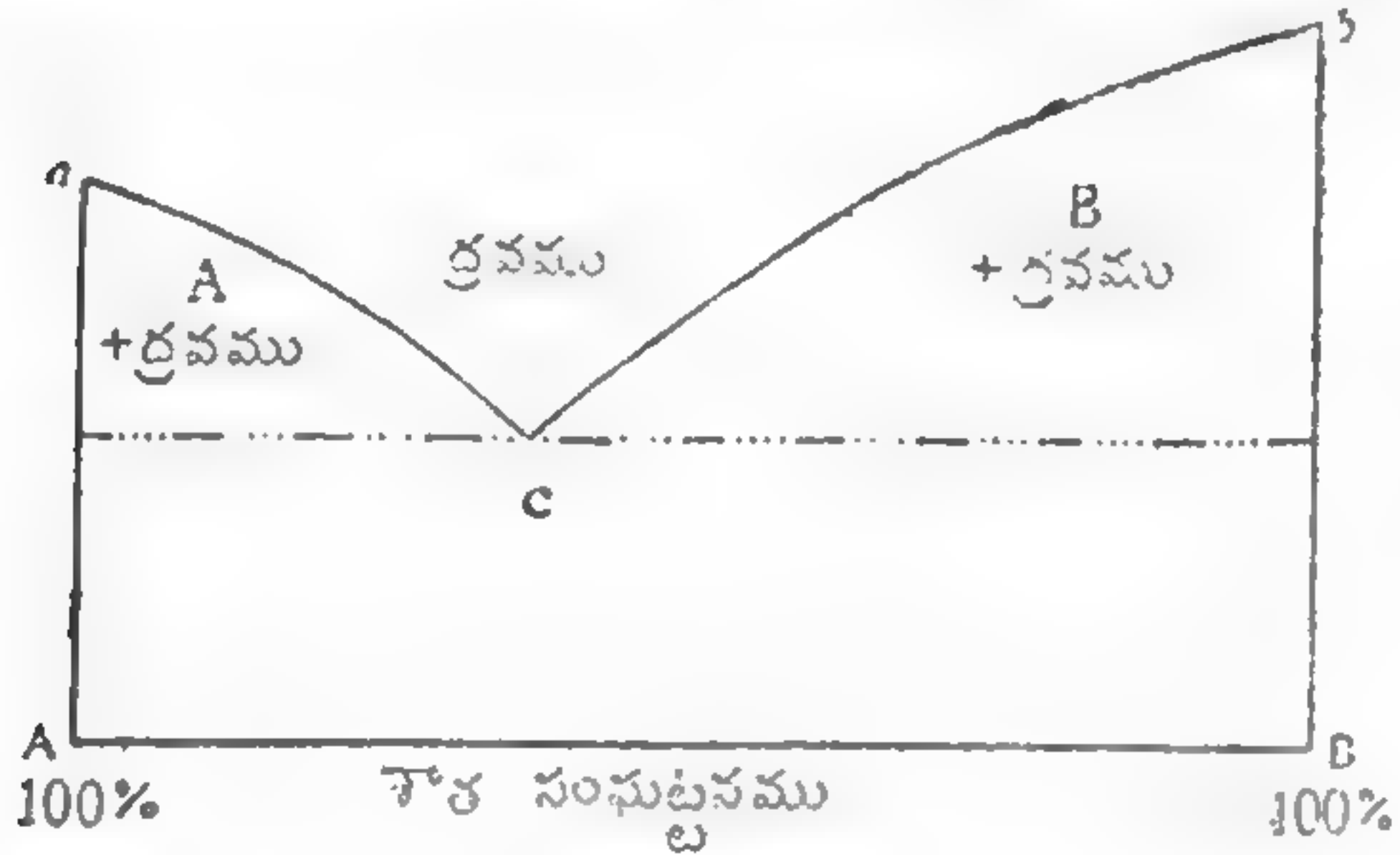
A, B అను పేరులుగల రెండు ద్రవ్యములు యౌగికమేదియు ఏర్పడకుండ ద్రవస్థితిలో కలియుననుకొందము. ఈ మిశ్రమును ద్రవీభవనతాపక్రమమువద్దనుండి చల్లార్చునపుడు దృశ్యమగు సంఘటనలను ద్రవీకరణ రేఖలచే 1 వ పటములో (పు. 382) కనుపరచినట్లు నిరూపించవచ్చును.

AB అను భుజాక్షముపై రెండుద్రవ్యములు అణుభార శతాంశములలో నిరూపించబడినవి. మొదట శుద్ధమైన A తో బయలుదేరి క్రమముగా B నిష్పత్తి హెచ్చుచేయుచు, కొనకు శుద్ధమైన B తో ముగింపుకు వచ్చినట్లు



## తాపవిశ్లేషణము

ఆ శాతములు నిరూపితములైనవి. లంబాక్షముపై శుద్ధ ద్రవ్యముల యొక్కయు, లేదా ద్రవ్యమిశ్రముల యొక్కయు



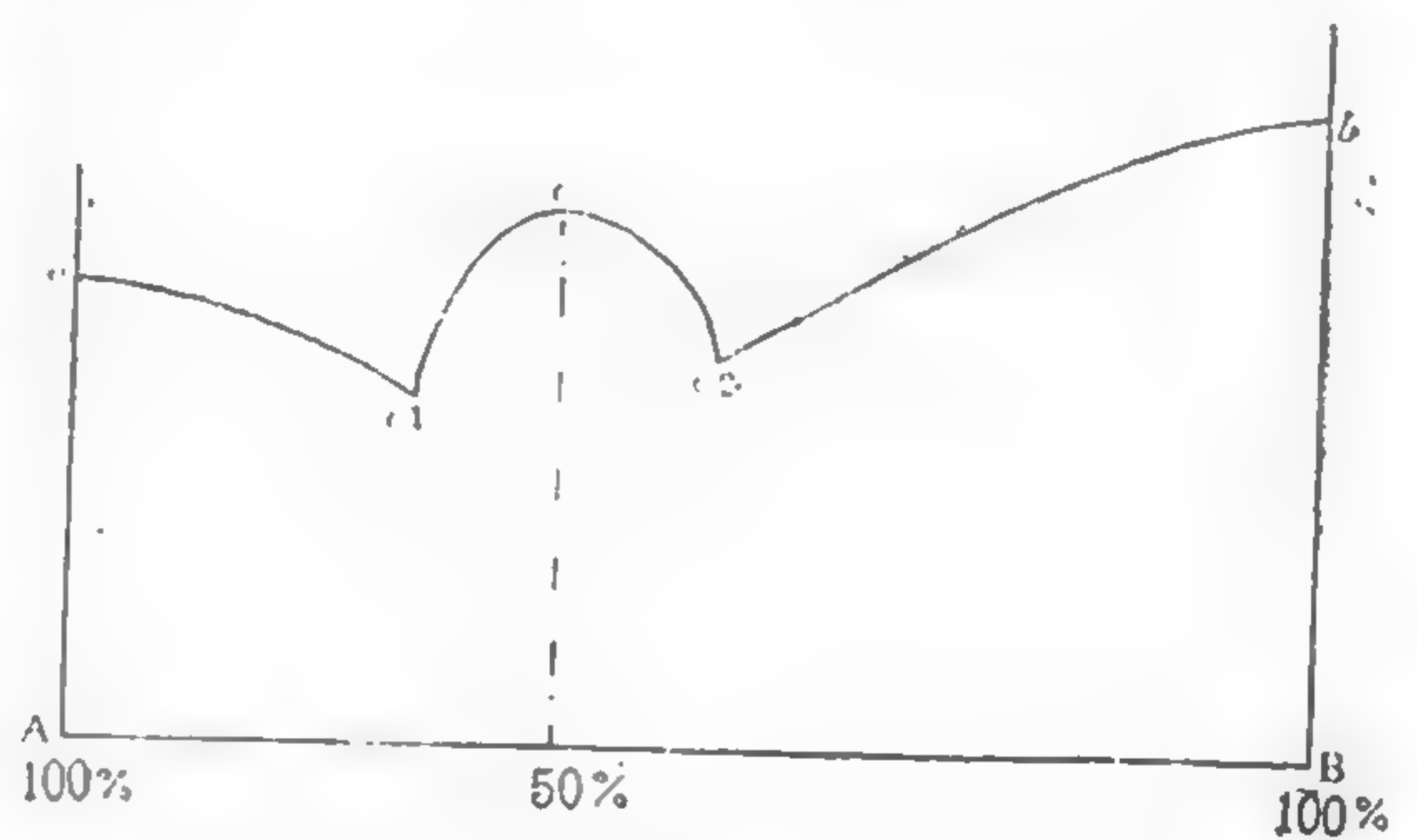
యోగికములులేని ధాతుమిశ్రముయొక్క ద్రవీభవనరేఖ

ఘనీభవన (ప్రారంభక) తాపక్రమములు నిరూపించబడినవి. శుద్ధమైన A ఘనీభవనతాపక్రమము a చేత తెలియజేయబడినది. ఘనీభవనాంకనిమ్నన నియమప్రకారము A యొక్క ఘనీభవనతాపక్రమము B లీనమైయుండుట చేతను, అటులనే B యొక్క ఘనీభవనతాపక్రమము A లీనమైయుండుటచేతను లీనమైన B, A రాశులబట్టి తగ్గుచుండును.

ఎక్కువ A లో B లీనమై ద్రావణస్థితిలో ఉన్నదని అనుకొనుటకు వీలయిన ఏదేని ద్రవీకృతద్రావణముతో బయలుదేరి దానిని మెల్లగా చల్లారనిచ్చినచో మిశ్రము నుండి A ఘనస్థితిలో శుద్ధస్ఫటికములక్రింద వేరుపడుటకు మొదలిడును. ద్రావణమునుండి A వేరగుకొలదియు దానిలో B నిష్పత్తి ఎక్కువగుచుండును. ఘనీభవనతాపక్రమము ద్రావ్యసాంద్రతతో తగ్గుచుండును గనుక A యొక్క స్ఫటికీకరణ (ఘనీభవన) తాపక్రమము క్రమముగా తగ్గుచుండును. ఈ తగ్గింపు వరుసను 'ac' అను రేఖ కనబరచుచున్నది. ఈ తగ్గింపు c అను బిందువువరకును జరుగును. c అను తాపక్రమమువద్ద A తోబాటు B కూడ స్ఫటికీభవించుటకు దొరకొనును. ఇదే ప్రకారమున ఎక్కువ B లో కొద్ది A విలీనమైయున్న ద్రావణమును మెల్లగా చల్లార్చిన, ద్రావణమునుండి B స్ఫటికములుగా వేరుపడుటకు మొదలిడి ద్రావణమున A నిష్పత్తి హెచ్చుకొలది ద్రావణపు ఘనీభవనతాపక్రమము తగ్గుచుండును. ఈ తగ్గింపుకూడ 'bc' అను రేఖమీద c వరకు జరుగును. c వద్ద B తోపాటు A కూడ ఘనీభవించి స్ఫటికములుగా వేరగును. A, B లు రెండును ప్రక్కప్రక్కలను వేరు వేరు ఘనస్థితులలోనుండు స్ఫటికములరూపమున c వద్ద కలిసి ఘనీభవించును. అనగా ద్రవస్థితిలోనున్నద్రవ్యము మొత్తముగా c వద్ద ఘనీభవించును. ఇదివరకు 'ac'

మీదగాని లేదా 'bc' మీదగాని A లేదా B శుద్ధస్ఫటిక రూపమున వేరుపడుటయు, తక్కినద్రవ్యము ద్రవస్థితిలో నుండుటయు కంటిమి. c వద్ద ద్రవమంతయు చల్లారి మొత్తముగా గట్టిపడును. అందువలన c అను బిందువు నిమ్నతమమైన ఘనీభవనతాపక్రమమును తెలియజేయును. దీనికి 'యుటెక్టిక్' (సుద్రవ) బిందువని పేరు. A, B లు రెండును కల ద్రవ్యమిశ్రమునేదేని తీసికొని ద్రవీకరించి మెల్లగా చల్లారనిచ్చినను, యుటెక్టిక్ మిశ్రములోనున్న నిష్పత్తి ఎక్కువగా నున్న A గాని, B గాని మొదట శుద్ధస్ఫటికస్థితిలో వేరై కొనకు యుటెక్టిక్ నిష్పత్తిగల ద్రవ్యమిశ్రము సిద్ధించును, అనగా ఒక నిర్దిష్ట A, B ల రాశి నిష్పత్తిగలిగి A, B ల మిశ్రము లన్నింటికన్న తక్కువ ఘనీభవనతాపక్రమముగల మిశ్రమొకటి ఫలించును. యుటెక్టిక్ నిష్పత్తిగల ద్రవ్యమిశ్రమును తీసికొని ద్రవీకరించి చల్లార్చినచో ద్రవమంతయు ఒకే తాపక్రమమువద్ద సూటిగా గట్టిపడును. యుటెక్టిక్ ద్రవ్యమిశ్రమునకు భిన్నమైన ద్రవ్యమిశ్రములనన్నిటిని ఇట్లే యొనర్చినచో యుటెక్టిక్ ద్రవ్యమిశ్రములోకన్న A ఎక్కువగానున్న A యును, B ఎక్కువగానున్న B యును, మొట్ట మొదట శుద్ధఘన స్ఫటికములుగా వేరగుటకు మొదలిడి, కొనకు యుటెక్టిక్ ద్రవ్యనిష్పత్తిని చేరుకొనిన తరువాత ద్రవ్యమంతయు నొక నిర్దిష్ట తాపక్రమమువద్ద అమాంతము ఘనీభవించును.

A, B లు పరస్పరము రాసాయనికముగా సంయోగించి యోగికము లేర్పడినపుడు కనబడెడు సంఘటన పరంపర (చూ. 1 వ పటము) నిరూపించిన దానికన్న చాలభిన్న



2 వ పటము

యోగిక మేర్పడినప్పుడు ధాతుమిశ్రముయొక్క ద్రవీభవనరేఖ.

ముగా నుండును. ఆ యోగికమునకు ఒక నిర్దిష్ట ఘనీభవనాంకము ఉండును. ఆ విషయము 2 వ పటములో c అను బిందువువద్ద చూపబడినది.



ఈ రేఖాచిత్రమును పరిశీలించుటలో శ్రద్ధవహించవలసిన విషయము లేవియన,  $ac_1$  అను రేఖవెంబడి శుద్ధమైన A ద్రవ్యమునకు B ని చేర్చుచున్నకొద్ది A ఘనీభవనతాపక్రమము తగ్గుచుండును.  $c_1$  వద్ద ఒక కనిష్ఠతాపక్రమము తారసిల్లును. ఇచ్చట ద్రవమునుండి A అను, A, B ల మధ్య ఏర్పడిన యౌగికమును కలిసి వేరువేరుగా స్ఫటికీభవించును. ఇంకను B చేర్చినచో ఘనీభవనతాపక్రమము వృద్ధియగుచు  $c$  వద్ద గరిష్ఠమూల్యముగలది యగును. ఇంకను B ని చేర్చినచో మరల ఘనీభవనతాపక్రమము తగ్గుచు వ్యవస్థ  $c_1c_2$  రేఖవెంబడి పయనించి  $c_2$  చేరుకొని నప్పుడు మరల నొక కనిష్ఠతాపక్రమము తారసిల్లును. ఇచ్చట అనగా  $c_2$  వద్ద, A, B ల యౌగికమును, B యును, చేరి వేరువేరుస్ఫటికములుగా ఘనీభవించును.  $bc_2$  అను రేఖ రేఖాచిత్రమును సంపూర్ణ మొనరించును. ఈ రేఖ B కి A చేర్చినచో ఎట్లు ద్రావణముయొక్క ఘనీభవనతాపక్రమము తగ్గునో నిరూపించును. ఈ 2 వ పటము నందు మనకు  $c_1, c_2$ లు అను రెండు యుటెక్టిక్ బిందువులు కనబడుచున్నవి. ఈ రెంటి మధ్యను గోచరాకారముననున్న రేఖ నెత్తిమీద గరిష్ఠఘనీభవనతాపక్రమ మగపడుచున్నది. ఇదియే AB ల మధ్య ఏర్పడు యౌగికపు ద్రవాంశ బిందువు. ఈ బిందువున కిరువైపులను A ని చేర్చినగాని, B ని చేర్చినగాని యౌగికపు ద్రవాంశము తగ్గును. పరద్రవ్యమును లీనము చేసికొన్నప్పుడు ఒక శుద్ధద్రవ్యపుద్రవాంశ మెప్పుడును తగ్గునను భౌతిక రాసాయనికనియమముననుసరించి  $c$  వద్ద తారసిల్లు తాపక్రమము, శుద్ధద్రవ్యపు ద్రవాంశమనియే నిశ్చయించవలెను. ఏలన  $c$  వద్ద కన్నట్లు ద్రవ్యసంయోగమునకు A, B లలో దేనినిచేర్చినను ద్రవాంశము తగ్గుటయే సంఘటిల్లుచున్నది.  $c$  వద్ద శుద్ధ ద్రవ్యముండుటకు అచ్చట AB ల మధ్య, విశిష్టలక్షణములు గల ఒక నియత పారిమాణికనిష్పత్తిలో యౌగికము ఏర్పడి ఉండవలెను.

ఇట్లు ద్రవ్యమిశ్రమల ద్రవాంశములను లేదా ద్రవీకరించబడిన ద్రవ్యమిశ్రమల ఘనీభవనాంశములను వాటి రచనానిష్పత్తితో సరిపోల్చిచూచినచో ఆ ద్రవ్యములు నియతరచనానిష్పత్తిలేని కేవలమిశ్రమలో లేదా యౌగికములో తెలిసికొనవచ్చును.

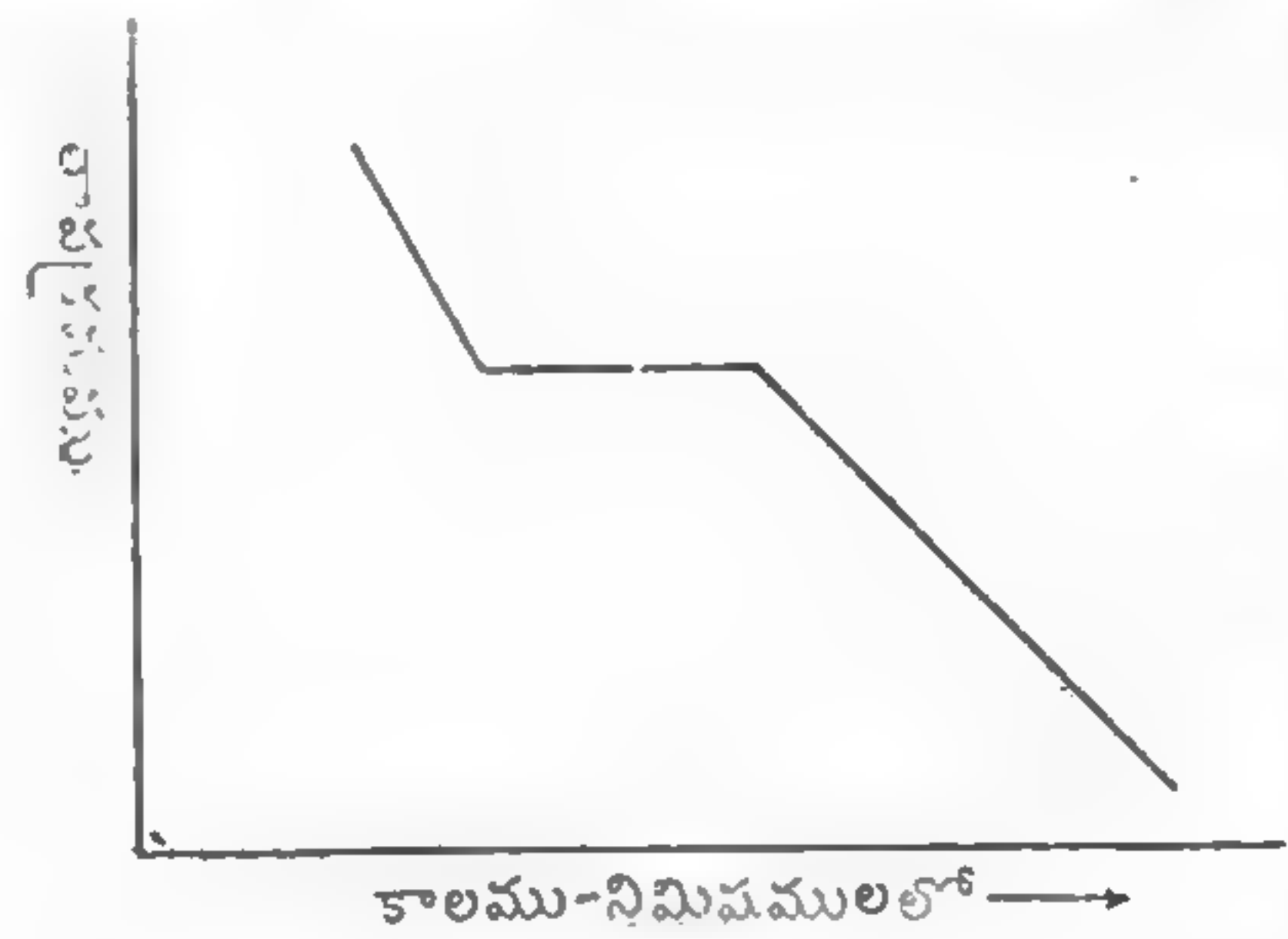
తీసికొన్న రెండు ద్రవ్యములమధ్య ఎన్నియౌగికము లేర్పడిన అన్నిస్కంధములు రేఖాచిత్రమందగుపడును. తీసుకున్న ఉదాహరణములో ఒకే ఒక యౌగికమున్నట్లు నిరూపించబడినది. కొన్నిద్రవ్యములమధ్య ఒకటికన్న ఎక్కువయౌగికములు వేరువేరునియతనిష్పత్తులలో ఏర్పడి

వచ్చును. ద్రవ్యములమధ్య ఎన్నియౌగికములు ఏర్పడునో రేఖాచిత్రమందు అన్నిస్కంధములు ఉండును.

ఈప్రక్రియయందు ఒకచిత్రమైనసౌలభ్యము గలదు. అదిపదన: రెండు ద్రవ్యములమధ్య నియతనిష్పత్తిగల యౌగికము లేర్పడుటకు అవకాశమున్నదో, లేదో యను విషయమును ఆ ఏర్పడినయౌగికముల పారిమాణిక రచనను తులాయంత్రమును వాడుకచేయు ఆవశ్యకత లేకుండగనే కనుగొనవచ్చును.

ఒకద్రవ్యమును శుద్ధమగుదానినో, లేదా మిశ్రమగా నున్నదానినో, వేడిచేసి ద్రవీకరించి ఆద్రవమును మెల్లగా చల్లార్చుచు దాని ఘనీభవనతాపక్రమమును నిర్ణయించుట సులభమే. అయినను 2 వ పటములోని రేఖలు ఈ ఉపాయమువలన లభ్యములైనవికావు. ఈ రేఖలను సాధించుటకు ఇంకొక సులభమైన ఉపాయముకలదు. శుద్ధద్రవ్యములను, వాటిని వేరువేరునిష్పత్తులలో కలిపిన మిశ్రద్రవ్యపరం పరను తీసికొని వీటిలో ప్రతిదానిని ప్రత్యేకము వేడిచేసి ద్రవీకరించవలెను. ద్రవీకరించుటలో తాపక్రమము ద్రవీభవనతాపక్రమమును బాహ్యముగా దాటి పైకి పోవచ్చును. అట్టి అధికతాపక్రమములోనున్న ద్రవమును మెల్లగా చల్లార్చుచు ఏవ కాలవ్యవధులలో ఏవ తాపక్రమమును చల్లార్చుచున్నద్రవ్యము స్వీకరించుచున్నదో ప్రాయోగికముగా వీక్షించి ఆతాపక్రమములను ఒక రేఖాచిత్రమందు లంబాక్షముపై నను, ఆకాలములను భుజాక్షముపై నను, లిఖించినచో వచ్చినబిందువులేగుండ ఒక అవిరత రేఖను గీయవచ్చును.

మొదట శుద్ధద్రవ్యము నొకదానిని తీసికొందము. దాని ద్రవీభవనతాపక్రమముకన్న అధికముగా వేడిచేసి చల్లారనిచ్చినచో మొదట దానితాపక్రమము కాలము జరుగు



3 వ పటము  
శుద్ధద్రావ్యపుయొక్క శీతలీకరణరేఖ.

కొలది క్రమముగా తెంపు లేకుండ తగ్గును. ఘనీభవన తాపక్రమము వద్ద ఘనీభవించు ద్రవ ద్రవ్య మేదియైనను

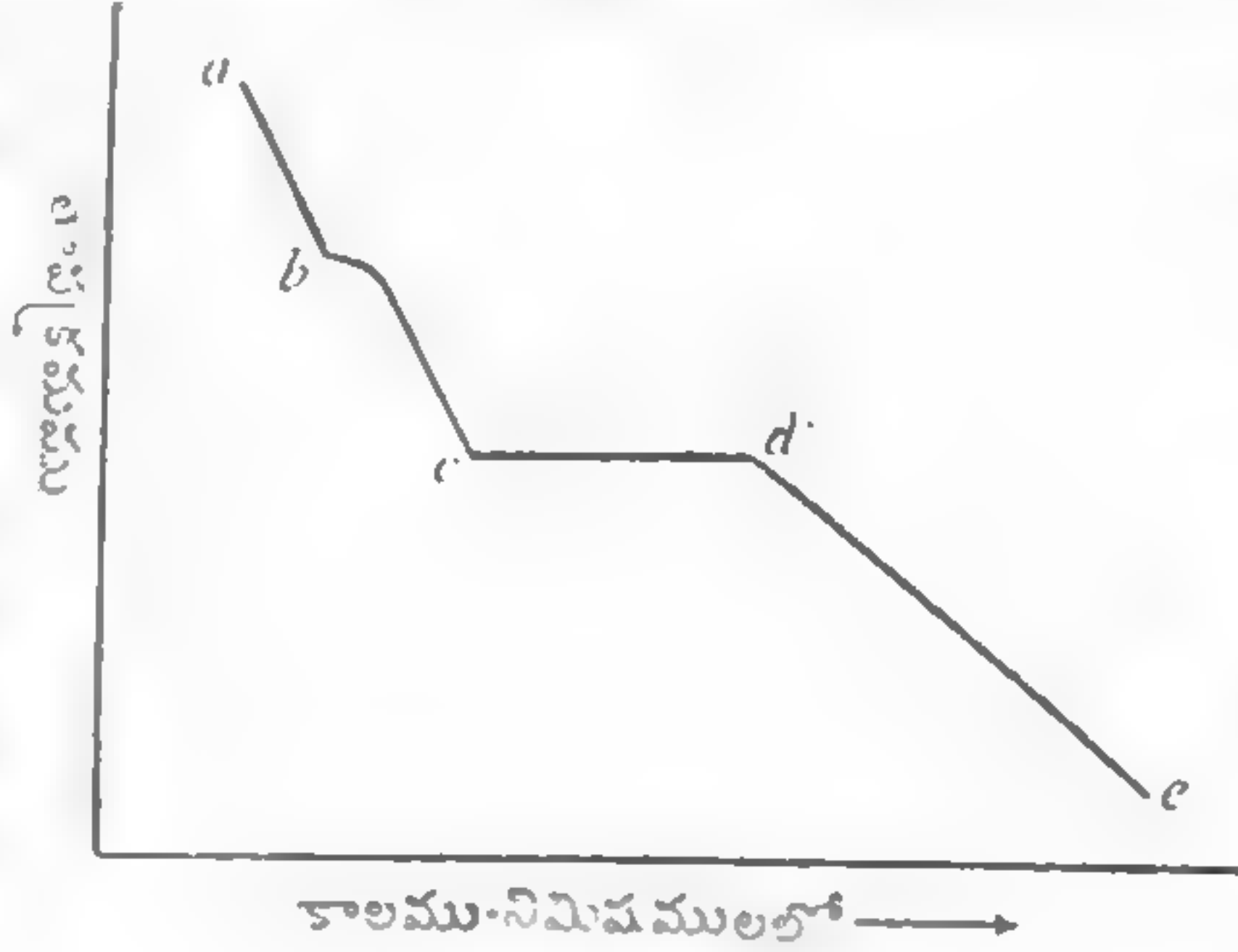
తాపమును వెడలగ్రక్కును. గనుక బయటికివచ్చుతాపము, ద్రవ్యము పరిసరములకు కోలుపోవుచున్న తాపమునకు సమానముగా ఉండును. అట్టి పరిస్థితులలో కొంత



## తామ్రము

కాలము వరకు, అనగా ద్రవద్రవ్యమంతయు ఘనీభవించు వరకు శీతలీకరణరేఖ కాలాక్షమునకు సమానాంతరముగా నడచును. దీనినే గుప్తోష్ణతా పరిస్థితియందురు.

ఘనీభవన కార్యము ముగియగనే మరల ద్రవ్యపు తాపక్రమము కాలము జరుగు కొలది క్రమముగా తగ్గుచుండును. అనగా



4 వ పటము

ధాతుమిశ్రమముయొక్క శీతలీకరణరేఖ.

శుద్ధ ద్రవ్యపు శీతలీకరణరేఖ ఘనీభవనతాపక్రమమువద్ద సోపానరూపమున ఒకతెంపును కనపరచును. 3 వ పటములో ఈ సంఘటన చూపబడినది.

ఏదేని ఇష్ట నిష్పత్తిలోనున్న ఒక మిశ్రద్రవ్యమును తీసికొని దానిద్రవతాపక్రమముకన్న అధికముగా వేడిచేసి

చల్లారనిచ్చినచో కాలము జరుగు కొలది తాపక్రమము ప్రారంభమునందు మెల్లగా తగ్గును (చూ. 4 వ పటము). ఈ తగ్గింపును కనబరచురేఖ తెంపులేకుండ కొంతవరకు a నుండి b వరకు నడచును. అటుపైని ద్రవీకృత మిశ్రమ ఏదో ఒక ఘటకమునుద్రావణము నుండి పైకి ఘన

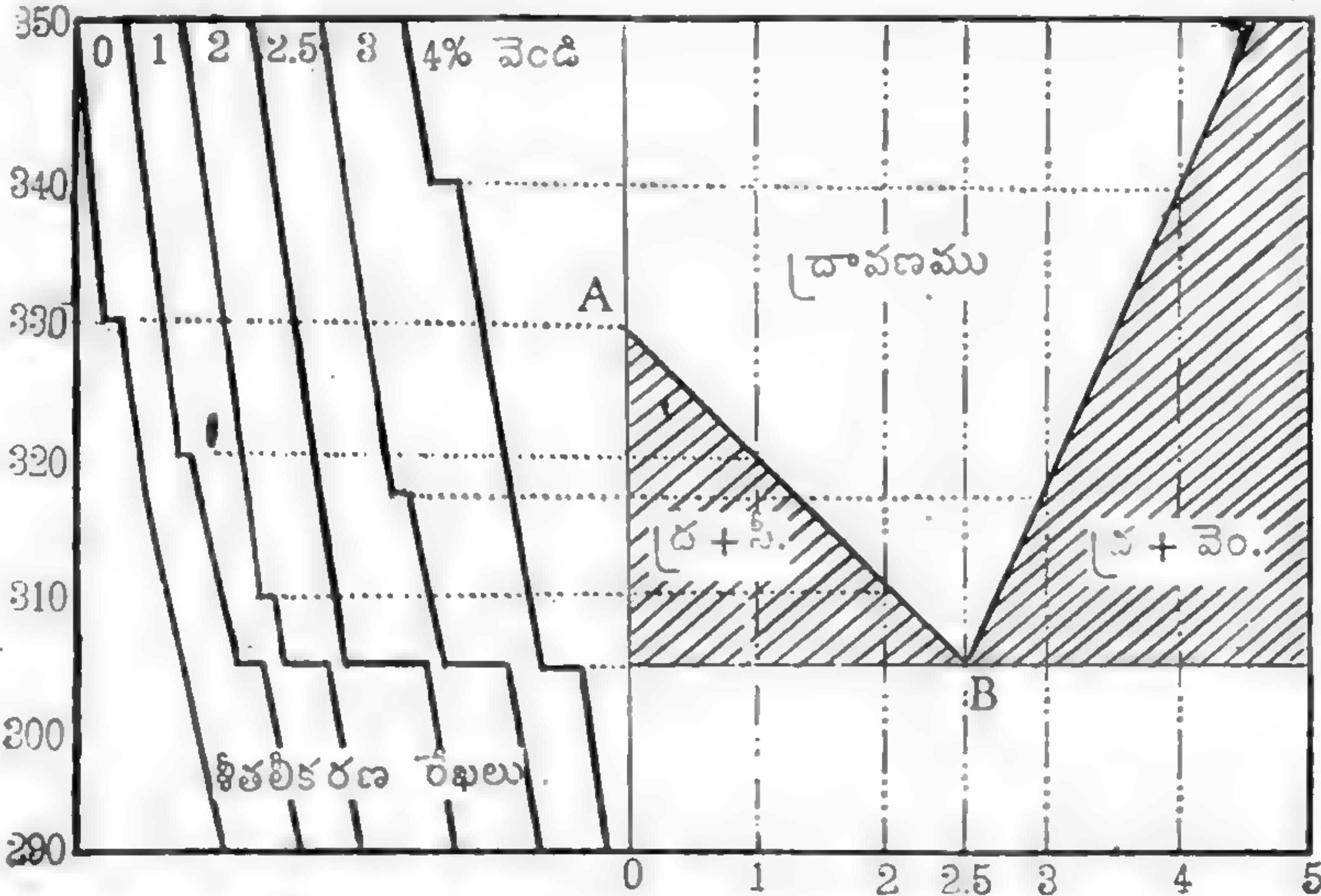
రూపమున బయటనెట్టుటకు ప్రారంభించిన ఉణుమునుంచి శీతలీకరణరేఖలో అకస్మాత్తుగా b వద్ద వంపు బయలుపడును. చల్లారుచున్న ద్రావణమునుండి స్ఫటికములు పయికివచ్చునపుడు బయటపడుతాపమువలన శీతలీకరణ కార్యవేగము మందగించుటచే ఈరేఖ b వద్ద వంపును

చూపినది. ఎక్కువ తాపక్రమమువద్ద ద్రవీభవించు ఘటకము బయటికి ఘనస్థితిలో పోవుచుండుటచే తక్కువ తాపక్రమములో ద్రవీభవించు ఘటకపు సాంద్రత ద్రావణములో పాచ్యగుచుండును. అందువలన ద్రావణపు ఘనీభవన తాపక్రమము క్రమముగా (b నుంచి c వరకు) తగ్గుచుండును. ద్రావణమంతయు మొత్తముగా గడ్డకట్టెడు యుక్లెస్టిక్ తాపక్రమమువద్ద వ్యవస్థయొక్క తాపక్రమము మరల కొంత సేపటివరకు నిలచియుండును.

ఈపరిస్థితి 4 వ పటములో కాలాక్షమునకు సమానాంతరముగానున్న 'cd' అను రేఖాఖండము కనపరచును. ద్రావణమంతయు ఘనస్థితినిచెందిన తర్వాత శీతలీకరణరేఖ మరల తెంపులేక పరిసరతాపక్రమమువరకు సాగును. ఇట్లే వేరువేరునిష్పత్తులుగల ద్రవ్యమిశ్రమలను తీసికొని వాటి శీతలీకరణరేఖలను చిత్రించవచ్చును. ఈరేఖలనన్నింటిని శుద్ధద్రవ్యములరేఖలతోబాటు ఒకేచిత్రమున నొకవరుసలో ఒకేమానమందు కనపరచినచో 5 వ పటమువంటి పట మేర్పడును. 5 వ పటము వెండి, సీసములమధ్య సుద్రవధాతు మిశ్రమ ధాతురాశుల పనిష్పత్తిలో ఏర్పడునో, దాని ఘనీభవనతాపక్రమము ఏదియో

కనపరచును.

5 వ పటములో ఎడమవైపు అర్ధభాగములో శుద్ధ సీసపు రేఖ (1), ఒకశాతము వెండిగల సీసపు రేఖ (2), 2.5 శాతముల వెండిగల సీసపు రేఖ (3), మూడుశాతముల వెండిగల సీసపు రేఖ (4), నాలుగు శాతముల వెండిగల సీసపు రేఖ (5), ఇట్లు ఐదు రేఖలు పొందు



5 వ పటము. శీతలీకరణరేఖలనుండి ధాతుమిశ్రమముయొక్క ద్రవాంశనిష్పత్తునరేఖలు ఎట్లు లభ్యమగునో చూపు పటము.

వరుపబడినవి. ఈ రేఖలలో వంపుచూపు బిందువుల నన్నింటిని క్రమముగా మరియొక రేఖతో గలిపినచో పటములో కుడివైపునందు చూపింపబడిన ఘనీభవన చిత్రము సిద్ధించును.

తామ్రము : చూ. రాగి; రాగివర్గము.



తామ్సన్, సర్ జోసెఫ్ జాన్ (1856 - 1940): ఇంగ్లీషు భౌతికవిజ్ఞాని; మాంచెస్టర్, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీ లలో విద్యనభ్యసించి, కేంబ్రిడ్జిలో 1884లో భౌతికశాస్త్రాచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1905లో అట్టపదవి నే రాయల్ ఇన్ స్టిట్యూషన్ లో కూడ అలంకరించెను; 1918లో 'మాస్టర్ ఆఫ్ ట్రినిటీ కాలేజ్' బహుకరించబడెను. ఇచ్చటనే కేవెండ్లిశోధనాగారమును స్థాపించెను. 1884 లో

రాయల్ సంఘసభ్యుడాయెను. 1906 లో నోబెల్ బహుమానమును పొందెను. భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములయందు గణితశాస్త్రవినియోగము, ఆవర్తముల అనుశీలన, విద్యుదావిష్టకణముల ద్రవ్యరాశి నిర్ధారణ అనునవి ఈయన ప్రారంభ పరిశీలనా విషయములు.



సర్ జోసెఫ్ జాన్ తామ్సన్

వాయువులలో విద్యుద్వాహకత్వమును గురించి 1897 లో ఈయన కావించిన ప్రయోగముల ఫలమే, ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ప్రథమావిష్కరణ. ఈ ప్రయోగ ఫలములు పరమాణురచనా పరీక్షకు నాందిగా ఆచరించినవి. ఈ సందర్భముననే ధన కిరణములను కూడ తామ్సన్ కనుగొనెను. తామ్సన్ నవీనభౌతికశాస్త్రస్థాపకుడుగా ప్రసిద్ధికాంచెను. ఈయన యాజమాన్యము క్రింద కేవెండ్లి పరిశోధనాగారము లోకవిశ్రుతమైనది. పరమాణురచనా రహస్యములను ఉద్ఘాటించిన విజ్ఞులలో చాలమంది ఈ శోధనాగారములో శిక్షను పొందినవారలే. డి. వ. న.

**తారతమ్య సాంద్రత :** సాంద్రత అనగా యూనిట్ ఆయతనపు భారము ప్రాయోగికముగా ఒక వస్తువు భారము గ్రాములలోను, ఆయతనము ఘనసెంటీమీటరులలోను నిర్ణయించి, ఆయతనముచే భారమును భాగించిన వచ్చు భాగఫలమునకు 'సాంద్రత' (డెన్సిటీ) అనిపేరు. సాంద్రత ఒకవస్తువు ఇమిడికను తెలియచేయును; బంగారము సాంద్రత 19, ఇనుము సాంద్రత 8. అనగా, బంగారము ఇనుముకన్న చాల ఇమిడిక గల ధాతువు.

రెండువస్తువుల సాంద్రతల తారతమ్యగణనలో, ఒక వస్తువుసాంద్రత రెండవవస్తువు సాంద్రతకన్న ఎన్ని రెట్లు

అధికమో సూచించుసంఖ్యకు 'తారతమ్య సాంద్రత' (రెలిటివ్ డెన్సిటీ) అని పేరు, దీనికే 'విశిష్టగురుత్వము' (స్పెసిఫిక్ గ్రావిటీ) అనిపేరు. వస్తువుల సాంద్రతను సరిపోల్చుటకు ఒక ప్రమాణద్రవ్యపు సాంద్రతను యూనిట్ గా తీసికొనుట సంప్రదాయము. ఘనముల, ద్రవ్యముల తారతమ్య సాంద్రతను గణించినపుడు నీటిసాంద్రత యూనిట్ గా తీసికొనుట రివాజు. అందువలన ఏ ఘనద్రవ వస్తువు తారతమ్యసాంద్రత యైనను ఆవస్తువు సాంద్రతను నీటిసాంద్రతచే భాగించగా లభ్యమగును. నీటిసాంద్రత ఒకటికి సమానమని భావించుటచే, ఘనద్రవద్రవ్యముల తారతమ్యసాంద్రత వాటి శుద్ధసాంద్రతకు సమానము.

వాయువుల విషయములో హైడ్రోజన్ సాంద్రతను ప్రమాణ సాంద్రతగా తీసికొందుము. వాయువుల సాంద్రతను తెలియచేయుటలో, ఒక ఘనసెంటీమీటరు ఆయతనము యూనిట్ తీసికొనుట వలనుపడదు. ఏలన వాయువు చాల విస్తృతమైన ద్రవ్యమగుటచే ఒకఘన సెంటీమీటరులోనున్న వాయుభారము ప్రయోగమునకు సులభముగా అందనంత అల్పముగా ఉండును. అందుచే, వాయువుల విషయములో మనము తీసికొను ప్రమాణాయతనము ఒక లీటరు. అనగా, ఒకలీటరు ఆయతనము గల ఏ వాయువు భారమైనను దాని సాంద్రత అనబడును. వాయువులలో హైడ్రోజన్ చాలతేలికయైనది అగుటవల్ల, దీనిసాంద్రతను, వాయువుల తారతమ్య సాంద్రతలను గణించుటయందు ప్రమాణసాంద్రతగా వాడుదురు :

$$= \frac{\text{ఒక లీటరు వాయువుభారము (ప్రమాణస్థితులలో)}}{\text{ఒక లీటరు హైడ్రోజన్ భారము (ప్రమాణస్థితులలో)}}$$

ఒకలీటరు హైడ్రోజన్, ప్రమాణప్రేష, తాపక్రమములలో 0.0892 గ్రాము తూగును :

$$\text{వాయువు తారతమ్యసాంద్రత} = \frac{\text{వాయువు సాంద్రత}}{0.0892} =$$

11.2 X వాయువు సాంద్రత.

11.2 అను అంకె ఒకటిని 0.0892 చే భాగించగా వచ్చిన ఫలము. భౌతికశాస్త్ర ప్రథమపాఠముగా సాంద్రతకు వ్యుత్క్రమ ఫలము ఆయతనమని నేర్చికొంటిమి. అందుచే, 11.2 అను అంకె ప్రమాణపరిస్థితులలో ఒకగ్రాము హైడ్రోజన్ ఆయతనమును తెల్పును. ఈ పై చర్చవలన సిద్ధించిన సూత్రమేమన :

$$\text{వాయువు తారతమ్యసాంద్రత} = \text{వాయుసాంద్రత} \times 11.2.$$

అనగా, ఏ వాయువు సాంద్రతయైనను ఆ వాయువు యొక్క 11.2 లీటరుల భారమునకు సమానము అగును. ఈ ఫలము వాయువుల లఘుభారములను నిర్ణయించుటలో



## తాలియమ్

చాల ఉపకారకము. ఏలన వాయువుయొక్క తార తమ్య సాంద్రతను రెండుచే గుణించినచో ఆ వాయువు యొక్క అణుభారము సిద్ధించును (చూ. రాసాయనిక శాస్త్రమూల సిద్ధాంతములు). మే. వ. స.

**తాలియమ్ :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 81, సంకేతము Tl, పరమాణుభారము 204.39, దీనిని 1861 లో క్లాడ్, ఆగష్ట్ లేమీ, 1895 లో విలియమ్ క్రుక్స్ కనుగొన్నారు. తాలియమ్ భూతలము పైని కొంత విస్తారముగా దొరకు ధాతువు. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ త నుయారుచేయుటకు ఉపయోగించు ఐరన్ పై రిటీన్ ఖనిజములో ఇది అనివార్యముగా ఉండును. ఆ ఖనిజము లను కాల్చుకొలిమినుండి బయటకు వెడలు ధూళితో ఇది సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయు పెట్టెలలో ప్రోగ గును. ఈ పెట్టెలలోనుండు మడ్డినుండియే తొలుదొల్త(1861) వర్ణమాల పరీక్షద్వారా క్రుక్స్ దీనిని అవిష్కరించెను. వర్ణమాలలో ఇది చూపు ఆకుపచ్చరేఖనుండి దీనికి తాలి యమ్ (గ్రీకుభాషలో తాలాస్ = ఆకుపచ్చ) అనుపేరు వచ్చినది. ఈ ధాతువు, దీని లవణములు, బున్ సెన్ జ్వాలకు ఆకుపచ్చ రంగును సంక్రమింపజేయును. తాలియమ్ ధాతువు మూడవవర్గమందు దిగువనున్నది. అందువలన తనప్రక్కనున్న సీసముతో చాల రాసాయనికధర్మ సాదృశ్యము దీనికి గలదు. ఇదికూడ సీసమువలె బరువైన, తెల్లటి, మెత్తనైన ధాతువు. గాలిలో ఆక్సిజన్ తో, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ తో సంయోగించి త్వరగా మారి పోవును.

**యౌగికములు-ఆక్సైడ్లు :** తాలియమ్ ఆక్సైడ్  $[Tl_2O$  (తాలియమ్ ఆక్సైడ్)], తాలి ఆక్సైడ్  $[Tl_2O_3$  తాలి యమ్ ఆక్సైడ్].

**క్లోరైడ్లు :** తాలియమ్ క్లోరైడ్, సిల్వర్ క్లోరైడ్ వలె నీటిలో కరుగని లవణము.

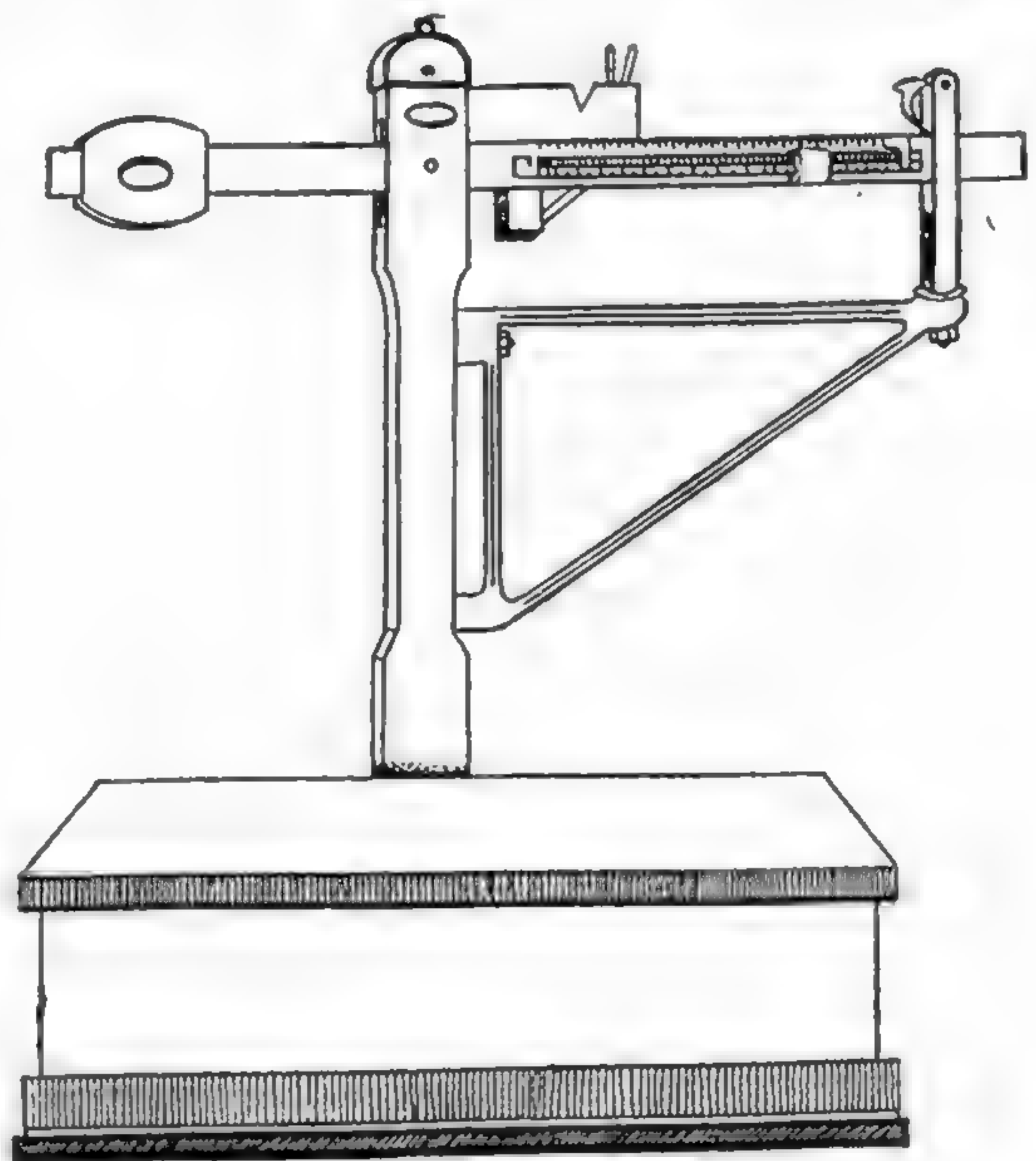
తాలియమ్ ధాతువు కొన్ని ఊరధాతువులవి, కొన్ని వెండివి, కొన్ని సీసపువి ధర్మములను కలిపి చూపును (చూ. అల్యూమినియము వర్గము). మే. వ. స.

**తునికోల (రోమన్ తునికోల):** మామూలు త్రాసులో ఒకవైపు తూచవలసిన వస్తువును వ్రేలాడకట్టి రెండవవైపు భారమును క్రమముగా పోచుచేయుచు తులాదండము ఊతిజ సమానాంతరముగా నుండు లాగున చూచి వస్తువు బరువును తెలిసికొనవచ్చును. కాని సాధారణ రోమన్ తునికోలలో మాత్రము 'బలము'గా ఆచరించు వ్రేలాడ దీయుభారమును మార్చక, ఆ భారమును తులా దండముపై ఇటునటు కదిపి, ఆధారమునకు, బలమునకు

మధ్యనున్న దూరమును మాత్రము మార్చి తులాదండ మును ఊతిజసమానాంతరముగా ఉండునట్లు చేయుదురు. తులాదండముపై నడపుచున్న భారము దండముపై ఏ స్థాన మున నుండిన వస్తుభారము ఎంతయగునో చిహ్నితమై ఉండును. ఈ చిహ్నాలవలన వస్తుభారమును సులభ ముగా కనుగొనవచ్చును. ఈ త్రాసును కంచుకమ్మరులు వాడుక చేయుదురు.

**డేనిష్ తునికోల :** రెండవరకపు డేనిష్ తునికోల అను దానిలో తులాదండపు ఒకకొనను ఒకకొక్కెమును, రెండవ కొనను ఒకబరువైన దిమ్మయును అమర్చి ఉండును. ఈ కొక్కెమునకు తూచవలసిన వస్తువును వ్రేలాడదీయుదురు. బలమునకును, భారమునకును మధ్య నున్న ఆధారము, ఇందు ఇటుగటునరదలలోనికి నడుపుటకు వీలగు ఒకత్రాడు ఉరి రూపమున ఉండును. ఈ ఉరిని ఇటునటు నడిపి ఆధారమునకును, బలమునకును మధ్య నున్న దూరమును మార్చి తులాదండమును ఊతిజసమానాం తరముగా ఉండునట్లు చూచెదరు. ఉరి ఏనరదలోనుంచిన వస్తుభారము ఎంతయుండునో దండముమీద చిహ్నితమై ఉండును. ఈ చిహ్నాలవలన వస్తుభారమును సులభ ముగా కనుగొనవచ్చును. ఏ. వ్యా.

**తుల (ప్లాట్ ఫారమ్ కాటా):** ఇది బరువు సామాను లను తూచుటకు ఉపయోగించుకాటా. రైల్వేస్టేషనుల



ప్లాట్ ఫారమ్ కాటా

లోను, వ్యాపార కేంద్రములందును, బరువైన సామానులను తూచుటకు ఈ కాటాలను ఉపయోగింతురు.



ఈ కాటాలయందు ఒక ప్లాట్ ఫారమ్, దానినుండి ఒక స్తంభము, ఆ స్తంభమునుండి ఊతిజసమానాంతరముగ ఒక తులాదండమును ఉండును. దండముపై ఒక స్కేలు కలదు. అది భారములను కిలోగ్రాములలో తెలుపును. ఈ స్కేలుపై ఇటునటు జరుపవీలగు రెండు ఆరోహములు కలవు.

తూచవలసిన వస్తువులను కాటాప్లాట్ ఫారమ్ మీద పెట్టి ఒకమీటను క్రిందికి లాగుదురు. అప్పుడు ఆ వస్తువు ఆ దిమ్మక్రిందనున్న మీటను క్రిందికి నొక్కును. ఈ మీట స్తంభము మీదినుండి పైకి కనబడు తులాదండపు ప్రాస్థ భుజమును క్రిందికి లాగును. ఇప్పుడు ఆరోహకమును ఇటు నటు జరిపి తులాదండ మును ఊతిజసమానాంతర ముగ ఉంచి ఆవస్తువు బరు వును నిశ్చయించవచ్చును. వీని సహాయమున తక్కువ బలముతో ఎక్కువ భార ములను తూచవచ్చును.

సున్నితపు త్రాసు : మామూలుత్రాసులో మధ్య ఆధారముపై ఆనుకొని ఉన్న దండమును, దాని రెండు కొనలను రెండు తూనిక పళ్ళెములును తగి లించి ఉండును. వీటిలో ఒకదానిలో తూచవలసిన వస్తువు నుంచి, రెండవ దానిలో దండము ఊతిజసమానాంతరముగ ఉండువరకును, తూనిక ప్రమాణభారములను ఉంచెదరు. అందుచే, త్రాసు మొదటిరకమునకు చెందిన ఉచ్చాలకము. ఇందు, ఒకవైపు దండమును తిరుగునట్లు చేయు బలము, దానిని ఎదుటివైపు తిరుగునట్లు చేయుబలముచే సమానముగ ప్రతిఘటించబడి నపుడు సమతాస్థితి చేకూరును. యథార్థమగుఫలము నీయ గల త్రాసునకు క్రింది లక్షణము లుండవలెను :

1. దండము రెండుభుజములును సమానమైన పొడవు కలవిగా ఉండవలెను. అట్లుకానిచో భుజముల కొనలను వ్రేలాడుభారములు సమానముగ ఉండజాలవు. భుజముల పొడవు సమముగ ఉన్నదియు, లేనిదియు పరీక్షించుటకు మొదట రెండుభారములను రెండుపళ్ళెములలోను దండము ఊతిజసమానాంతరముగ నిలచువరకు ఉంచవలెను. తరు వాత ఈ భారములను పళ్ళెములలో తారుమారుగ మార్చి

నపుడు కూడ దండము ఊతిజసమానాంతరముగ ఉండిన భుజములు రెండును సమదీర్ఘములని నిర్ణయించవచ్చును.

2. పళ్ళెములు శూన్యముగ ఉన్నపుడు దండము సమతా స్థితిలో ఉండవలెను. అనగా, దండము ఊతిజసమానాంతర ముగ ఉండవలెను. అందుచే, పళ్ళెముల భారములు కూడ సమముగ ఉండవలెను.

3. పళ్ళెములతోకూడిన దండపు గరిమనాభి, దండము ఊతిజసమానాంతరముగ ఉన్నపుడు ఆధారబిందువుతో ఊర్ధ్వసరళరేఖలో ఉండుటయేకాక, ఆధారబిందువుకు కొంచెము దిగువగ ఉండవలెను (చూ. గరిమనాభి; పు. 818).

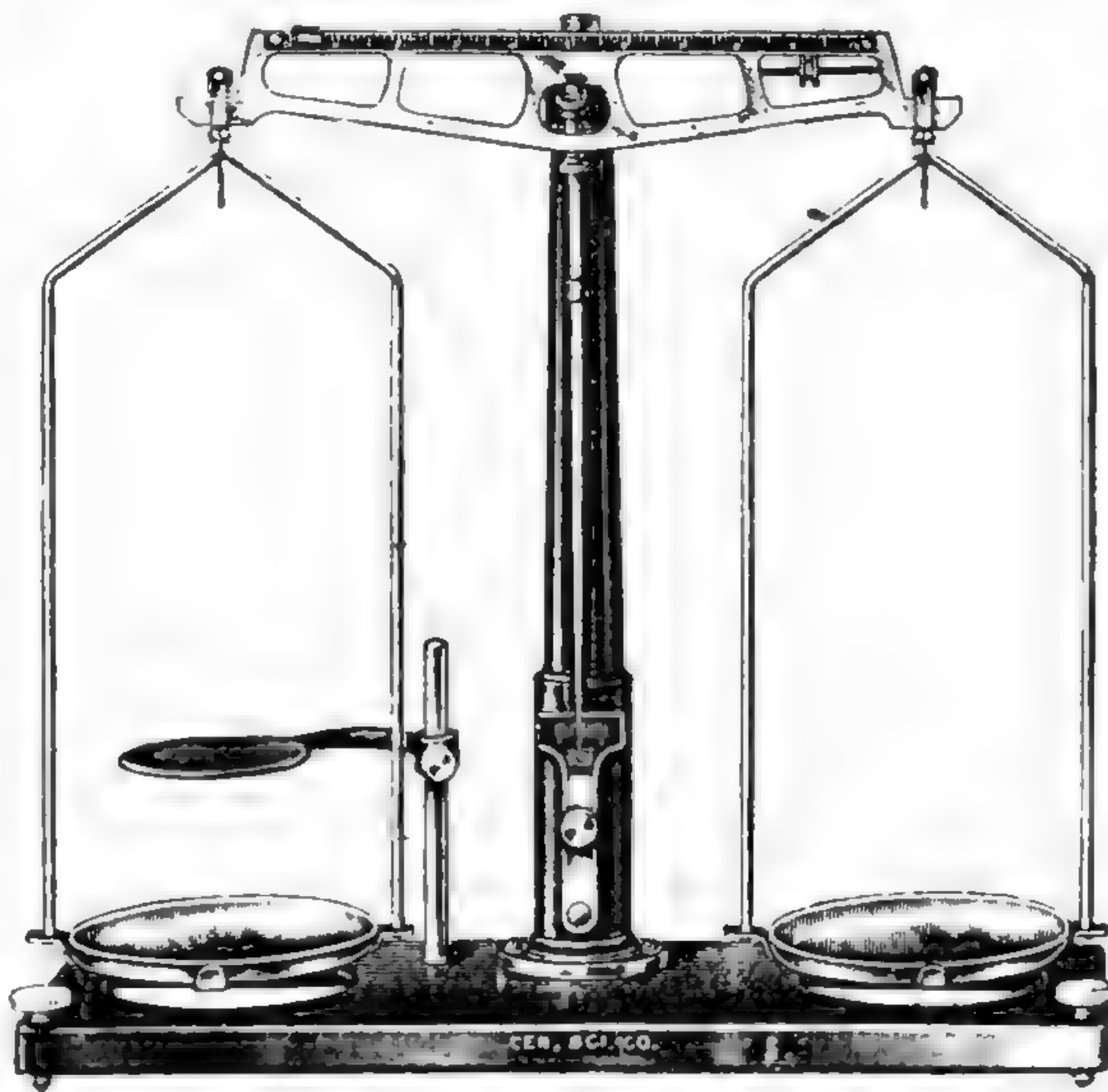
త్రాసుయొక్క సున్నితము : ఒకపళ్ళెములో భారమును కొంచె మధికముచేసినపుడు, దండము ఎక్కువ తిరుగ గలిగిన, అనగా పళ్ళెము లలో చాల అల్ప భార వ్యత్యాసము కారణముగ దండము ఎక్కువ కోణ ములో భ్రమించ గలిగిన అట్టిపరిస్థితిలో త్రాసు చాల సున్నితమైనది అం దు ము. త్రాసును అధికముగ సున్ని తముగ చేయుటకు క్రింది పరిస్థితులను పాటించ వలెను :

1. వాటితేలికకు, గట్టి తనమునకు భంగము రాకుండ, దండభుజములు

వీలైనంతపొడవుగ ఉండవలెను. ఏలన, భుజము పొడవు హెచ్చైనకొలది స్వల్పభారమైనను, దండమును సులభ ముగ తిరుగునట్లు చేయగలదు.

2. గట్టితనముచెడకుండ, దండము భారము వీలైనంత తక్కువగ ఉండవలెను. ఏలన, పళ్ళెమున ఉంచిన బరువు వలననే దండము ముఖ్యముగ తిరుగవలెను. అనగా, పళ్ళెము లోని భారము దండమును ఆధారబిందువుపై తిరుగునట్లు చేయగల మొత్తపు భారములో గరిష్ఠభాగముగ ఉండ వలెను.

ఈ పై రెండుపరిస్థితులను, దండమును మిక్కిలితేలిక యగు 'మగ్నీలియము' అను అల్యూమినియము, మగ్నీషి యమ్ ధాతుమిశ్రముతో తయారుచేయుటవలనను, బరువు ఎంత ఎక్కువైనను సులభముగ వంగిపోవని ఆకార మును దండమునకిచ్చుటవలనను కల్పించవచ్చును.



సున్నితపు త్రాసు



## తుల్యభారభావము

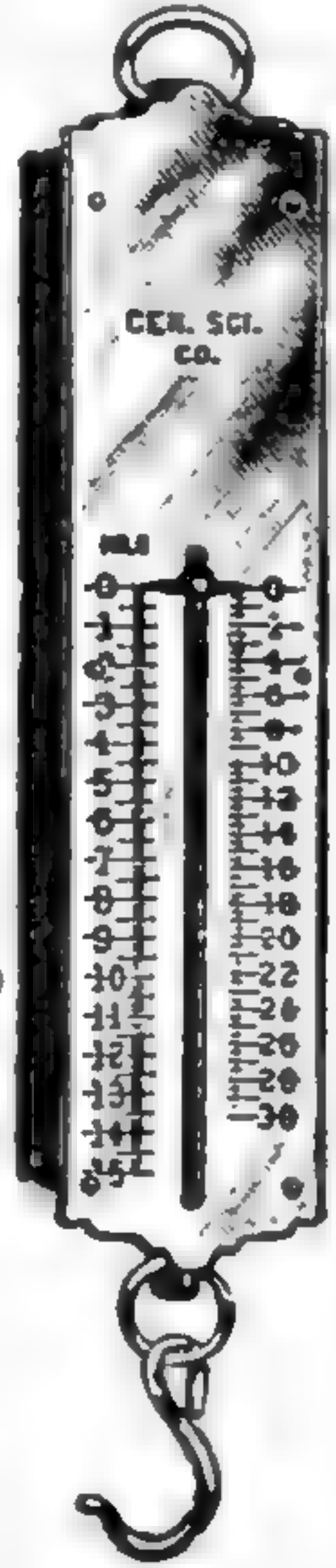
3. దండభారమే దండము ఊతిజనమానాంతరముగ ఉండునట్లు కారణముకాకుండ దండపుగరిమనాభి ఆధార బిందువుకు కొంచెము దిగువకు వచ్చునట్లు చేయవలెను.

4. తులాయంత్రాంగములు చలించునపుడు వాటి పరస్పరసంఘర్షణ ఎంతతక్కువగ ఉండిన అంతమంచిది. ఈ ప్రయోజనమునకై దండమునకు దండపుకొనలనుండు వశ్యములకు ఆధారములుగ ఉండు అంచులు వీలైనంత గట్టిగను, వాడిగను ఉండునట్లు చూడవలెను. ఈ అంచులకు ఆనుకొనియుండు తలములు నున్నగను, గట్టిగను ఉండవలెను. అందుచే ఈ అంచులు, అంచులకు ఆనుకొని ఉండు దిమ్మలు, బాగుగా నునుపుచేయబడిన గట్టిఉక్కుతోగాని, లేదా మిక్కిలి సున్నితమైన త్రాసులలో ఆగిట్ అను ఖనిజముతోకాని చేయుదురు. ఆగిట్ దిమ్మలు అమర్చిన సున్నితపుత్రాసు మామూలుదానికన్న ఖరీదు పాచ్చు.

5. ఒక పొడవైన నిలువుసూచి ఉపయోగించుటచే త్రాసునింకను, సున్నితముగచేయుటకు వీలున్నది. ఏలన, దండము ఏమాత్రము తన ఊతిజనమానాంతర స్థితినుండి ఒరిగిన ఈ సూచిముల్లు, పెద్దచాపముపై తిరుగును.

స్ప్రింగ్ త్రాసు : స్ప్రింగ్ యొక్క ఒకకొనను సుస్థిరముగ బిగించి, రెండవకొననుండి భారమును వ్రేలాడదీసినచో ఆ స్ప్రింగ్ సాగును. స్ప్రింగ్ సాగిన పరిమాణమునకును, దాని చివర వ్రేలాడదీసిన బరువునకును సంబంధ సామ్యము (డై రెక్ట్ రేషియో) ఉన్నది. స్ప్రింగ్ యొక్క ఈ గుణమును ఉపయోగించి స్ప్రింగ్ త్రాసును నిర్మించిరి.

సాధారణముగా స్ప్రింగ్ త్రాసులో ఒక ఉక్కుస్ప్రింగ్ ధాతుగొట్టములోని కొక్కెము నుండి వ్రేలాడు చుండును. స్ప్రింగ్ యొక్క రెండవకొనకు ఒకసూచిక ఉండును. దాని అడుగున కొక్కెముగల ఒక ధాతు సెలెండరు వ్రేలాడుచుండును. గొట్టముపై దాని పొడుగునగల చీలికలో స్ప్రింగ్ యొక్క సూచిక క్రిందికిని, పైకిని జరుగుచుండును. ఈ గొట్టముపై ఒక స్కేలు గుర్తింపబడి యుండును. ఈ స్ప్రింగ్ త్రాసు స్కేలును స్ప్రింగ్ త్రాసును తయారు చేయునపుడు ప్రమాణభారముల సహాయముతో గుర్తించెదరు. ఈ స్కేలు భాగములు భారములను పానులలో తెలుపును. కొన్ని త్రాసులలో అవి గ్రాములను కూడ తెలుపుచుండును.



తూచవలసినవస్తువును త్రాసుయొక్క కొక్కెమునుండి వ్రేలాడదీయుదురు. అపుడు సూచిక స్కేలుమీద ఆవస్తువు యొక్క భారమును తెలుపును. ఏ. వ్యా.

తుల్యభారభావము : కేవలము ప్రయోగమువలన తెలిసికొనుటకువీలైనది ప్రమాణముగా తీసికొనిన ఒక మూలద్రవ్యముయొక్క నియతభారముతో సంయోగించు మరియొక మూలద్రవ్యముయొక్క భారము. హైడ్రోజన్ మూలద్రవ్యములకెల్ల చాలతేలికయైనది గనుక రాసాయనికులు హైడ్రోజన్ ప్రమాణముగా తీసికొని దాని నియతభారము అనగా ఒకగ్రాముతో సంయోగించు ఏదేని మూలద్రవ్యము యొక్క భారమునకు తుల్యభారమని పేరిడిరి. తుల్యభారభావము కేవలము ప్రయోగజన్యమగుటచేత దీనికి సిద్ధాంతనిరూపణము అనవసరము. జింకు వంటిధాతువులు హైడ్రోజన్ తో సంయోగించకపోయినను ఆప్లుములవంటి హైడ్రోజన్ యోగికములనుండి ఆ ధాతువులచే హైడ్రోజన్ ను సాధించనగును. ఇట్టి ధాతువుల విషయములో ఒకగ్రాము హైడ్రోజన్ ఆప్లుమునుండి వెళ్ళగొట్టగలిగిన ధాతువుయొక్క భారమును తుల్యభారముగా పరిగణింతురు. హైడ్రోజన్ తో సంయోగించలేనట్టిగాని లేదా ఆప్లుములనుండి దానిని స్థానచ్యుతిని పొందించలేనట్టిగాని మూలద్రవ్యముల విషయములో సామాన్యముగా మూలద్రవ్యములు అన్నిటితో సంయోగించగల ఆక్సిజన్ నుగాని, క్లోరిన్ నుగాని ప్రమాణముగా తీసికొనవలసియున్నది. అందువలన తుల్యభారపదమును క్రిందిరితిని నిర్వచించవచ్చును.

ఒకగ్రాము హైడ్రోజన్ తోగాని, లేదా దీనికి రాసాయనికముగా తుల్యమగు రిగ్రాముల ఆక్సిజన్ తోగాని, 32.0 గ్రాముల క్లోరిన్ తోగాని, సంయోగించగలుగునట్టిదిగాని, లేదా ఒకగ్రాము హైడ్రోజన్ ను దాని యోగికములనుండి స్థానచ్యుతి పొందించునట్టిదిగాని అగు మూలద్రవ్యభారమునకు తుల్యభారమని పేరు. మే. ప. న.

తూలియమ్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము పరమాణ్వంకము 89; సంకేతము Tm; పరమాణుభారము 188.94; విశిష్టగురుత్వము 9.318; దీనిని 1897లో పీలీ, తియోడోర్, క్లీవ్ అనువారలు కనుగొన్నారు. \* \* \*

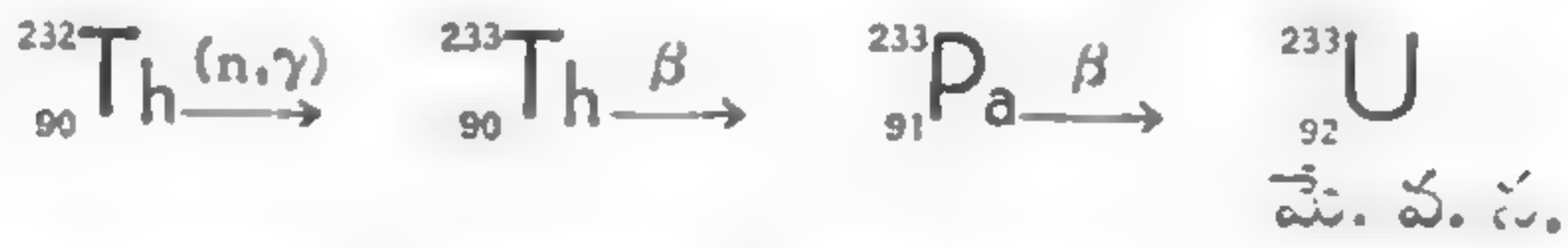
తేలుట : చూ. ఆర్కిమీడిజ్ సూత్రము - పు. 184.

తోరియమ్ : రేడియోధార్మిక స్వభావముగల రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 90; సంకేతము Th; పరమాణుభారము 232.05 (స్థూలరాశి) ఇది ఫాస్ఫేట్ యోగికరూపమున మోనజైట్ అను ఖనిజమందు దొరకును. ఈ ఖనిజము అపురూప మృత్తుల ఫాస్ఫేట్ ల

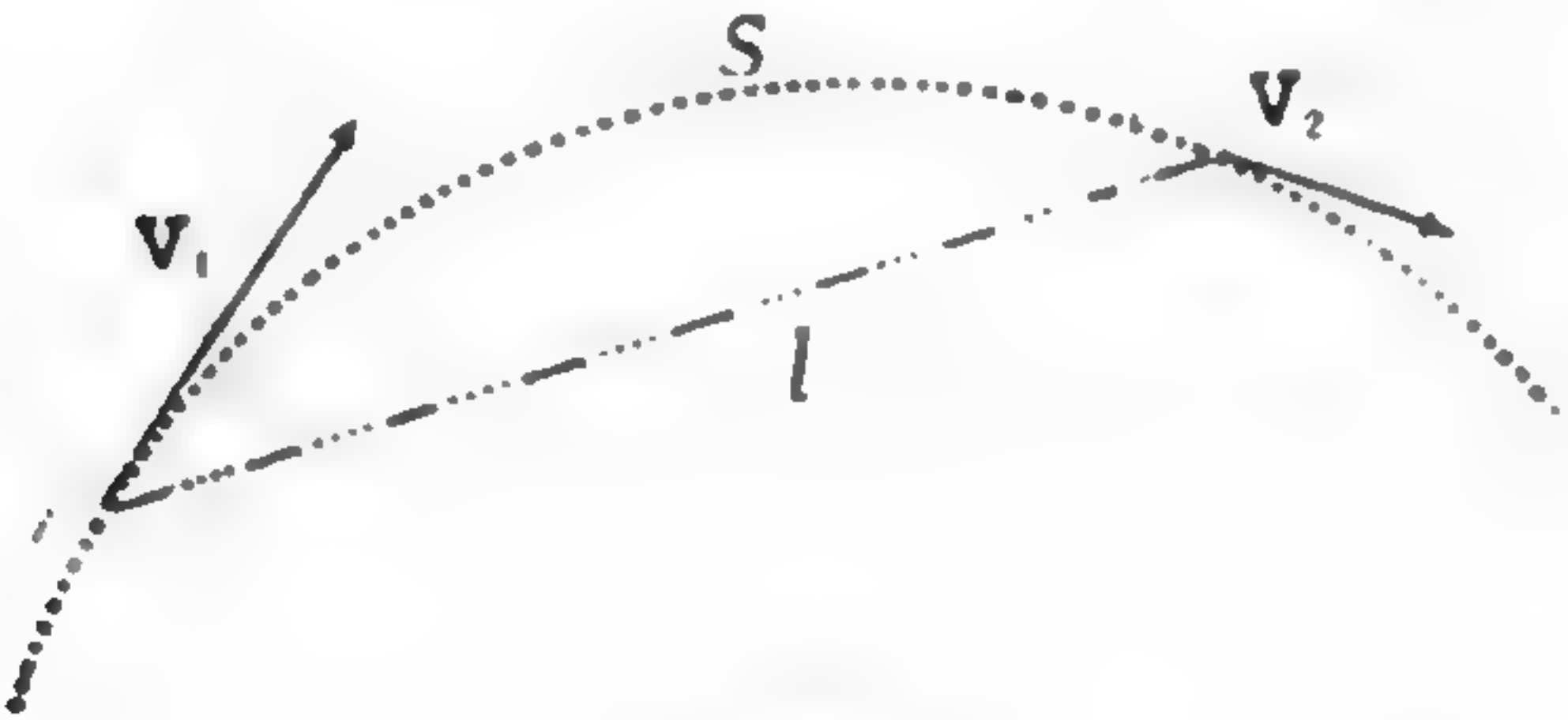


సమరూప (ఐసోమార్ఫస్) మిశ్రము. శూన్యమందు దీప్తి మంతముగా చేయబడిన టంగ్స్టన్ తీగపై పూసిన తోరియమ్ అయిడైడ్ వేడికి విడిపోయి తోరియమ్ ధాతువును ఇచ్చును. ఇది ప్లాటినమ్ను పోలి ఉండును. ఇది చతుర్భుజ నీయమ  $\text{ThO}_2, \text{ThCl}_4$  మొదలగు యాగికములనిచ్చును. తోరియమ్ ఆక్సైడ్ గాస్ దీపముల చిక్కములకు ఉపయోగించుచున్నది. ప్రాడ్రోజన్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ సంక్లేషణకు ఉద్దిష్టమైన ఫిషర్ ట్రాప్ విధానమందు  $\text{ThO}_2$  ప్రేరకమిశ్ర ఘటకముగాను ఉపయోగించును.

విద్యుద్దీపముల రాకచే మేంటిల్ పరిశ్రమ అడుగంటినది. తక్కిన ఉపయక్తతరమైన అపరూపమృత్తు యాగికముల తయారుచేయు ప్రక్రియయందు తోరియమ్ యాగికములు ఉపయోగములేక మిగిలిపోవు చున్నవి. కాని పరమాణుశక్తిని ఉపయోగించు నేటి ఉత్పాదకపరమాణు పేర్పులలో తోరియమ్  $^{233}\text{U}$  అను విచార్య ద్రవ్యముగా పరివర్తించబడు చున్నది. ఆ పరివర్తన ఇది:



**త్వరణము :** వస్తువుల చలనప్రకారములను నిరూపించు గణితాస్త్రమందు ద్రుతి, వేగము, త్వరణము అను మూడు భావములుమౌలికములు ఒకబింటిని చేతితో విసరినపుడు అంతరాళములో అది తీసికొన్న వంకరబాట చిత్రములో S అను విధ్వక్రరేఖచే సూచింపబడినది. ఒక నిర్దిష్ట ఊణములో బింటిస్థానము P అయినచో t సెకనుల తరు



1 వ చిత్రము

వాత దానిస్థానము Q కావలెను. P నుండి Q కి ఋజురేఖాదూరము l అనుకొందము. అప్పుడు l/t అను భాగ హారఫలము t సెకనుల కాలావధిలో బింటియొక్క సగటు వేగము అని భౌతికశాస్త్రముయొక్క నిర్వచనము. ఇది బింటి ఏ ఊణములోనైన చూపు తాత్కాలిక వేగముకన్న చాల భిన్నమైనది. తాత్కాలిక వేగభావము కూడ చాల ముఖ్యమైనది. దానిని క్రింది ప్రకరణములో చర్చింతము :

వేగము ఎప్పుడును సదిశరాశియే (అనగా, చలనమందు వస్తువుపట్టిన దిశనుకూడ నిరూపించురాశి). పైని మనము

స్వీకరించిన సగటు వేగనిర్వచనము, వస్తువు P నుండి Q కి తీసికొన్నబాట ఎంతవంకరయైనను, దాని చలనము ఎంత క్రమరహితమైనను, గణితశాస్త్ర రీతిని యథార్థమైనదే.

**ద్రుతి :** వస్తువు చలించుదిశ జోలికిపోక, అది గమించు రేటును మనము లెక్కకట్టునపుడు దాని ద్రుతిని కనుగొనుచున్నాము. అనగా, వేగమును నిర్ణయించునపుడు ఆ నిర్ణయము వస్తువు చలించుదిశతో సంబంధములేని రేటుకు 'ద్రుతి' అనిపేరు.

ఒక నిర్దిష్ట కాలావధిలో ఒక వస్తువుయొక్క సగటు వేగభావము, దాని సగటు ద్రుతిభావముకన్న చాలభిన్నమైనది. చిత్రమునుండి S/t బింటియొక్క సగటు ద్రుతియనియు, l/t దాని సగటువేగమనియు స్పష్టమగును. ఇచ్చట S అను దూరము P నుండి Q వరకు విస్తరించి ఉన్న వక్రమార్గము; l అను దూరము ఆ రెండు బిందువుల మధ్యనున్న ఋజుమార్గము. ఇందువలన మనము తెలిసికొనవలసిన ముఖ్యవిషయము ఒకటికలదు. వేగనిర్ణయము ఎప్పుడును చలించుచున్న వస్తువుయొక్క ఋజుగతికి సంబంధించియే ఉండును. వస్తువు వక్రమార్గమును పట్టినపుడు, దాని ఋజుగమనదిశ ఊణఊణము మారుచుండును. అనగా, దాని (ఋజు)వేగము అవిరతముగా మారుచుండును. ఇట్టి మారుచుండు వేగమునకు 'త్వరణము' అని పేరు. ఒక వస్తువు ఋజుమార్గమున దూరమును లంఘించురేటు, అనగా,

$$\text{వేగము} = \frac{\text{దూరము}}{\text{కాలము}} \quad \text{లేదా} \quad v = \frac{l}{t}$$

ఆ వస్తువుయొక్క వేగము.

ఊణఊణమునకు మారుచున్న వేగముయొక్క మారేడు రేటుకు 'త్వరణ' మని పేరు.

$$\text{త్వరణము} = \frac{\text{వేగము}}{\text{కాలము}} \quad \text{లేదా} \quad a = \frac{v}{t}$$

పరిమాణమందు సంభవించిన మార్పువలనగాని, లేదా గమనదిశయందైన మార్పువలనగాని వేగము రెండు విధముల మారవచ్చును. ఋజుమార్గమున చలించుచున్న వస్తువు కదలుటకు మొదలుపెట్టిన ఊణమున సెకనుకు 10' వేగము, రెండవ ఊణమున 20' వేగము, మూడవ ఊణమున 30' వేగము, ఇట్లు వేగమందు ఏకరూప పరిమితిగల మార్పును చూపిన దానివేగము సెకనుసెకనుకు వదేసి అడుగుల చొప్పున మారుచున్నది, అందువలన దానికి త్వరణముకలదు. ఆ త్వరణము సెకను సెకనుకు, లేదా సెకనుకు 10' లని చెప్పుదురు. ఇట్లు ఏకరూపముగా మారుచున్న వేగమునకు ఏకరూపత్వరణము



## త్వరణము

అని పేరు. కొంత కాలావధిలో వేగముయొక్క మూల్యమందు కన్పట్టు పెచ్చును ఆ కాలావధితో భాగించిన త్వరణము లభ్యమగును. పై ఉదాహరణమందు మొదటిసెకనులో వస్తువువేగము సెకనుకు 10', మూడవ సెకనులో సెకనుకు 30' అనగా, రెండు సెకనుల కాలము గడిచిన తరువాత వస్తువువేగము సెకనుకు 30' అయినది.

వేగవ్యత్యాసము = 20'. ఈ వ్యత్యాసము రెండు సెకనుల కాలవ్యవధిలో కనబడినది. కనుక,

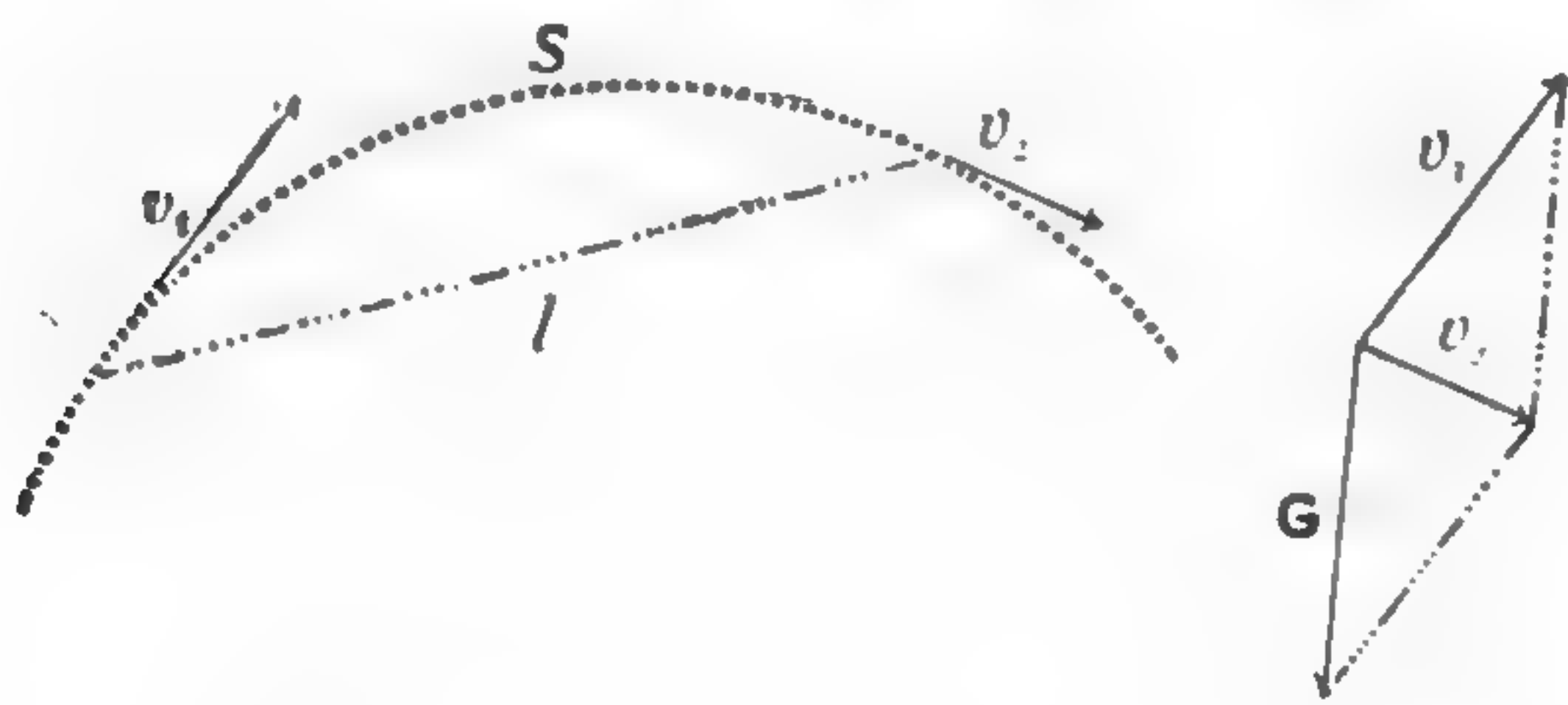
$$\text{వస్తువు త్వరణము} = \frac{\text{వేగమందలి వ్యత్యాసము}}{\text{కాలవ్యవధి}} = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

ఇచ్చట  $v_1$  = కాలవ్యవధిప్రారంభమున వేగము,  $v_2$  = ఆ కాల

వ్యవధి అవసానమున వేగము,  $\frac{v_2 - v_1}{t} = a$  (త్వరణము).

ఈ త్వరణము  $t$  సెకనుల కాలవ్యవధిలో కనబడు సగటు త్వరణమని మనము జ్ఞాపకముంచు కొనవలయును.

ఎత్తునుండి దిగివిడిచిన వస్తువు భూమివైపు ఋజుమార్గమున చలించును. ఈ వస్తువు ఎంత భారము కలిగియున్నను, దిగుటకు మొదలుపెట్టిన సెకనులో 16' రెండవ సెకనులో 32', మూడవ సెకనులో 48' దిగును. అందువలన వస్తువు దిగురేటు ఏకరూపముగా సెకనుకు 16' చొప్పున పాచ్యగుచున్నది. అనగా, దాని త్వరణము 16/సెకను<sup>2</sup> అగును. ఇచ్చట వస్తువేగము అధికమగుచుండుటచే త్వరణము ధన చిహ్నము కలిగియుండును. భూమినుండి పైకి తిన్నగా ఎగురవేసిన రాయి వేగము దిగుచున్న రాతికి విపరీతవిధమున, సెకనుకు 16' చొప్పున తగ్గి, ఒకానొక సెకనులో శూన్యమై రాయి మరల తిరుగుమొగ్గమై భూమివైపు



2 వ చిత్రము

3 వ చిత్రము

పయనించుటకు ఆరంభించును. ఇట్లు పైకి ఎగురవేసిన రాతి వేగము క్రమముగా తగ్గుచుండుటచే త్వరణము ఋణ చిహ్నముగా లేదా ఋణత్వరణమని చెప్పుదుము. వేగపరిమాణమందు మార్పులేకుండ వక్రమార్గమున చలించు వస్తువు త్వరణమును పరిశీలింతము.

చిత్రములో  $v_1$  అను బాణము తొలి సెకనులో బంతికున్న వేగమును తెలియజేయును. అట్లే  $v_2$  అను

బాణము  $t$  సెకనుల తరువాత బంతియొక్క వేగమును తెలియజేయును.  $v_1, v_2$  రెండింటిని సరిపోల్చువలెననిన  $O$  అనుబిందువు వద్దనుండి 3వ చిత్రములో చూపినట్లు సమానాంతర చతుర్భుజమును పూర్తిగా వ్రాసినచో  $G$  అను బాణము  $v_2$  ను ఫలముగా సంపాదించుటకు  $v_1$  కు (సదిశ రాశి సంకలన \* విధిని) కలపవలసిన వేగమును నిరూపించును.

అందువలన  $t$  కాలవ్యవధిలో బంతిస్వీకరించిన వేగమందలి పెచ్చుగా  $G$  ని పరిగణించవచ్చును. ఈ వేగమందు పెచ్చును ఆ కాలవ్యవధితో భాగించిన బంతి సగటు త్వరణము లభించును.

$$\left. \begin{array}{l} \text{సగటు వేగపు} \\ \text{మార్పు రేటు లేదా} \\ \text{ఏవరేజీత్వరణము} \end{array} \right\} = \frac{\text{వేగమందు పెచ్చు}}{\text{కాలావధి}} = \frac{G}{t}$$

ఇచ్చట గ్రహించ వలసిన విషయము ఒకటి ఉన్నది. అది ఏమనిన, పరిమాణమందు మార్పులేకపోయినను, వేగముయొక్క గమనదిశలో మార్పుకలిగినప్పుడు వెనుక వేగములు ముందువాటికన్న అధికమని గణితవిధానమున నిరూపించితిమి.

వక్రమార్గము వర్తులమైనపుడుకూడ పైని వివరించిన భావములన్నియు వర్తించును. అందు ముఖ్యముగా గుర్తించవలసినవిషయము, వర్తులమార్గమును అనుసరించుచు, ఏకరూపముగా కదలుచున్నవస్తువుయొక్క గమనదిశ అనుక్షణము మారుచుండుటచే అదికూడ త్వరణమునకు గురియగునని ఊహించవలసియున్నది. ఈ త్వరణము వర్తులముయొక్క కేంద్రమువైపు జరుగుచుండును. వేగము వలె త్వరణముకూడ సదిశరాశియే. 3వ చిత్రములో  $t$  కాలావధిలో బంతిగడించిన వేగముయొక్క అతిశయమును  $G$  చే నిరూపించుచో  $\frac{G}{t}$  సగటు త్వరణమగును.

అతి ముఖ్యమైన తాత్కాలికత్వరణభావము తాత్కాలిక వేగభావముతోపాటు క్రింది ప్రకరణములో విరివిగా చర్చించబడినది.

**తాత్కాలికవేగము - తాత్కాలికత్వరణము :**  $\Delta t$  కాలములో ఒకవస్తువు పయనించినదూరము  $\Delta s$  అనుకొందము.

$\Delta t$  కాలములో దాని ఏవరేజీవేగము  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$  అగును.  $\Delta s$ ,

$\Delta t$  అను రెండురాశులును క్రమముగా శూన్యమూల్యము

\* ఇచ్చట కలుపుట అనగా అంకెలను అంకెలకు కలుపునట్లు కాదు;  $v_1, v_2$  సదిశరాశులను ఎట్లు సంకలనము చేయవలయునో అట్లు  $v_1$  ని  $G$  తో కలుపవలయును.



వైపు జరుగుకొంది  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$  అను వాటి నిష్పత్తి ఒక నిర్దిష్ట పరిమితమూల్యమును దగ్గరించునని మనము రుజువుచేయ గలిగిన  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$  నిష్పత్తియొక్క అవధిమూల్యము వస్తువు

యొక్క తాత్కాలికవేగ ముగాపరిగణించవచ్చును. ఇట్టి పరిస్థితులలో గణిత శాస్త్ర సంప్రదాయమును

అనుసరించి  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$  అను నిష్పత్తి

$\frac{ds}{dt}$  గా వ్రాయనగును.

ఇచ్చట  $ds$ ,  $dt$  అను సంకేతములు, దూరము యొక్క, కాలముయొక్క అతిస్వల్ప మూల్యమును తెలియజేయును.

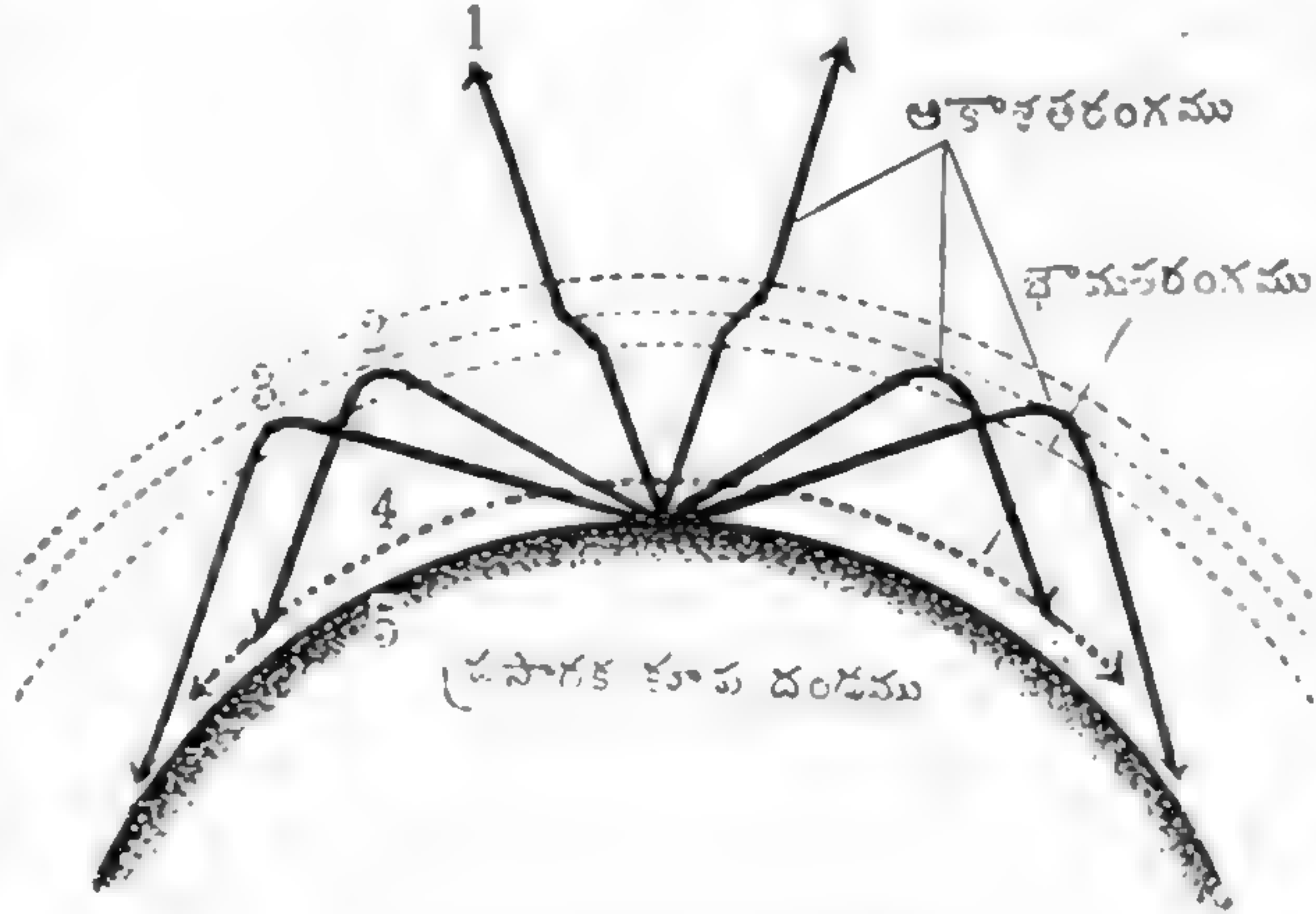
$$\therefore \text{తాత్కాలికవేగము} = \frac{ds}{dt}$$

$ds$ ,  $dt$  లు అవేక్షణమునకు, ప్రయోగమునకు అందనంత సూక్ష్మ రాశులగుటచే, తాత్కాలికవేగము యొక్క ఈ నిర్వచనము అవేక్షణకు కాని, కొలుచుటకు కాని వీలులేనిదే అగును. అందుచే, ఈ నిర్వచనము పర్యవేక్షణ విషయము కాజాలదు. అది కేవల

ముగణితశాస్త్రరీతిని జరిపించిన ఊహవలననే సంపాద్యము.

ఈ వైచర్య తాత్కాలికత్వరణమునకు కూడ పూర్ణముగా అన్వయించును.

దాటుదూరము (ప్లుత్యంతరము): ప్రసారకాగ్రము నుండి రేడియోతరంగములు బయలు వెడలినప్పుడు 1 వ పటములో చూపినట్లు అవి అన్ని దెసలను వ్యాపించును. అట్లు వికీర్ణమైన శక్తిలో కొంతభాగము భూమినంటిపెట్టుకొని పయనించును. దీనికి 'భూతరంగము' అని పేరు.

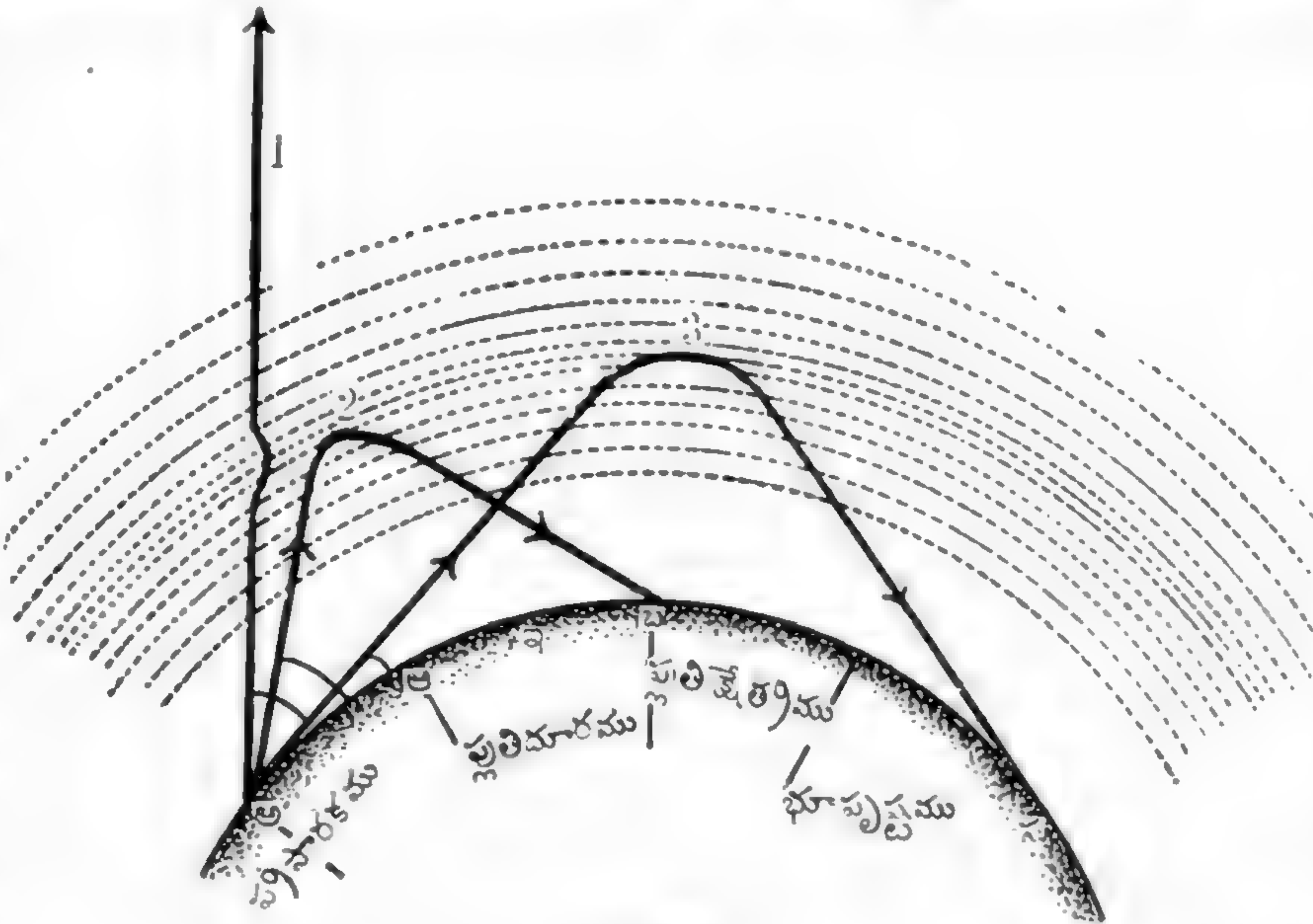


1 వ పటము. ప్రసారకకోణములు

విద్యుదయస్కాంతతరంగములను ఎట్లు వాహకపు తీగలు గొంపోవునో అట్లు అనే ఈ భూతరంగమును భూ పృష్ఠము భూమి చుట్టును కొనిపోవును. ప్రసారితశక్తిలో మిగిలిన భాగము ఆకాశము దెస అంతరాళమున ప్రవేశించును. దీనికి 'ఆకాశతరంగము', లేదా 'అంతరాళతరంగము' అని పేరు. ఈ తరంగము ఊర్ధ్వ

ముఖముగా అంతరాళమును జొచ్చినపుడు వాటిని ప్రతిబింబింపజేయు అయిస్కల, ఎలక్ట్రాన్ల పొరలు ఆకాశమందు లేకపోయినచో ఈ తరంగములు విలీనమై నశించి పోవ

ల సినవే. ఈ పొరలు భూ పృష్ఠము నుండి 30 నుండి 250 మైళ్ళ ఎత్తువరకు విస్తరించి ఉన్నవి. ఈ అయిస్కల పొరలు వాటిపై బడిన రేడియో వికిరణమును పరావర్తితమగునట్లు చేసి కొంత



2 వ పటము

దూరమున మరల భూతలమును తాకునట్లు చేయును.

ఆకాశతరంగములు అయిస్కరముల తలములనుండి పరావర్తితమగునదియు, లేనిదియు పతనతరంగముయొక్క



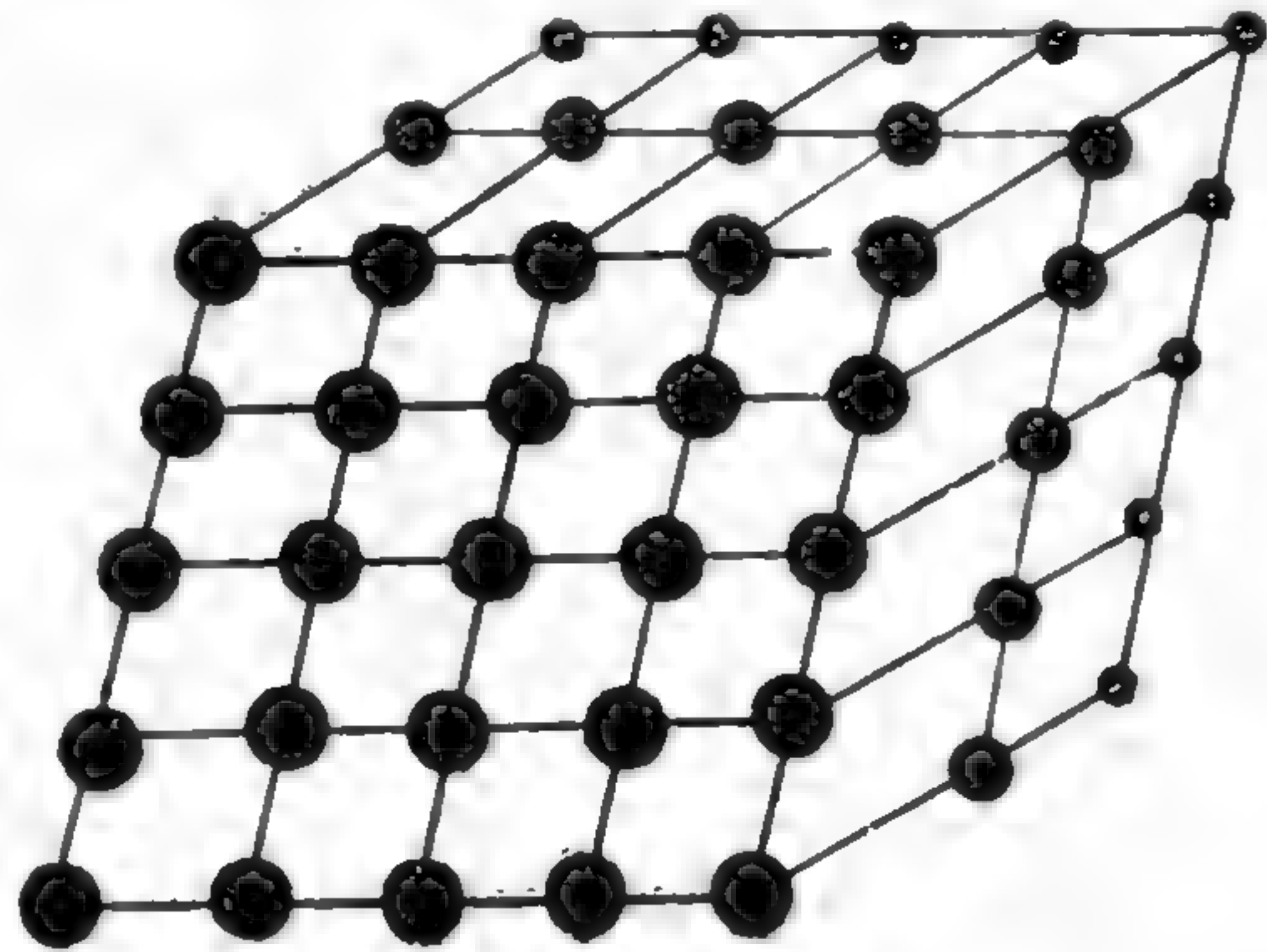
## దిగ్గాలకము

పానఃపున్యమును, ప్రసారకోణమునుపట్టి ఉండును. 2వ పటములో ఒకేపానఃపున్యము గలిగి వేరువేరు కోణములలో విడుదలైన మూడు కిరణములు 1, 2, 3 చూపబడినవి. అందు మొదటి కిరణము కోణము చాల ఎక్కువగా నుండుటచే ఆ కిరణము పరావర్తితమగుటకు అవకాశమే లేక పోయినది. తక్కిన 2, 3 కిరణములు మొదటి కిరణము వలె 'అ' వద్ద జనించి (చూ. 2వ పటము) క్రమముగా అయస్థి పొరచే పరావర్తితమై ఎక్కువ కోణము గలిగి, ప్రసారకేంద్రమునకు తక్కువ దూరమున ఉన్న 'బ' వద్దను, తక్కువకోణము గలిగి అట్లే గగనతల ప్రతిబింబితమై ప్రసారకేంద్రమునకు ఎక్కువ దూరమున ఉన్న 'స' వద్దను భూమిని తాకినవి.

1, 2, 3 కిరణములకు సమకాలికముగా భూమిమీద ప్రాకగల భూతరంగముకూడ బయలుదేరి ఉండవచ్చును. కాని, ఆ తరంగము ప్రసారస్థానమగు 'అ' నుండి భూపృష్ఠమున 'ఆ' వరకు ప్రయాణముచేయుసరికి దాని శక్తి క్షీణించి 'ఆ' కు ఆవల గ్రహణక్షమముగా ఉండదు. కనుక, 'ఆ' మొదలు 'బ' వరకు నున్న క్షేత్రమున రేడియో సందేశము బొత్తిగా వినిపించదు. 'బ' తరువాత వినిపించుటకు మరల ప్రారంభించును. అనగా 'అ' వద్దనుండి ప్రసారితమైన రేడియోవికిరణము మధ్య ఎక్కడ భూపృష్ఠమును తాకకుండా 'బ' వద్దకు ఒకే దాటువేసినది. 'అ', 'బ'ల మధ్యనున్న దూరమునకు 'దాటు (పులి) దూరము' (స్కిప్ డిస్టెన్స్) అనియు 'ఆ', 'బ'లకు మధ్యనున్న ప్రదేశమునకు పులి (దాటు) క్షేత్రమనియు పేర్లు. మే. ప. స.

**దిగ్గాలకము (వరిమజాలకము):** సంతృప్తద్రావణములో ఉంచిన లవణస్ఫటికము అన్నివైపుల పెరిగి క్రమముగా పెద్దదగును. ఈ వృద్ధియందెల్లప్పుడును ఒకనియత క్రమము అగుపించును. అదికాక, ఒక స్ఫటికమును బ్రద్దలు కొట్టిన వచ్చు ముక్కలు తిరిగి మాతృస్ఫటికాకారమునే స్వీకరించును. క్వాల్నెట్ స్ఫటికముపై చిన్నసుత్తిదెబ్బ వేసిన స్ఫటికము ముక్కలగును. అందు ఒక్కొక్కముక్క మొదటి పూర్ణస్ఫటికముయొక్క ఆకారమునే కలిగి ఉండును. స్ఫటికవృద్ధియందు అగుపడు అనివార్య క్రమము, బ్రద్దలుకొట్టగా వచ్చిన స్ఫటికపు ముక్కలు మొదటి స్ఫటికపు ఆకారమునే కలిగియుండుట, ఈ రెండు విషయములును, స్ఫటికపు రచన గురించిన ఒక తత్త్వమును మనకు అందజేయుచున్నవి. అది ఏదీయన, స్థూల స్ఫటికాకారముగల సూక్ష్మస్ఫటికై కాంకములు, పదే పదే మూడు దిక్కుల ఒక క్రమమును అనుసరించి కూర్చబడి

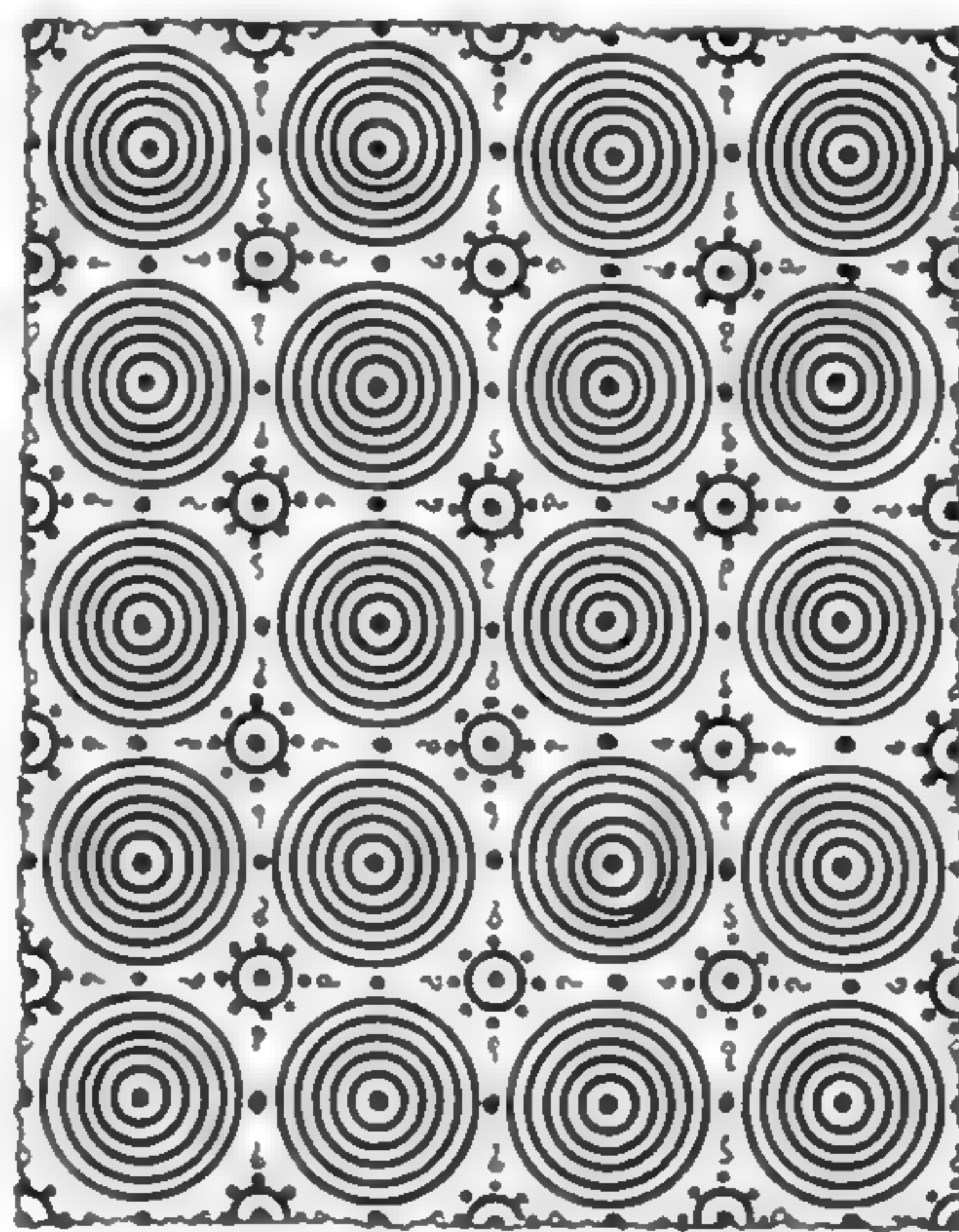
ఉండుటచే స్ఫటికము ఏర్పడినది. స్థూలద్రవ్యము సూక్ష్మమగు అణువుల కూర్చున్నట్లు, స్థూలస్ఫటికము సూక్ష్మమగు స్ఫటికాకారముల వరుస కూర్పు. స్ఫటిక ద్రవ్య



దిగ్గాలకము

ముల రచనయందు ఊహించబడిన ఈ క్రమసన్నివేశ భావము వరిమజాలకము అనెడు భావమునకు దారి తీసినది.

ఉత్పవనమయములలో మనము దేవునిపీటలకు అంటించు లతలు, పువ్వులు, బొమ్మలు కలిగిన కాగితముల పరీక్షించితిమేని వాటియందు ఒకే మూలమగు నమోనా పదేపదే



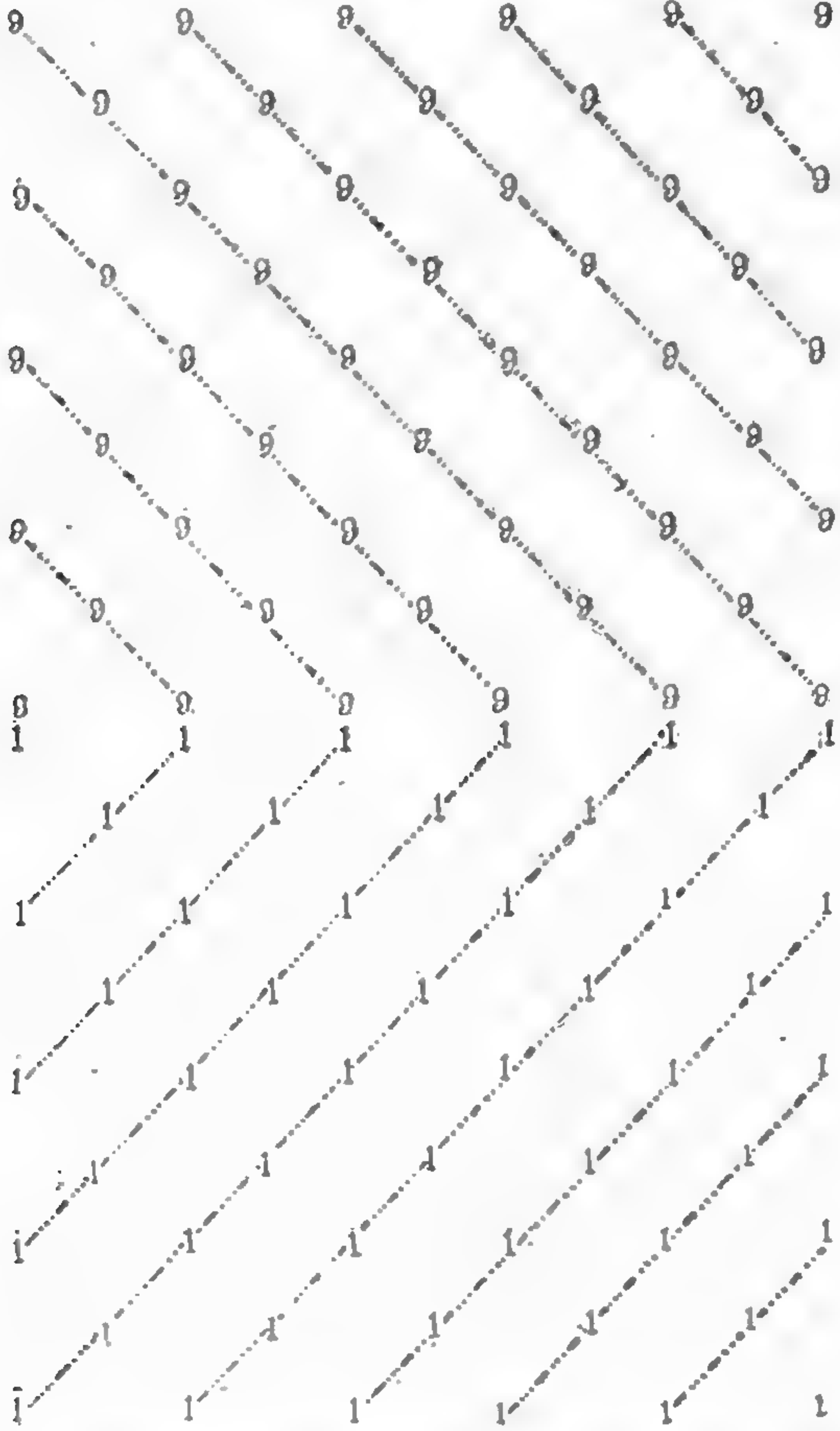
నమోనాసౌష్ఠవము

క్రిందికి,మీదికి, ఎడమకు, కుడివైపునకు ఆ వృత్తియగుట మనకు సులభముగా కనబడును. ఒకే నమోనా యొక్క ఈ పునరావృత్తియే ఆ కాగితమందు అగపడు సౌష్ఠవ సుందరదృశ్య

మునకు కారణము. ఈ కాగితముపై నున్న రచన, కాగితపు రెండు దిక్కుల విస్తృతమై ఉన్నది. ఈ రచనలో ఉన్న ఏ నమోనాయందైన ఒక బిందువును ఎంచుకొని, తక్కిన నమోనాలలో ఈ బిందువుకు సరియగు బిందువులను గుర్తించవచ్చును. ఈ బిందువులు ఒక జాలకక్రమమున ఉంచబడినట్లు మనకు తోచును. కాగితపు రెండు దిశలను, ఈ బిందువులగుండ సమానాంతర ఋజురేఖలను గీసిన,



కాగితమంతయు ఒకే ఆకారముగల గళ్లతో నిండియున్నట్లు అగపడును. మనము ఎంచుకొనిన బిందువు నమోనా యందు ఎక్కడున్నను, తక్కిన నమోనాలయందుండు దీనికి



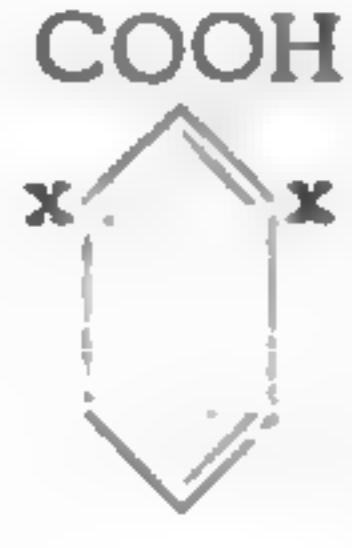
నమోనాలో సమానస్థితిగల బిందువులను కలుపు ఋజురేఖలు

సమానమగు బిందువులన్నియు, ఒక క్రమజాలకముగా ఏర్పడి తీరును.

చిత్రకాగితమందున్న ఈ జాలకము రెండు దిక్కుల విస్తరించియున్నది. ఇట్టిజాలకములు అనేకములను దీనిపై సమానాంతరముగా పేర్చిన, ఇప్పుడు జాలకము క్రిందు - మీదు, కుడి - ఎడమ, ముందు - వెనుక అను మూడు దిక్కులలో విస్తరించి ఉండును.

ఇట్టి త్రిభావిస్తృతమైన బిందుజాలకములే స్ఫటిక రచనలు. ఈ బిందుస్థానములను స్ఫటికమందు పరమాణువులో, పరమాణు సముదాయములో, లేక అయన్ లో ఆక్రమించి ఉండును. ఇట్లు అంతరాళములో మూడు దిక్కులలో విస్తృతమైయున్న క్రమసన్నివిష్టద్రవ్యబిందు జాలకమునకే వరిమజాలకమనిపేరు. మే.వ.న.

**దిద్విరోధము :** బెన్జిన్ వలయములో ఆర్తో స్థానమును స్వీకరించిన ప్రతిస్థాపకములు, అవి లేకున్నచో సులభముగ జరుగు రాసాయనిక ప్రక్రియలకు ప్రతిబంధకములుగ ఆచ

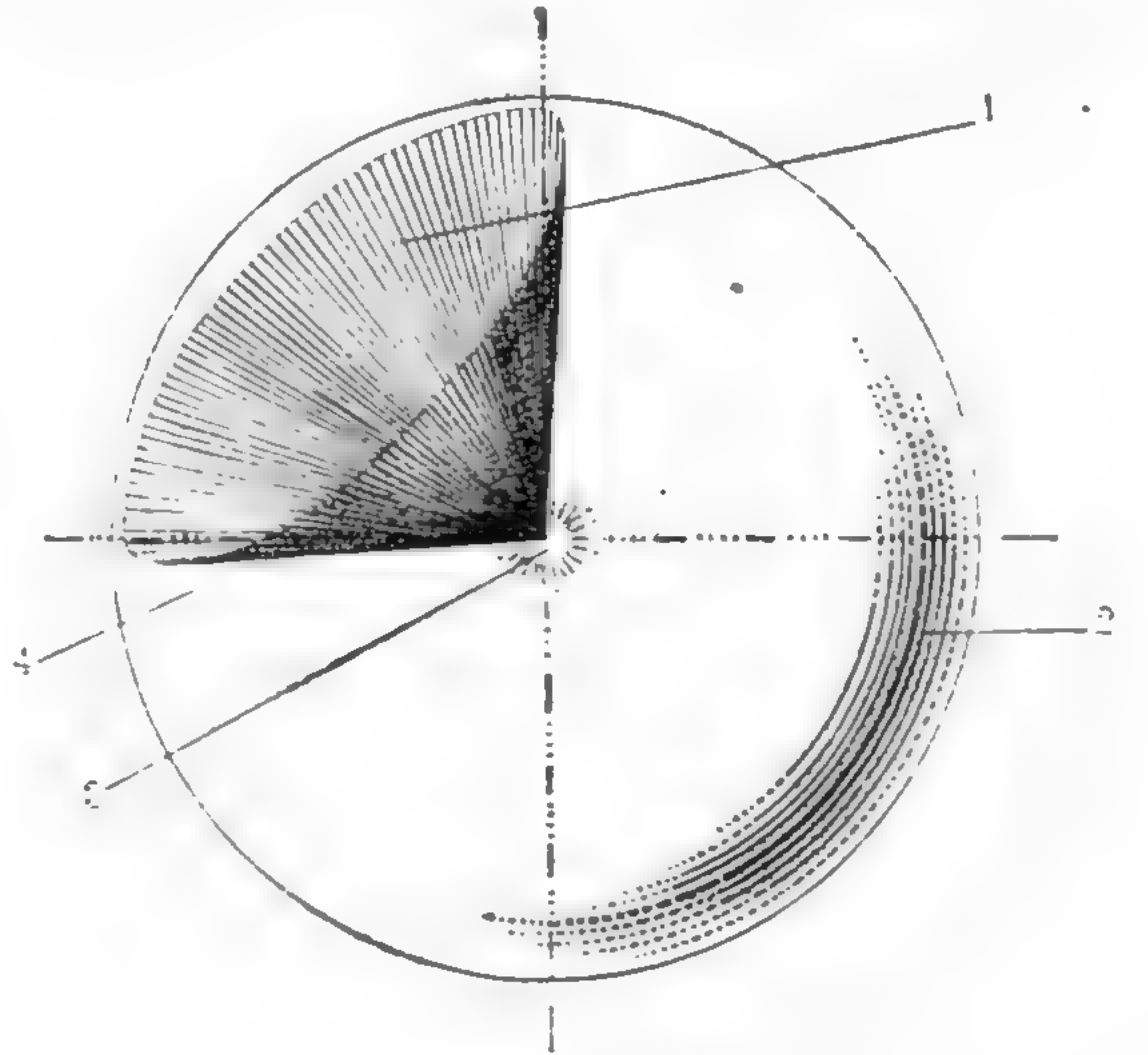


రించుట కలదు. ఈ ప్రభావమునకు 'దిద్విరోధము' అని పేరు. బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ రచనలో కార్బాక్సిలిక్ గణమునకు ఆర్తోస్థానముల (అటు ఇటు)లో నున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులు Cl, Br, NO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, COO<sub>2</sub>

గణములకు చోటు ఇచ్చినపుడు లభ్యమైన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమున ఆల్కహాల్ తో ఎస్టర్ ను ఈయదు. ఒక వేళ ఇచ్చినను అతికష్టముమీద మార్పుచెందును. మే. వ. న.

**దీపాంగారము :** చూ. కార్బన్; పు. 257.

**దీప్తిమాపనము:** దీప్తిమాపనము అనునది వినియుక్త భౌతికశాస్త్ర శాఖలలో ఒకటి. కాంతి ఉత్పత్తిస్థానముల



పటము 1

1.  $r$  అర్థవ్యాసముగల గోళతలముపై  $r^2$  వైశాల్యమునకు గోళకేంద్రమువద్ద అభిముఖముగానున్న ఘనకోణము. ఈ కోణములోని కాంతికి కాంతిప్రవాహపు యూనిట్ అని పేరు.
2.  $r$  అర్థవ్యాసము గల గోళతలముపై కాంతి ప్రసారము ప్రతి చతురపులదుగునకు  $\frac{1}{r^2}$  లూమెన్లు.
3. ఒక కొవ్వొత్తి కాంతి సామర్థ్యముగల దీపము.
4. యూనిట్ ఘనకోణము.

తీక్షణతలను ప్రమాణముగా తీసికొన్న కాంతి తీక్షణతతో సరిపోల్చి చూచుట, ప్రపంచ విజ్ఞానులందరును అంగీకరించిన ప్రామాణ్యమానములో వాటి విలువను కట్టుట, అనువిషయములగూర్చి ఈ శాఖ చర్చించును. అందులకై ఉప



## దీప్తిమాపనము

యోగవదు పరికరమునకు 'దీప్తిమాపకము' అని పేరు. సర్వసాధారణముగా ఈ తారతమ్య గ్రహణము మానవ నేత్రసహాయముననే జరుగును.

ప్రభవస్థానమునుండి కాంతివికిరణ రూపమున శక్తిని అంతరాళములో ప్రసరింపజేయును. ఈ శక్తి వస్తువుల యొక్క ఉపరితలముపై పడుటచే అవి ప్రకాశవంతములు అగును. ఇట్లు పడిన వికిరణములలో కొంతభాగము వస్తూ పరితలమునుండి పరావర్తన మొనర్చబడుట చేతనే ఆ వస్తువు మనకంటికి అగపడును.

మనకంటియొక్క దీప్తి గ్రహణ వ్యాపారమును ఆధారము చేసికొని ప్రభవస్థానమునుండి మనకంటివైపు ప్రసరించు దీప్తి ప్రవాహపు రేటును నిర్ణయింతురు. ఈ రేటుకు (దీప్తి ప్రవాహము) 'లూమినెన్స్ ఫ్లక్స్' అని పేరు.

దీనిని 'లూమెన్' అను యూనిట్ లలో తెలియజేయుదురు.

ఏ దిక్కునకైన ఒక ప్రమాణ క్యాండిల్ దీప్తిని ప్రసరింపజేయగల కాంతి ప్రభవస్థానము ఒక యూనిట్ ఘనకోణములో ప్రసరింపజేయు కాంతి ప్రవాహమునకు ఒక 'లూమెన్' అని పేరు. యూనిట్ ఘనకోణ

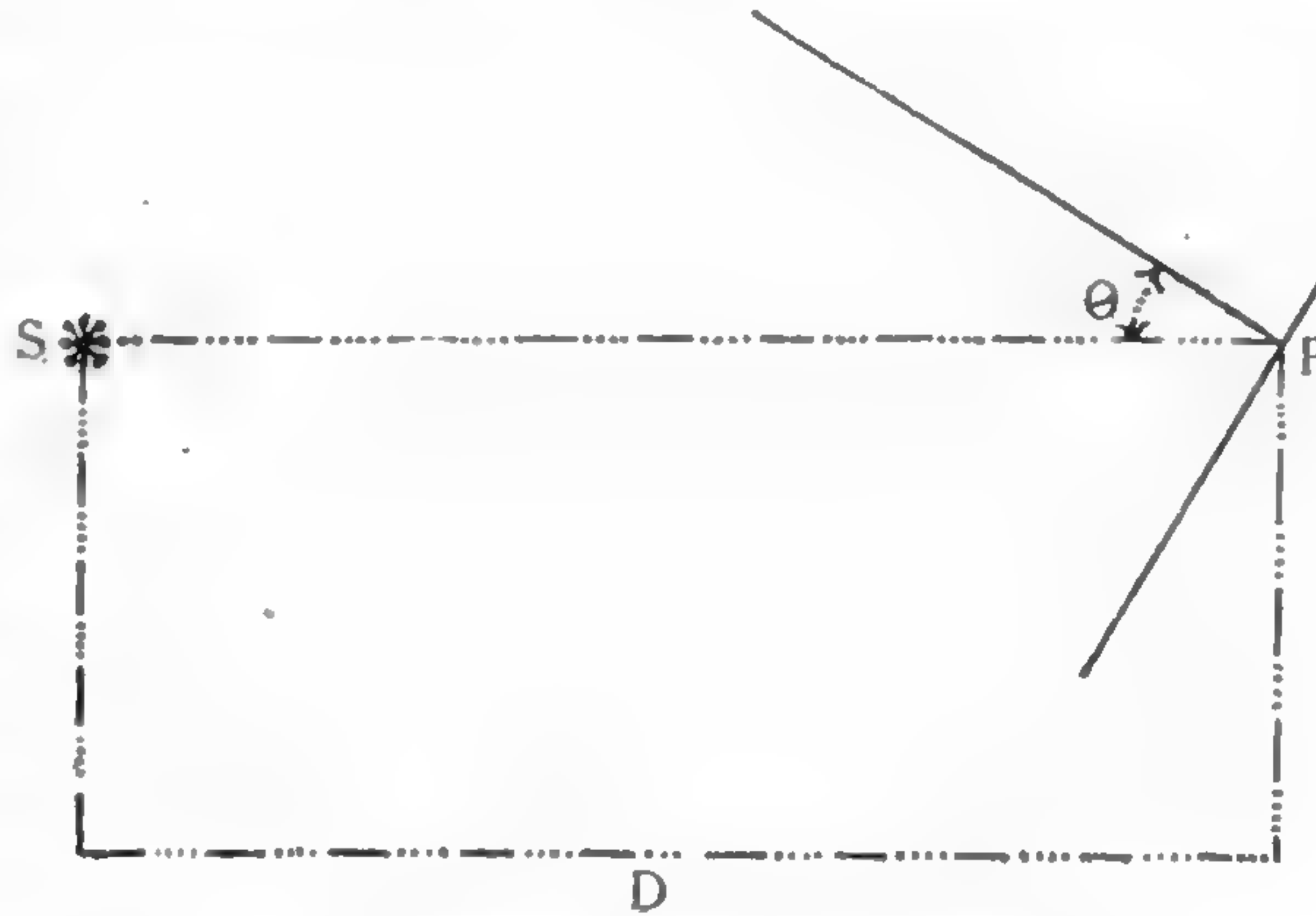
మనగా  $r$  మీటరుల అర్థవ్యాసముగల ఒక గోళము యొక్క ఉపరితలమున  $r^2$  చతురపు మీటరులకు సమానమగు వైశాల్యమునకు కేంద్రమువద్ద అభిముఖముగా ఉన్న కోణము. 1వ పటము చూచిన ఈ విషయము స్పష్టమగును.

ఇంకను 'ప్రమాణక్యాండిల్ పవర్' అన నేదియో మనము తెలిసికొనవలసి ఉన్నది. వేడిచే కరగి, ఘనీభవించు తాపక్రమము (2042° K పరమతాపక్రమమానము) లో ఉన్న ప్లాటినమ్ థాతుద్రవములపై ఒకచతురపు సెంటీమీటరు వైశాల్యమునుండి పైకి వెడలుదీప్తి 60 ప్రమాణ క్యాండిల్ ల దీప్తికి సమానమను సమాఖ్యకు వచ్చి, అందు 60వ భాగమును క్యాండిల్ సామర్థ్యముగా, అంతర్జాతీయముగా వైజ్ఞానికులు స్వీకరించిరి. ఈ నూతన ప్రమాణమే నేడు దీప్తికి కొలబద్ధగా అన్ని దేశములచేతను అంగీకరించబడినది. అంతర్జాతీయ భారప్రమాణ సంఘముచే

ఆమోదింపబడి ఈ ప్రమాణము 1948 జనవరినుండి అమలులోనికి వచ్చినది. ఈ నూతన ప్రమాణమునకు 'క్యాండిలా' అని పేరు.

వస్తుతలమునందు ఏదేని ఒక బిందువువద్ద ఉన్న లూమినెన్స్ ఫ్లక్స్ (దీప్తి ప్రవాహము) యొక్క తలసాంద్రతను, ఆ బిందువువద్ద ఆ వస్తువు 'ప్రకాశము' అని పేర్కొందురు. మాపనదిశవైపు ఒక యూనిట్ వైశాల్యముపై బదు క్యాండిల్ సామర్థ్యమునకు 'బెజ్జిల్యుము' అని పేరు.

కాంతి ఉత్పత్తిస్థానముల తీక్షణతలను పేర్కొనునపుడు సాధారణముగా ఉపయోగించు పదములు మరిరెండు ఉన్నవి. (1. M. H. C. P. - సగటుక్షితిజ క్యాండిల్ సామర్థ్యము; 2. M. S. C. P. - సగటుగోళీయ క్యాండిల్ సామర్థ్యము) అనునవియే ఆ పదములు. కాంతి కేంద్రమునకు



పటము 2. విలోమవర్గసూత్రము

అడ్డముగానున్న క్షితిజ తలమున ఉన్న కాంతి ఉత్పత్తిస్థానపు సగటు క్యాండిల్ సామర్థ్యమును M. H. C. P. అని పేర్కొందురు. ఇక కాంతి ఉత్పత్తిస్థానమునకు అన్నిదిశలలో ఉన్న కాంతి ఉత్పత్తిస్థానము యొక్క సగటు క్యాండిల్ సామర్థ్యమును M. S. C. P. అని నిర్వచింతురు.

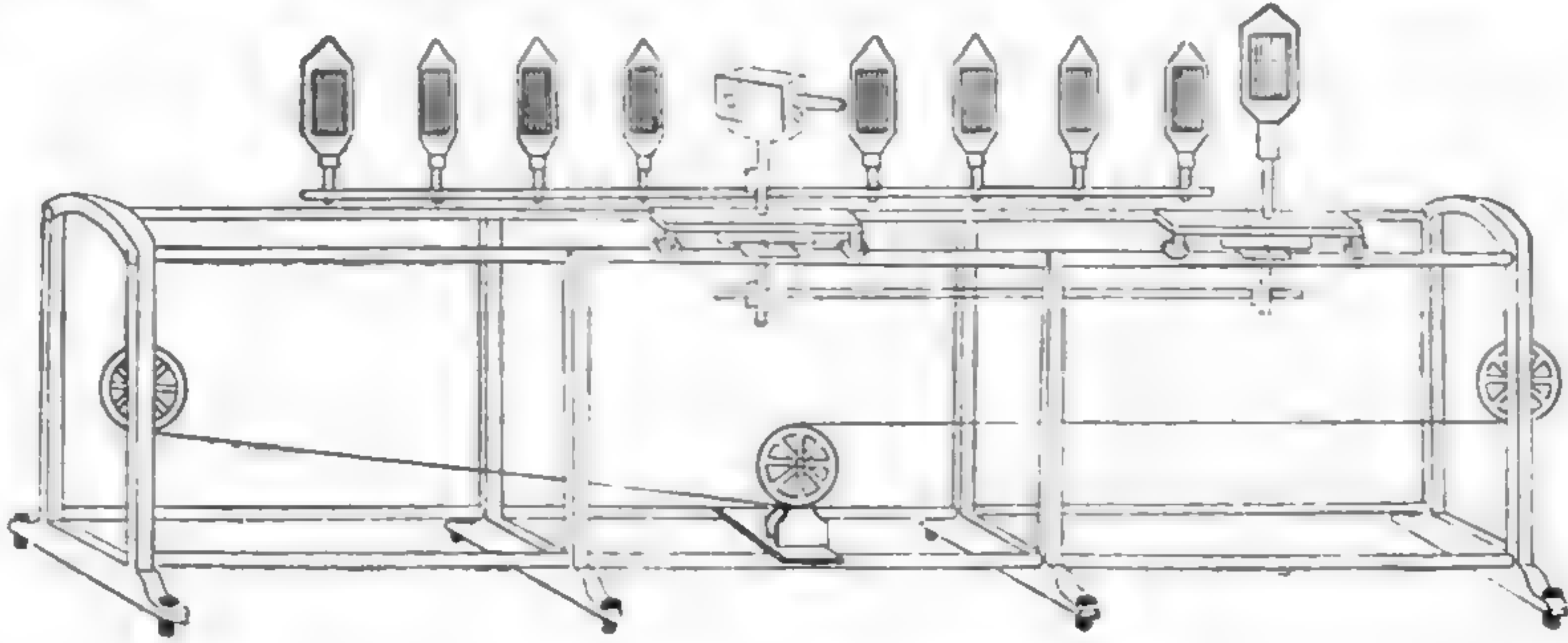
ప్రాథమికసూత్రములు: కాంతిమానవిజ్ఞానము, దాని ప్రయోగము, క్రింది ప్రాథమికసూత్రములపై ఆధారపడిఉన్నవి (పటము 2). S అనే కాంతిఉత్పత్తిస్థానము వలన ఏదైనను ఒకతలములో P అను బిందువువద్ద ప్రకాశము 1. కాంతిఉత్పత్తిస్థానపు క్యాండిల్ సామర్థ్యమునకు అనులోమనిష్పత్తిలోను, 2. కాంతిఉత్పత్తిస్థానమునకు, బిందువునకుగల దూరపువర్గమునకు విలోమనిష్పత్తిలోను, 3. P అను బిందువుగల తలమునకు, P వద్ద గీయబడిన లంబమునకును, కాంతిఉత్పత్తిస్థానమును P బిందువుతో కలుపు రేఖకును, మధ్యగల కోణము  $\theta$  అనుకొనినచో  $\cos \theta$  కు అనులోమనిష్పత్తిలోను మారును:

$L =$  ప్రకాశము,  $I =$  క్యాండిల్ సామర్థ్యము,  $d =$  కాంతిఉత్పత్తిస్థానమునకును, బిందువుకును గల మధ్యదూరమును అయినచో ఈ సంబంధమునే  $\frac{I}{d^2 \cos \theta}$  అను



సమీకరణముద్వారా నిరూపించవచ్చును. ప్రాథమిక ప్రమాణములు గౌణప్రమాణములు అని కాంతిమాపక ప్రమాణములు రెండువిధములు, కాంతి ఉత్పత్తిస్థానముల తీక్షణతలన్నియును ఈ ప్రాథమిక ప్రమాణములలోనే వ్యక్త పరచబడును. ఇక నిత్యవ్యవహారములో దీప్తిమాపనము నందు గౌణప్రమాణములనే వినియోగింతురు. ప్రాథమిక ప్రమాణములలో జ్వాలాప్రమాణములు. తప్తదీప్తిప్రమాణములు అని మరల రెండు తెగలున్నవి. నిర్దిష్టమైన కొన్ని నియమములలో వెలుగు ఉజ్వలజ్వాలాతీక్షణతపై ఆధారపడి

జ్వాలా ప్రమాణములు ఉన్నవి. ద్రవీభవన స్థితి యందున్న ద్రవ్యము యొక్కగాని, లేదా నిర్దిష్టతాప క్రమమునందున్న ఘన ద్రవ్యము యొక్క గాని, నిర్దిష్ట వైశా



పటము 3. చాతుషపీఠము

ల్యముయొక్క క్యాండిల్ సామర్థ్యముపై ఆధారపడి తప్తదీప్తి ప్రమాణములు ఉన్నవి. జ్వాలా ప్రమాణములలో బ్రిటిష్ స్టాండర్డ్ క్యాండిల్, 'వెర్నాన్ - హార్కోర్ట్', పెంచేన్ దీపము (ఇంగ్లండు), 'హెఫ్నర్', ఆమిల్ ఆసిటేట్ దీపము (జర్మనీ), 'కార్సెల్', కొల్టా నూనె దీపము (ఫ్రాన్స్) ముఖ్యమయినవి. ఇక తాపదీప్తి ప్రమాణములలో 'వయోల్లా', ప్లాటినమ్ ప్రమాణము, కార్బన్ చాపప్రమాణమును పేర్కొనదగినవి. కరగియున్న ప్లాటినమ్ యొక్క ఘనీభవన తాపక్రమమువద్ద ఒక చదరపు సెంటీమీటరు వైశాల్యముగల ప్లాటినమ్ తలముచే ప్రసరితమగు కాంతిపై 'వయోల్లా', ప్లాటినమ్ ప్రమాణమును, ఒక చదరపు మిల్లీమీటరు వైశాల్యపు ధనక్రేటరు గల కార్బన్ చాపముపై కార్బన్ చాపీయ ప్రమాణమును ఆధారపడి ఉన్నవి.

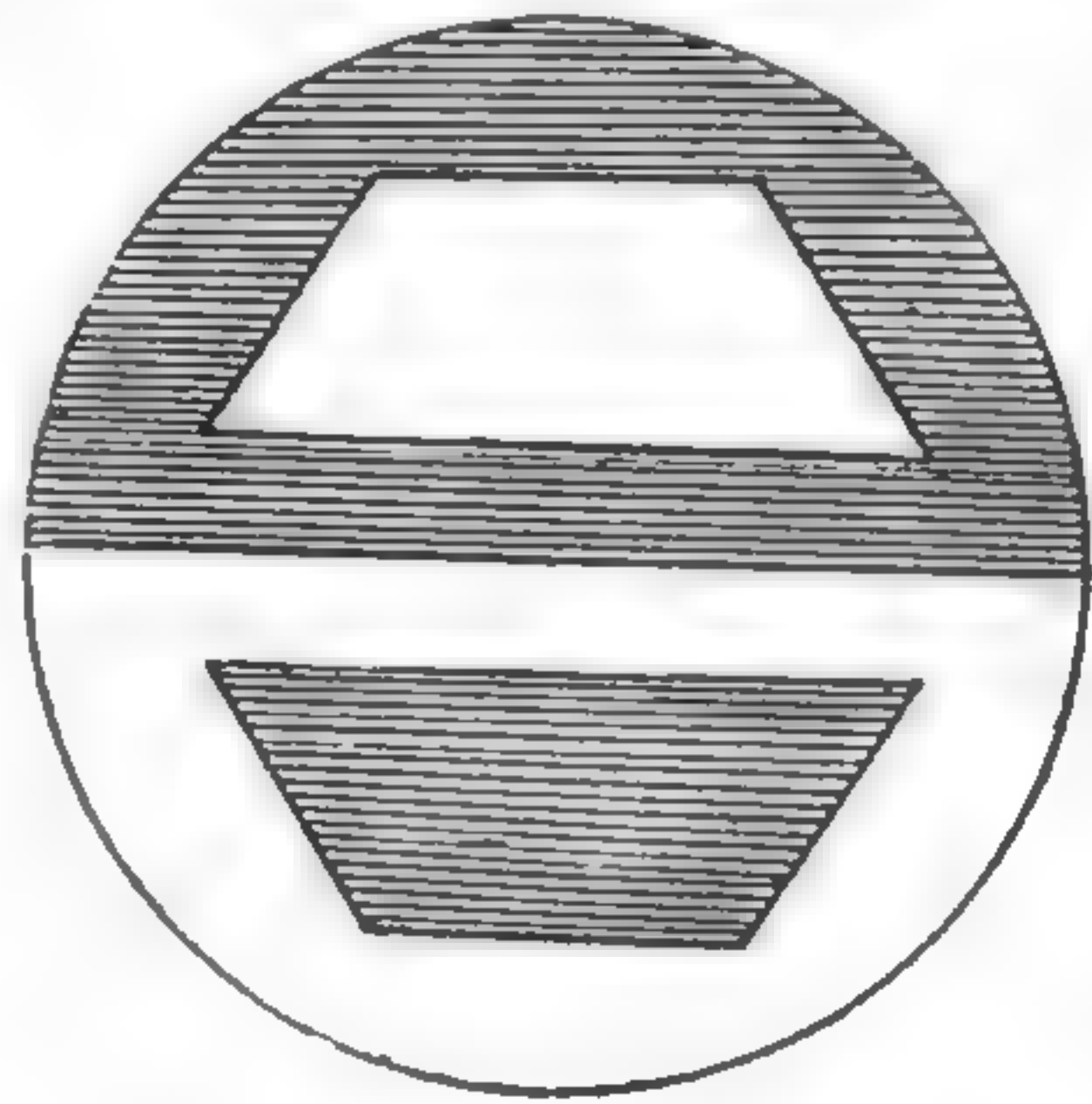
గౌణప్రమాణములలో ఎక్కువవాడుకలో ఉన్నది కార్బన్ లేదా టంగ్స్టన్ ఫిల్ మెంట్ గల విద్యుద్దీప ప్రమాణములే. ఎక్కువగా కాకుండ కొంచెము మోతాదుగా వాడినచో ఈ దీపములు చాల పాచ్చు కాలమే ఒక నిర్దిష్ట తీక్షణతయందుగల కాంతి నిచ్చును. పరిశోధనాగారము లన్నిటిలోను కాంతిమాపక వ్యవహారములయందు నిత్యము ఉపయోగించు ఉపప్రమాణములు ఇవియే.

దీప్తిమాపకవిధానములు : కాంతిఉత్పత్తిస్థానముల తీక్షణతలను పోల్చుటలోను, వాటి క్యాండిల్ సామర్థ్యములను ఉపప్రమాణరూపములో కొల్చుటకును వాడు అధునిక కాంతి మాపకపద్ధతులలో, క్రిందిపటములో చూపినట్లు సునిశిత కాంతిమాపకమును, 3 లేక 5 మీటరులు పొడవుగల 'ఆప్టికల్ బెంచి' (చాతుషపీఠము)ను ఉపయోగింతురు.

దీప్తిమాపనములలో మిక్కిలి కచ్చితమైనది లుమ్మరు-బ్రోడమ్ పరికరము. అపరికరమునకు జతపరచియున్న దూరదర్శనిగుండా చూచినప్పుడు అగుపడు ఈ కాంతి

మాపకము యొక్క దృక్ షేత్రము రెండు భాగములుగా 4వ పటములో చూపినట్లుండును. దృక్ షేత్రముయొక్క రెండు భాగములందును, రాంబన్

ఆకారముగల మచ్చలు, ఈమచ్చలకు వెనుకనున్న తలమును ఛాయయందు సమముగా నున్నచో రెండు



పటము 4.

దీప్తిమాపకషేత్రదృశ్యములు

ఉత్పత్తిస్థానపు తీక్షణతను నూటికి 0.1 కంటె ఎక్కువతేడా లేకుండా కనుగొనవచ్చును.

కాంతి ఉత్పత్తి స్థానముల తీక్షణతలను నిర్ణయించుటలో కలకత్తాలోని ప్రభుత్వశోధనగృహమందు అవలంబించు పద్ధతియును, ఇంగ్లండులోని నేషనల్ ఫిజికల్ లేబొరేటరీలో అవలంబించు పద్ధతియును సమానములే. ఈ పద్ధతియందు ఆదిలో ఒకదీపమును మానముగా చేసి, ఏదైనా ఒకదీపము యొక్క తీక్షణతను దీనితోపోల్చి, ఆ దీపపుతీక్షణతను నిర్ణయింతురు. (ఏదీపముయొక్క తీక్షణతను కనుగొనవలెనో దానిని,



దీప్తిమాపనము

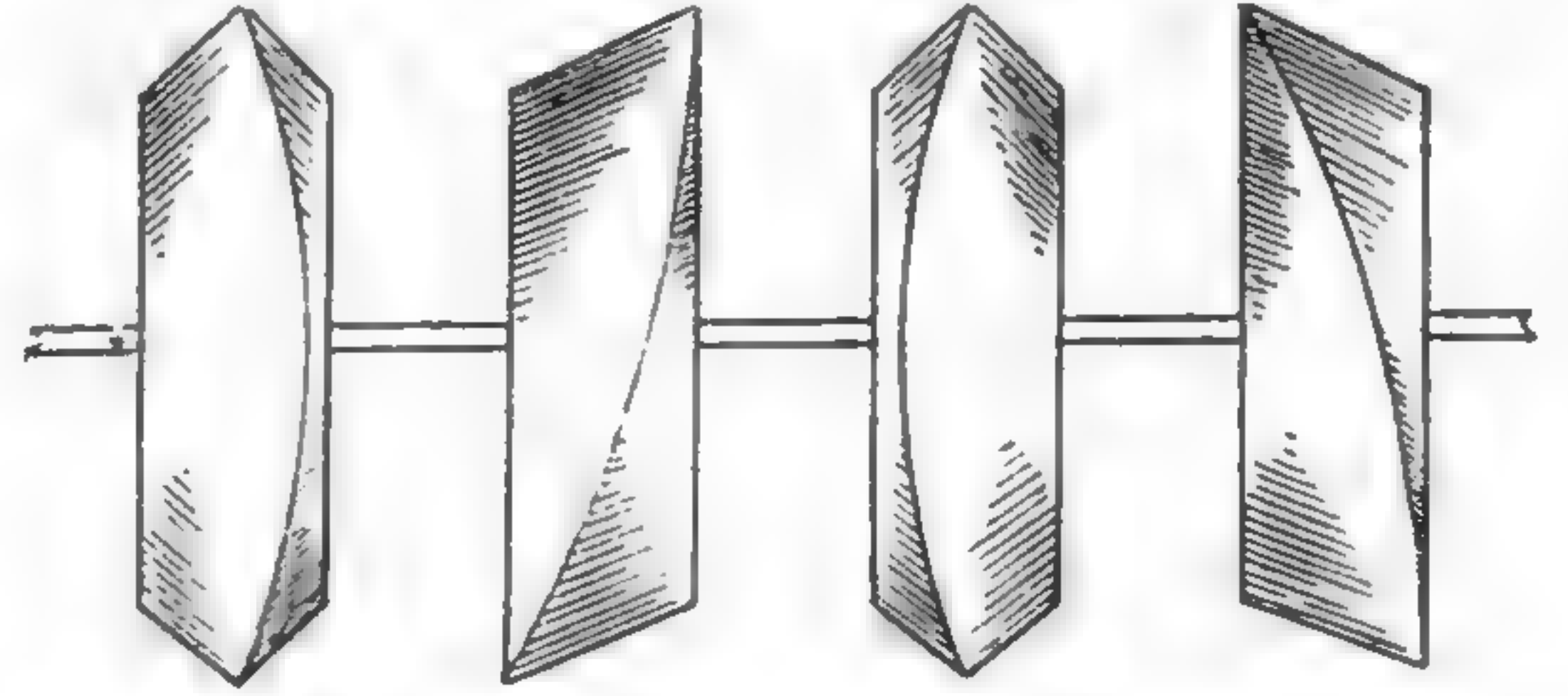
దీని తీక్షణతతో పోల్చుదురు.) ఏదీపముల తీక్షణతలను కనుగొనవలెనో, కాంతిమాపకమునకును, వానికిని గల దూరములను కొలుతురు. విలోమవర్గ సూత్రసహాయమున వాటి క్యాండిల్ సామర్థ్యములు కనుగొందురు.

పై విధానమును, ఏదైన ఒక నిర్దిష్టదిశలో కాంతి ఉత్పత్తిస్థానముయొక్క ఊతిజక్యాండిల్ సామర్థ్యమును కొలుచుటకుగాని, లేదా దాని M. H. C. P. కొలుచుటకుగాని మార్పుచేయవచ్చును. M. S. C. P. నిర్ణయించుటకై తీక్షణత అన్నిదిశలలోను సమానముగా ఉండునట్లు చేయుటకుగాను సంపూర్ణిగా వ్యాపనమొనరింపగలిగిన ప్రత్యేకమైన పెద్ద గోళముయొక్క గాని, ఘనము యొక్క గాని, లోపలి తట్టన తెల్లనిరంగును పూసి ఉపయోగింతురు.

విజాతీయవర్ణదీప్తిమాపనము: ఆప్టికల్ బెంచ్ (చాతుషపీఠము) తో కలిసి ఉపయోగించు దీప్తిమాపకసహాయమున విద్యుద్దీపములు, హరికేన్ దీపములు, అధికప్రేష వాయు దీపములు మున్నగు కాంతి ఉత్పత్తిస్థానములలో దేనితీక్షణత నైనను కొలువవచ్చును. ఇక తాపదీప్తివిద్యుద్దీపములను ఉపప్రామాణ్యదీపములుగా గాని, సరిపోల్చుదీపములుగా గాని సాధారణముగా ఉపయోగించవచ్చును. కాని, వాటి వలన వర్ణసామ్యము ఉజ్జాయింపుగ మాత్రమే ఉండును; కాని, కచ్చితముగ ఉండదు. అందుచేత, నూనె లేదా వాయుదీపములను శోధించవలసినప్పుడు వర్ణసామ్యము పూర్తిగా చేకూరదు. లుమ్మరు-బ్రోడమ్ దీప్తిమాపకక్షేత్రము యొక్క రెండు అర్థభాగములకు వర్ణసామ్యము ఉన్నదో లేదో నిర్ణయించుట కొంచెముకష్టము; ఫలముకూడ అనిశ్చితము. వెనుకభాగపు వర్ణముతో కేంద్రభాగమందలిమచ్చ యొక్కవర్ణము సామ్యమునొందక భేదముగానుండును. అట్టిచో విజాతీయవర్ణదీప్తిమాపనమునకై 'ఫ్లిక్కర్' దీప్తిమాపనమును అనగా, కంపనదీప్తిమాపనమును సాధారణముగా ఉపయోగింతురు.

కంపనదీప్తిమాపనము ఏసూత్రముమీద పనిచేయునో ఆ సూత్రమును బోధపరుచుకొనుటకు మన చతురింద్రియ వ్యాపారమునుగురించిన పరిచయము మనకు ఆవశ్యకము. మన అక్షిపటలముపై పడు కాంతికిరణము రెండు భిన్న సంవేదనములను కలుగజేయును. అందొకటి ప్రకాశము; రెండవది రంగు. ప్రకాశసంవేదనతీక్షణత కాంతియొక్క తీక్షణతనుబట్టి ఉండును. రంగును గ్రహించుట కాంతి ఏకతరంగరూపమైనపుడు ఆ కాంతియొక్క తరంగదైర్ఘ్యమునుబట్టి ఉండును; కాంతి ఏకతరంగరూపముకానప్పుడు, ఆ కాంతియందు కలిసియున్న భిన్న కాంతికిరణముల తార

తమ్యతీక్షణతనుబట్టి ఉండును. దీప్తిమాపకపుతెరను అవేడుకుడు చూచునప్పుడు పైనిచెప్పిన ప్రకాశసంవేదన, వర్ణ సంవేదన, అను రెండు సంవేదనలును వానికంటియందు జనించును. ఈ సంవేదనలకు కారణమగు కాంతిని వాని దృష్టినుండి తొలగించినతరువాతకూడ కొంతసేపటివరకు



పటము 5. కంపనదీప్తిమాపకపుతెరయొక్క దృశ్యములు

ఈ రెండు సంవేదనసంస్కారములును అక్షిపటలముపై నిలచిఉండును. కాని, ప్రకాశసంస్కారము పోయినతరువాతకూడ కొంతకాలము వర్ణసంస్కారము నిలచును. అందుచే, దీప్తిమాపకపుతెర రెండువైపులును ఒకదాని తరువాతనొకటి ఏవిధముననైన అతిశీఘ్రవేగముతో దృష్టిపథములోనికి తీసికొనివచ్చినచో తెరరెండుప్రక్కల వలన కలిగిన వర్ణ, ప్రకాశ సంవేదనలు అక్షిపటలముపై స్థిరముగానుండుటచే కాంతి కంపించక స్థిరముగానున్నట్లు అగుపడును. వినిమయవేగము కొంచెముతగ్గినచో, వర్ణ సంవేదన స్థిరముగానున్నను, తెరరెండువైపులును సమానప్రకాశము కలిగియున్నప్పుడుతప్ప తక్కినపరిస్థితులలో ప్రకాశ సంవేదన చంచలముగా అనగా, కంపించుచున్నట్లుండును. అందుచే, వర్ణసంవేదనను స్థిరముగాఉంచుటకు అనువైన వినిమయవేగమును వినియోగించి, దీప్తిమాపనపుస్థానమును ఇటునటు మార్చుటవలన, తెరరెండువైపులును సమాన ప్రకాశవంతములుగా ఉండునట్లు చేయవచ్చును. ఇట్టి పరిస్థితులలో వర్ణసంవేదన సమానప్రకాశసంవేదనకు అడ్డుతగులదు. ఇదియే కంపనదీప్తిమాపనపు క్రియా సూత్రము. ఈ సూత్రప్రకారము ఏరెండు కాంతిఉత్పత్తిస్థానముల తీక్షణతలను పోల్చవలసిఉన్నదో వాట్లతో ఫ్లిక్కర్ దీప్తిమాపనమును సమానకాంతియుతముగా ఒనర్చుటకై ఆ కాంతిఉత్పత్తిస్థానములను ఒకదానితరువాత వేరొకదానిని ప్రదర్శించువేగము సాపేక్షముగ, మందముగ ఉన్నపుడు, ఫ్లిక్కర్ గోచరము కానంతవరకు వాటి సాపేక్షకాంతి తీక్షణతలను సవరింపవలసి ఉన్నది. పరిశోధనాగారములలో నైమన్స్-ఏబిడిఫ్లిక్కర్ దీప్తిమాపనము తరుచుగా ఉపయోగింతురు. దీనిలో ప్లాస్టర్ తయారుచేయబడిన దిమ్మ ఉండును. రెండుశంక్వాకార

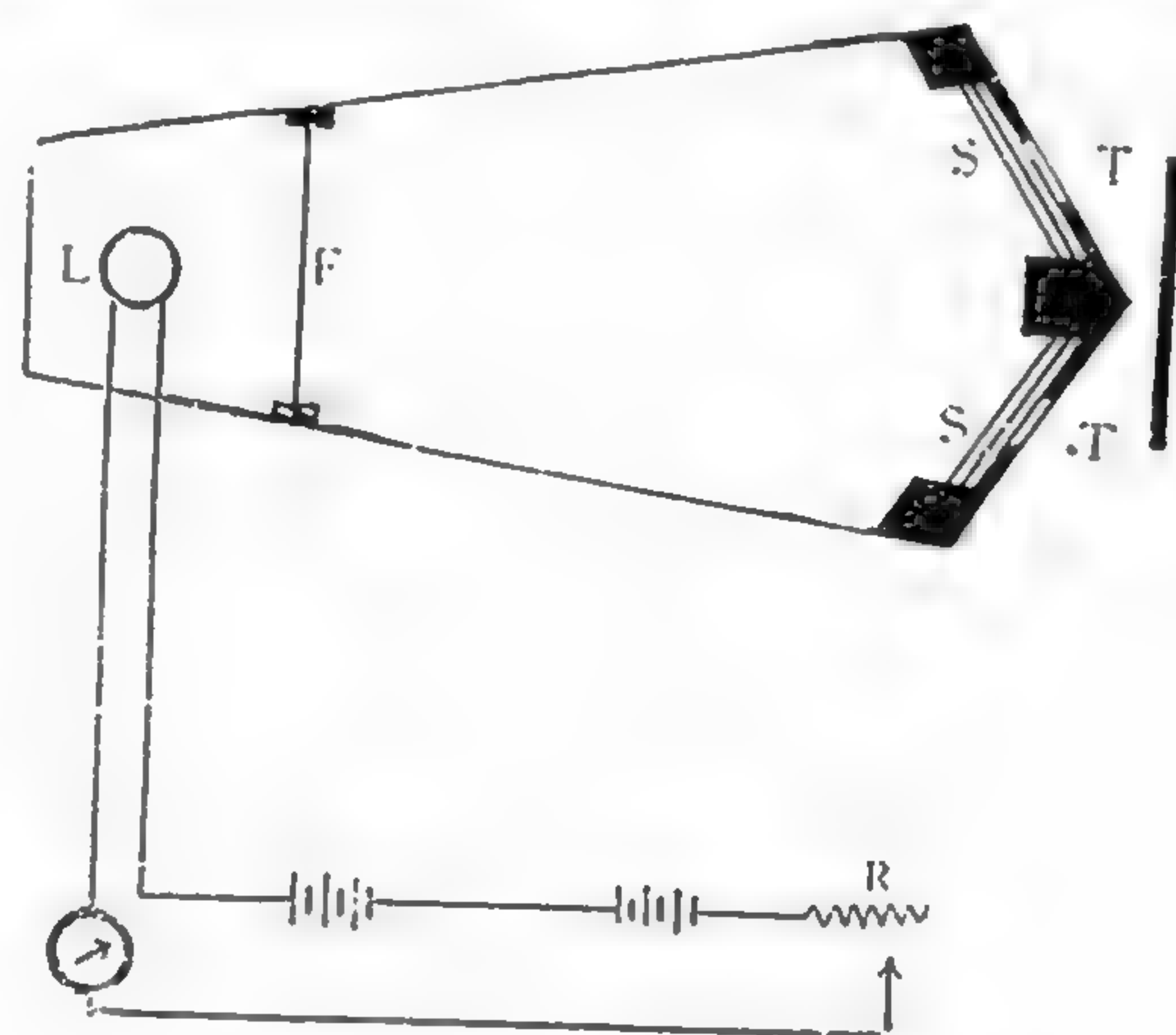


ములను ఒకదానికొకటి అతికించి సూదిగానున్న భాగములను కొట్టివేసినచో ఎట్లుండునో ఆ దిమ్మ అట్లుండును. స్ప్రింగ్ సంవిధానమువలన వివిధవేగములతో దానిని త్రిప్పవచ్చును. రెండు కాంతి ఉత్పత్తిస్థానములచేతను ఈ దిమ్మయొక్క రెండు వైపులను ప్రకాశింపజేసినపుడు, దిమ్మ పరిభ్రమించిన కొలదియును ఆ కాంతులను విభజించు కాంతిరేఖ వెనుక కును, ముందుకును ఊగులాడి ఫ్లిక్కర్ ను చూపుక్షేత్రము ఏర్పడును.

రెండు కాంతిఉత్పత్తి స్థానములకు మధ్యనుండు వర్ణ వ్యత్యాసములను ఒకదానిముందటగాని, లేదా రెండింటి ముందటనుగాని అనుగుణమైన వర్ణశోషకములను ఉపయోగించికూడా తగ్గించి ఆకాంతి ఉత్పత్తిస్థానములందు సామరస్యమేర్పరచి, ఏమ్మట మామూలురీతిగనే లుమ్మరు-బ్రోడమ్ దీప్తిమాపనమును ఉపయోగించి వాటి కాంతి తీక్షణతలను పోల్చవచ్చును. ఎట్లయినను, ఉపయోగించిన వర్ణశోషకములనుండి బహిర్గతమగు వర్ణముల పరిపూర్ణ పరిజ్ఞానము ఉన్న నేకాని ఇది సాధ్యముకాదు. అందుచేత, ఫ్లిక్కర్ దీప్తిమాపనవిధానమే ఎక్కువ తేలికయగుటచే దానినే సాధారణముగా వాడుదురు.

ఛౌతికదీప్తిమాపనము : కేవలము కంటిని ఆధారము చేసికొని ప్రకాశతీక్షణతను కొలుచువిధానము ప్రాయికముగా వాడుకలోనికి వచ్చినప్పటికిని, కన్నుప్రసక్తి లేకుండా కాంతి తీక్షణతను కొలుచు పరికరముల నిర్మాణ విషయమై ప్రయత్నములు సాగినవి. అనేక శారీరకపరిస్థితులచే మనకంటియొక్క కాంతిగ్రహణసామర్థ్యము కుంటు వడియుండుటయే ఈ ప్రయత్నములకు ముఖ్యకారణము. ఈ ఛౌతికదీప్తిమాపన పరికరములన్నియు సున్ననితలములపై పడిన కాంతియొక్క తీక్షణతాతారతమ్యమును గ్రహించు ప్రయోజనముకలవే. ఈ పరికరములవలన లభ్యమగుఫలములు ప్రత్యక్షముగా కన్ను ఉపయోగించు విధానములనుండి లభ్యమగుఫలములతో సంబంధించవలెననిన, మనకన్ను ఏయేవిధముల వివిధకాంతిదైర్ఘ్యములకు వికారమును చెందునో అట్టి వికారములనే ఈపరికరములు కూడ ఆయాతరంగదైర్ఘ్యములకు ఉచ్చాదితము అయినపుడు చూపవలెను. మనకన్నెట్లు వివిధతరంగదైర్ఘ్యములకు ప్రతికరించునో అట్టిప్రతీకారమునే వర్ణశోషకములతో కూడియున్న కొన్నిరకముల కాంతివిద్యుద్బటములు ప్రదర్శించును. తరుచుగా విద్యుద్దీపముల కాంతి సామర్థ్యమును పరీక్షించు ఆవశ్యకతగల ప్రభుత్వపరిశోధనాగారములయందు ఇట్టి కాంతివిద్యుద్బటమునే అధికికరణసాధనముతో కలిపి ఉపయోగింతురు.

స్వయంప్రకాశక యౌగికదీప్తిమాపనము : గడియారముల ముఖముపై అంకెలను చీకటిలోకూడ కనపర్చు స్వయంప్రకాశక ద్రవ్యములు కొన్నికలవు. ఇవి రేడియమ్, మెసోతోరియమ్ అను ధాతువుల యౌగికములు; వీటి కాంతినిచ్చు సామర్థ్యమును కొలువవలసివచ్చును. వాటి సహజకాంతి చాలతక్కువ. అది మనకంటికి గోచరించదు. ఈ కాంతి కొంచెము ఆకుపచ్చరంగుగా ఉండును. అట్టి హీనకాంతులను కొలుచుటకు అనువగు దీప్తిమాపనము రిఫలటములో కనగనును. దీనిని ఇంగ్లండుదేశపు నేషనల్ ఫిజిక్స్ లేబొరేటరీవారు సృజించిరి. దీనిని ఇండియాలో



పటము 6. వర్ణదీప్తిమాపనము

డెహ్రాడూన్ టెక్నికల్ డెవలప్ మెంట్ ఎస్టాబ్లిష్ మెంట్ వారు వారిశోధనాగారములలో ఉపయోగించుచున్నారు. ఈ పరికరము పరిమాణము 5' పొడవు, 1½' వెడల్పు, 1' ఎత్తు. 'L' అనునది ఒకప్రమాణదీపము; దీని కాంతి 'SS' రెండుకాగితపుతెరలపై పడును. ఈకాంతిని ఒక ఆకుపచ్చని శోషకము F ద్వారా ఆతెరలపై పడనిత్తురు. ఈ తెరమీదపడు కాంతి తీక్షణతకును, విద్యుద్దీపమునకు, వినియోక్తమగు వేరువేరుశక్తులకును గల సంబంధమిదివరకే అంకితమైఉండును. 'TT' అనునది రెండుసైన్సిల్ లు. పరీక్ష చేయవలసిన గడియారపుముఖముపై ఉన్న అంకెల వలె ఈసైన్సిల్ లపై కోతలు ఉండును. ఈ పరీక్షించవలసిన గడియారపుముఖము ఈరెండుసైన్సిల్ లమధ్యనుసరిగా అమర్చబడి ఉండును. ఇందువలన ఆకుపచ్చకాంతిని మనకన్ను గ్రహించుటలో గల ప్రమాదములు తొలగజేయవచ్చును.

ఇతర దీప్తిమాపనములు : పైనివివరించిన దీప్తిమాపనమును చాలవరకు క్యాండిల్ సామర్థ్యదీప్తిమాపనమని సాధారణముగా వ్యవహరింతురు. ఇదికాక ప్రకాశమాపకమని మరియొకటి ఉన్నది. రోడ్లు, దొడ్లు, లేదా భవన



## దూరదర్శని

ములను కృత్రిమకాంతులచే కాంతివంతము ఒనర్చినపుడు వాటితలములపై కాంతి ఎట్లు పంపకమయినదో, ఆకాంతి పరిమాణమును కొలుచుట ఎట్లో అను విషయములనుగూర్చి ఈ భాగము చర్చించును. లేదా, భవనము లందు నిర్దిష్ట సంఖ్యగల ద్వారములు, కిటికీలు ఉన్నపుడు ఆభవనములో కాంతివ్యాపన మెట్లుండునో అను విషయముకూడ ఇది చర్చించును.

కాంతి మా ప న ములోవర్ణ పట కాంతి మా ప న ము మరి ఒక శాఖ. కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యము

నకును, ఆ తరంగముల కాంతుల తీక్షణతలకును గల సంబంధమును గురించి ఈ శాఖ చర్చించును. 'నక్షత్ర కాంతి మాపనము' అను మరి ఒక శాఖ నభోమూర్తుల సాపేక్షకాంతి తీక్షణతలను కొలుచుటను గూర్చి చర్చించును.

ని. ఎస్. రా.

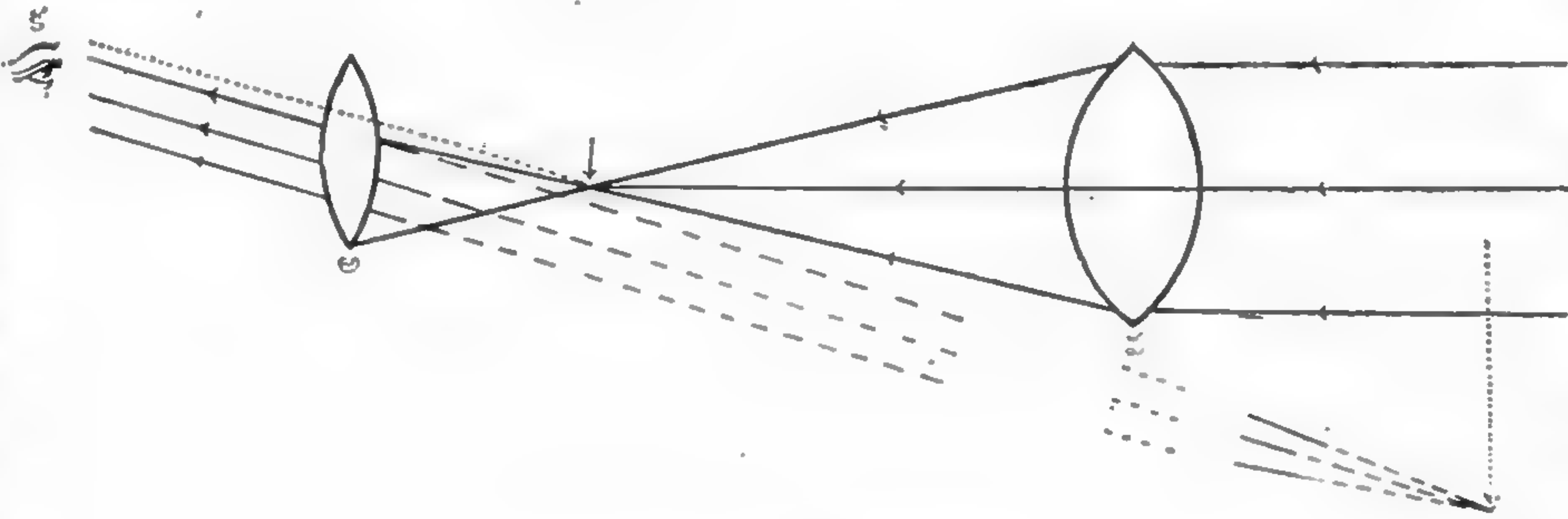
దూరదర్శని : దూరముగనున్న వస్తువులను స్పష్టముగ చూచుటకు ఉపయోగించు శాస్త్రపరికరమే దూరదర్శని. నిర్మాణ విధానము

లోని వ్యత్యాసమునుబట్టి పరావర్తన దూరదర్శనులు, వక్రీభవన దూరదర్శనులు అని రెండురకముల దూరదర్శనిలు అమలులో ఉన్నవి.

వక్రీభవన దూరదర్శని : వక్రీభవనదూరదర్శనిలో ముఖ్యముగా 1 వస్తుకటకము; 2. అక్షికటకము ఉండును. దూరదర్శనిలో వస్తువువైపు ఉన్నదే వస్తుకటకము. ఇక కంటికి దగ్గరఉన్నది అక్షికటకము. ఈరెండు కటకములు ఒక ధాతునాళముయొక్క రెండువైపుల అమర్చబడును.

వస్తువులనుండి వచ్చు కాంతి కిరణములు తప్ప అన్యకాంతి పరికరములోనికి చొరకుండా ఈధాతు గొట్టము కాపాడును. ఇక ఈ ధాతుగొట్టము ఏకవ్యాసనాళము కాదు. అది వివిధవ్యాసములు గల రెండునాళములకూర్పు. అందు ఒకదానిలోఒకటి జరుగునట్లు ఏర్పాటుచేయబడి ఉండుటచే అవసరమైనపుడు రెండుకటకముల మధ్య

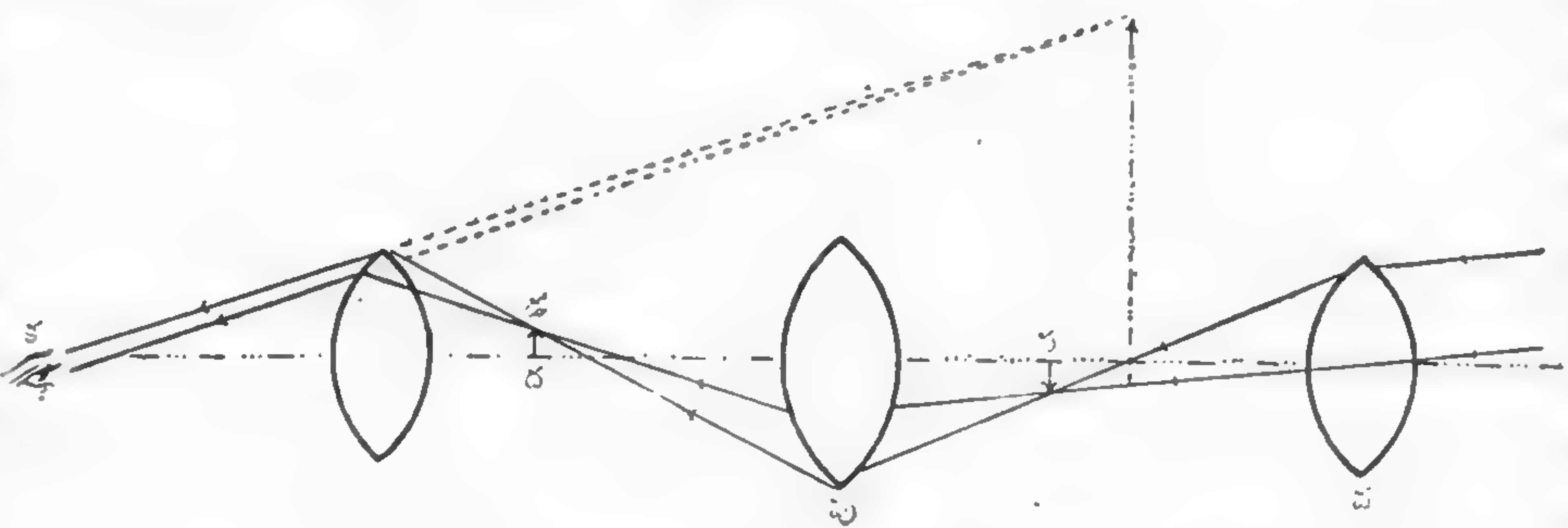
దూరము నుమార్పుటకు వీలగును. పనిచేయు పద్ధతి: 1 వ పటము లో వస్తుకటకమును,



పటము 1. ఖగోళదూరదర్శని

అ-అక్షికటకమును సూచించును. ఈరెండుకటకములు ఏకాక్షమున బిగింపబడి ఉండును. పరికరమును ఉపయోగించుటకు ప్రాతిపదికగా వస్తు, అక్షికటకముల మధ్యదూరమును ఇంచుమించు వాటినాభిదైర్ఘ్యముల మొత్తమునకు సమానముగాఉండునటుల సవరించవలెను. దూరదర్శనిని ఏదైన దూరపువస్తువువైపుకు త్రిప్పి జారుగొట్టములసహాయముచే

అక్షికటకములో ఉంచి చూచునపుడు వస్తువుయొక్క స్పష్టమైన ప్రతిబింబము గోచర



చిత్రము 2. భూదూరదర్శని

మగువరకు అక్షికటకస్థానమును కొద్దికొద్దిగా మార్చి, ఈసవరింపును చేయవచ్చును.

దూరదర్శనిని దూరముగానున్న వస్తువువైపుత్రిప్పినపుడు ఆవస్తువునుండి బహిర్గతమైన సమానాంతరకాంతికిరణములు వస్తుకటకమును చొచ్చి, అచట వక్రీభవనముచెంది వస్తుకటకపునాభితలములో వస్తువుయొక్క నిజమైన తలక్రిందుబింబము గోచరించును. ఈ బింబమును అక్షికటకముయొక్క వస్తువుక్రింద మనము పరిగణించిన దాని నుండి



బయలుదేరిన కాంతికిరణములు అక్షికటకమును చొచ్చి, అచట వక్రీభవనమును పొంది వస్తుకటకమునకు ఎక్కడో ముందు చాల దూరములో పెద్దదై, స్పష్టముగా ఉండి తలక్రిందులైన మిథ్యాబింబమును ఏర్పాటుచేయును. దూరదర్శనిలో మనకు గోచరమగునది ఈ బింబమే.

దూరదర్శనిలో మనకు గోచరమగు బింబముయొక్క స్థానమును కంటికి అతీతమీపమున ఉండి అనంతప్రదేశములో చాల దూరమువరకు మార్చవచ్చును. కాని, కంటికి మిక్కిలి దగ్గరగా బింబమును ఏర్పాటుచేసిన దానిని పరిశీలించుట కంటికి మిక్కిలి ప్రయాసకరముగా ఉండును. కాబట్టి, దూరదర్శనిలో బింబమును అక్షికటకమునకు చాల దూరముగానే పడునట్లు చేయుదురు.

కంటితో వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబముచేయు కోణమునకు, వస్తువుచేయుకోణమునకు గల నిష్పత్తికి దూరదర్శని అధికీకరణ సామర్థ్యము అని పేరు. దూరదర్శని గుండా చూచినపుడు ప్రతిబింబము చాల దూరముగా కనపడిన సందర్భములో దానియొక్క

$$\text{అధికీకరణ సామర్థ్యము} = \frac{\text{వస్తుకటక నాభిదైర్ఘ్యము}}{\text{అక్షికటక నాభిదైర్ఘ్యము}}$$

కాబట్టి, ఎక్కువ నాభిదైర్ఘ్యము గల అక్షికటకమును

ఉపయో

గించి ఎక్కువ

అధికీకరణ

సామర్థ్యము

గల

దూరదర్శనిని

నిర్మింప

వచ్చును.

పై నిర్మాణము

గల

దూరదర్శని

లో

వస్తువుయొక్క

తలక్రిందైన

ప్రతిబింబమునే

మనము చూడగలుగుచున్నాము.

ఖగోళములు చాల

వరకు గోళాకృతిని

ప్రదర్శించును కాబట్టి, వాటి ప్రతి

బింబములు తలక్రిందుగ

పడినను ప్రమాదములేదు.

కనుక, ఇట్టి నిర్మాణ విధానము

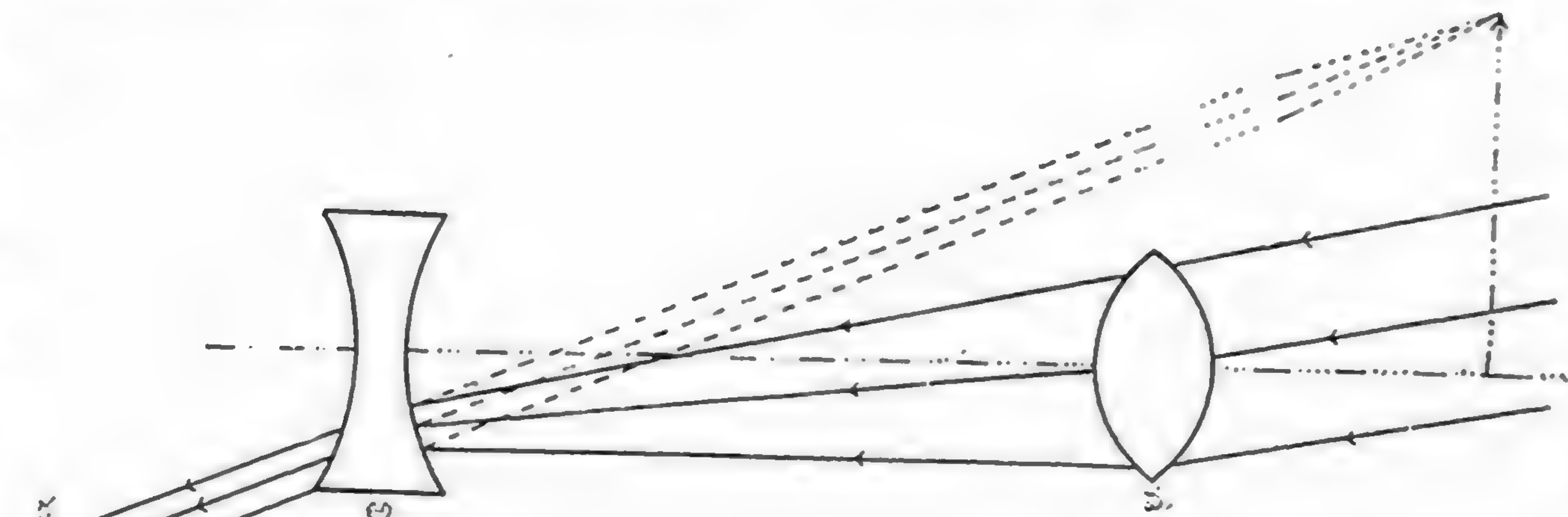
గల పరికరములను తరచు

ఖగోళ దూరదర్శనిలుగా

ఉపయోగింతురు. కాని, భూమిపై దూరముగా నున్న ఓడనో, గాలిలో ఎగురుచున్న విమానమునో పరిశీలించుటకు అవి అంత ఉపయుక్తములు కావు. అట్టివాటిని మనము పరిశీలించవలసి వచ్చినపుడు వాటి ప్రతిబింబము పెద్దదిగా ఉండి తలక్రిందు

గాక, నిట్టనిలువుగా ఉండుటనే మనము కోరుదుము ఇట్టి నిర్మాణ విధానముగల దూరదర్శనికి 'భూదూరదర్శని' అని ప్రత్యేకనామము.

వస్తుప్రతిబింబమును నిలువుగా పడునట్లు చేయుటకు భూదూరదర్శనిలో వస్తు, అక్షికటకములనేగాక మూడవ కటకమును గూడ ఉపయోగించెదరు. ఈ కటకము వస్తు అక్షికటకముల మధ్య అమర్చబడిఉన్నది. వస్తువుయొక్క చిట్టచివర బింబమును నిట్టనిలువుగా పడునట్లు చేయుటయే దాని కర్తవ్యము. కాబట్టి, దానికి అనులోమకటకమని పేరు. సాధారణముగా ఈ అనులోమకటకము ద్వీకుంభకటకముయొక్క కార్యనిర్వహణశక్తి గల రెండు సమపుటకటకముల కూర్చై ఉండును. 2వ చిత్రమునుబట్టి వస్తుకటకము ఎంతపరిమాణము గల తలక్రిందుబింబము (స)ను ఏర్పాటుచేయునో సమముగ అంతే పరిమాణము గల నిట్టనిలువుబింబము (డ-ద)ను ఇది కలుగచేయునని మనకు విశదమగును. ఈ బింబమే అక్షికటకమునకు 'వస్తువు'గా వ్యవహరించును. కాబట్టి, అక్షికటకమునే ఏర్పరచబడిన చిట్టచివరిబింబము నిలువుగనున్న మిథ్యాబింబమై ఉండును. 2వ చిత్రసహాయమున కార్యవిధానమును మనము తెలిసికొనవచ్చును.



చిత్రము 3. గెలీలియోదూరదర్శని

గెలీలియో

దూరదర్శని:

గెలీలియో నిర్మించిన దూరదర్శనిలో

కూడ కటక

కడపటి ప్రతి

బింబము

నిట్టనిలు

వుగ నున్న

మిథ్యాబింబమే అయిఉండును. దానిని అక్షికటకముపై రెండు విధముల దూరదర్శనిలోవలె ద్వీకుంభకటకముగాక, ద్వీపుటకటకమగుట గమనించవలసిన విషయము. గెలీలియో దూరదర్శనిలో అడ్డుతంతువులను బిగించుటకు పీలులేదు గాన, దానిని కొలతలు కొలుచుటకై ఉపయోగించుటకు అవకాశములేదు. కాబట్టి, గెలీలియోదూరదర్శనిలో అమర్చబడిన కటకసన్నివేశము పరిమాణము కొలువనక్కరలేని పరికరముయందే ఎక్కువ వాడుకతో ఉన్నది.

పై దూరదర్శనిలో వస్తు, అక్షికటకములకై ఒక్కొక్కకటకమునే ఉపయోగించుచున్నట్లు సూచితమైనది.

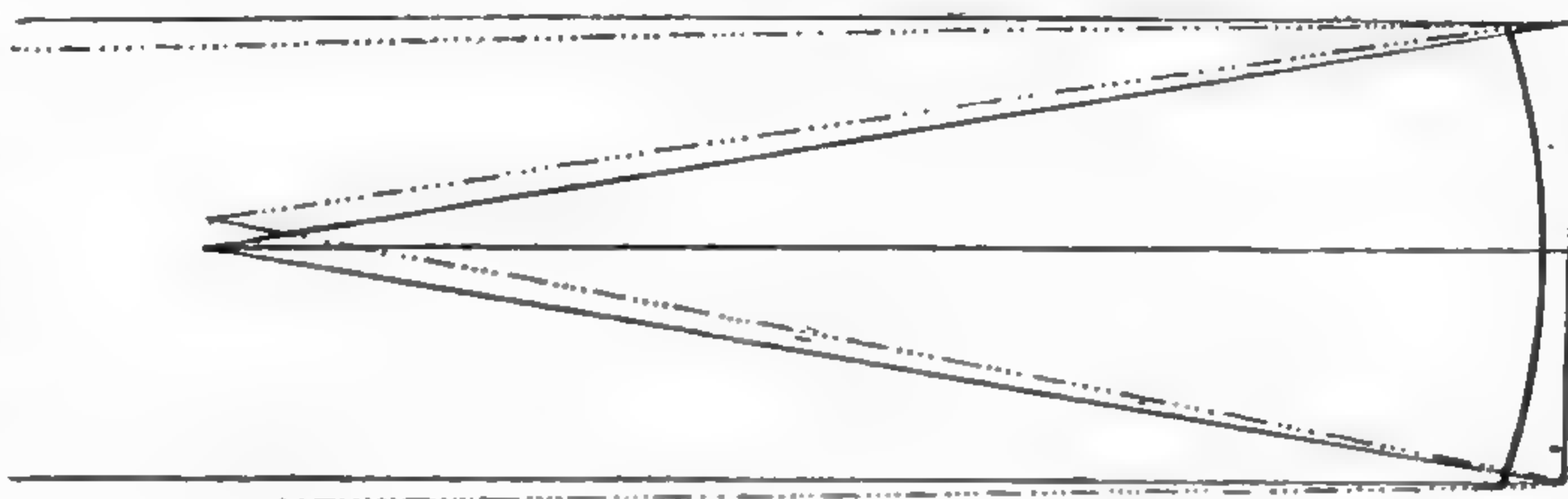


దూరదర్శని

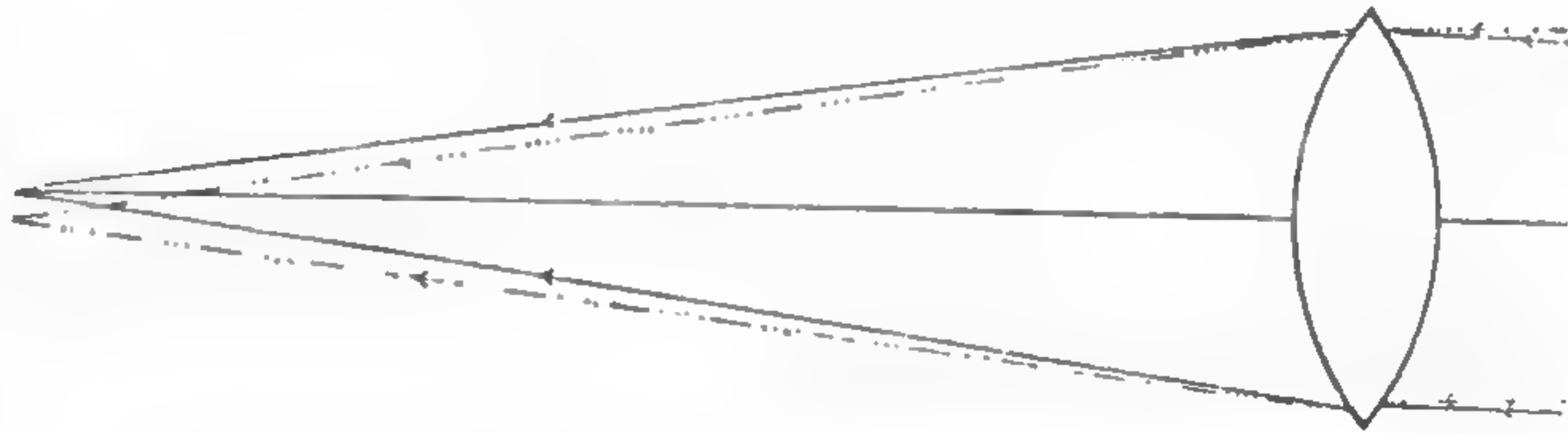
కాని వాస్తవముగా ప్రత్యేక కటకములను ఉపయోగించు నపుడు వర్తులకటకముల నుండి పైకివచ్చు కాంతికిరణములు కొనలను, మధ్యను వేరువేరు విధములుగా వక్రీభవించుటచే ఏర్పడిన ప్రతిబింబము స్పష్టముగాను ఉండదు. వాటి వర్తులత్వము వలన ప్రతిబింబ అస్పష్టత వాటిల్లును. కనుకనే, ఈ దోషమును తొలగించుటకై కటక సముదాయములను వాడుక చేయుదురు.

ఇంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు నిర్మించిన వక్రీభవనదూరదర్శనిలో 40'' వ్యాసముగల వస్తుకటకముగల దూరదర్శనియే మిక్కిలిపెద్దది (అది యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో చికాగో యూనివర్సిటీలోని యర్క్స్ వేధశాలలో ప్రస్తుతము నెలకొల్పబడి యున్నది).

పరావర్తన దూరదర్శని: పరావర్తన దూరదర్శనిని మొట్టమొదట కనిపెట్టిన విజ్ఞాన విశారదుడు 'సర్ ఐజక్ న్యూటన్'. దానిలో వక్రీభవనదూరదర్శనిలోని వస్తువు కటకమునకు బదులు పుటాకార దర్పణము



చిత్రము (4a) దూరదర్శనియొక్క పరావర్తనదర్పణము



చిత్రము (4b) దూరదర్శనియొక్క అభిసారికటకము

ఉపయోగింపబడును. 4a చిత్రమునుబట్టి దూరమున నున్న వస్తువునుండి బహిర్గతమైన కాంతి కిరణములను సేకరించి ఆ వస్తువు యొక్క నిజబింబమును కటకమును, దర్పణమును ఎట్లు ఏర్పరచుచున్నవో మనకు అవగతమగును. పుటాకార దర్పణముచే ఏర్పడిన బింబము ఆ దర్పణమునకు ఎదురుగా పతన కాంతి కిరణముల మార్గములో ఉండుటచే దానిని పరిశీలించుటకై అక్షికటకమును ఆ స్థానమునందే బిగించి వస్తువు నుండి పుటాకార పరావర్తన తలముపై పడుకొని కిరణములకు ఆ పుటాకార పరావర్తనతలమును చేరకుండా కొంత అవరోధము ఏర్పడును. అందుచే, ఈ ఇబ్బంది కలగకుండుటకై కొన్ని కాంతి సంవిధానములచే పరావర్తన బింబస్థానమును పతనకిరణ మార్గములో నుంచి ప్రక్కకు మళ్ళింతురు. ఆ ప్రయోజనమునకై ఉపయోగించిన విధానములలోని వ్యత్యాసమునుబట్టి దూరదర్శనిలో నాలుగు రకములు వాడుకలో ఉన్నవి.

న్యూటన్ పరావర్తన దూరదర్శనిలో వస్తువునుండి వికీర్ణమైన కాంతికిరణములు పుటాకారదర్పణము పైబడి అక్కడ పరావర్తనము పొందును. ఆ పరావర్తన కిరణముల మార్గములో బిగించబడిఉన్న సమతలదర్పణము ఆ పరావర్తనకిరణములను పతనకిరణముల మార్గములలో కేంద్రీకృతము కాకుండా అడ్డు తగిలి వాటిని పతనకిరణముల మార్గమునకు ప్రక్కగా అమర్చబడి ఉన్న అక్షికటకము వైపు పరావర్తన మొనరించును. అక్షికటకములో వక్రీభవనముపొందిన కాంతి కిరణములచే ఏర్పడిన ప్రతిబింబమును అక్షికటకము గుండా చూడవచ్చును.

గ్రెగరీ పరావర్తన దూరదర్శనిలో 'క' అను ప్రధాన పుటాకారదర్పణముచే పరావర్తనమొందిన కాంతి కిరణముల మార్గములో 'చ' అను మరియొక చిన్నపుటాకార దర్పణము అమర్చబడి ఉండును. ప్రధాన పుటాకారదర్పణముచే పరావర్తనమొందిన కాంతి కిరణములు మొదట 'నా' అనుచోట

కేంద్రీకృతమై, అటునుండి వికేంద్రముచేంది, ఆ చిన్న పుటాకారదర్పణముపై పడి, దానిచే తిరిగి పరావర్తన మొనరింపబడి ప్రధాన పుటాకారదర్పణములో మధ్యనున్న మార్గముగుండా అక్షికటకమును చేరుకొనును. ఈ అక్షికటకముగుండా వస్తువుయొక్క నిట్టనిలువు వక్రీభవనబింబమును మనము చూడగలము.

కాసిగ్రెయిన్ పరావర్తనదూరదర్శనిలో ప్రధానపుటాకారదర్పణముచే పరావర్తన మొనరింపబడిన కాంతికిరణములను వెనుకకు మళ్ళించుటకుగాను చిన్నకుంభాకారదర్పణమును ఉపయోగింతురు. న్యూటోనియన్ దూరదర్శనిలో సమతలదర్పణమువలెనే ఇదికూడ ప్రధానపుటాకారదర్పణముచే పరావర్తితకాంతికిరణములను 'నా' అనుచోట కేంద్రీకృతముకాకుండగనే వాటికి అడ్డుతగిలి, వాటిని వెనుకకు పరావర్తనము ఒనరించును. ఇక, ఈ చిన్నకుంభాకారదర్పణముచే పరావర్తనమొనరింపబడిన కాంతికిరణములు ప్రధాన పుటాకారదర్పణమునకు మధ్యనున్న

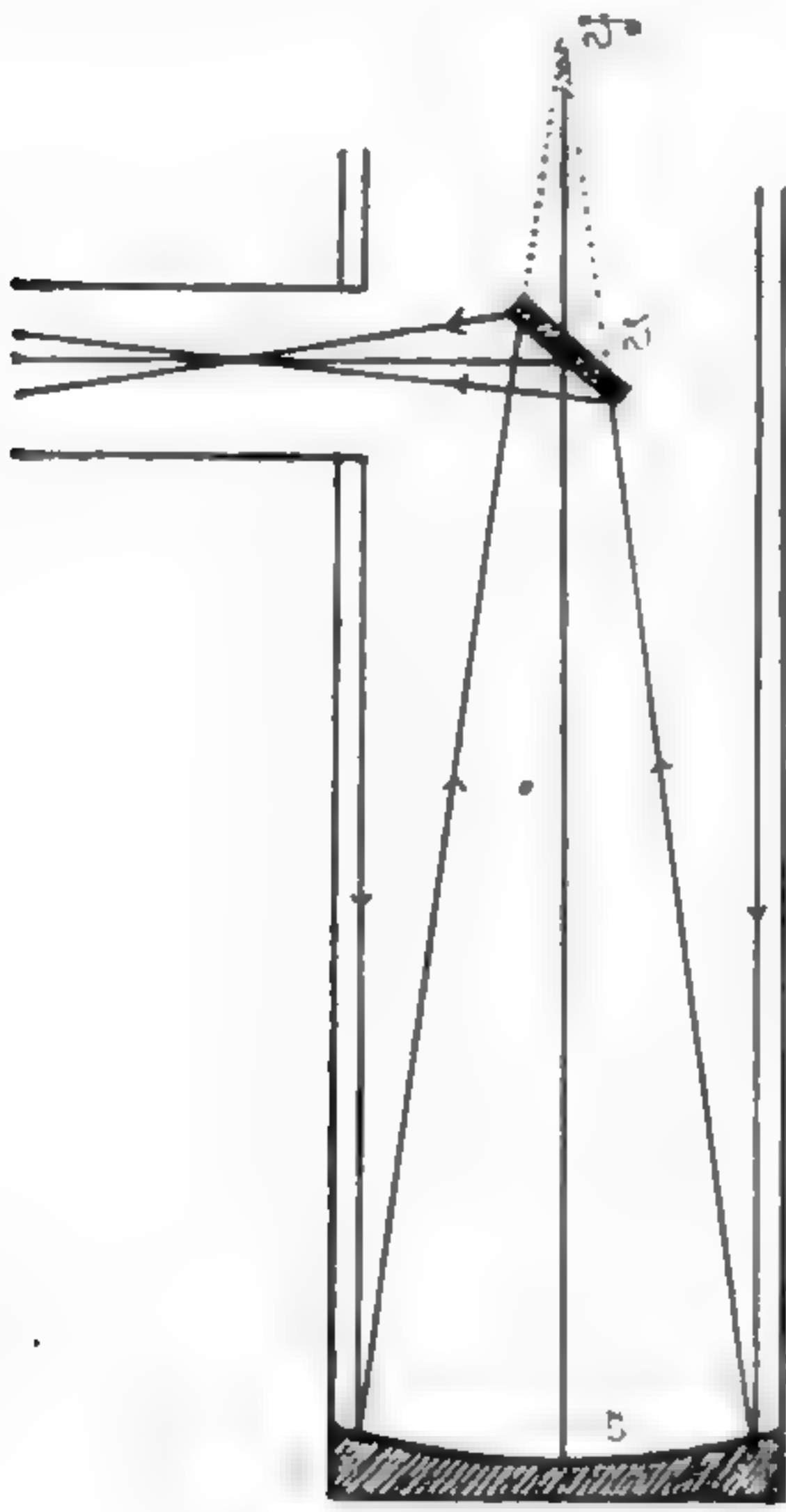


మార్గముగుండా అక్షికటకములను చేరుకొనును. ఈ దూరదర్శనిలో చిట్టచివర ఏర్పడు బింబము తలక్రిందులుగా ఉండును.

పరావర్తనదూరదర్శనిలయొక్క అధికీకరణసామర్థ్యమును ప్రధానపుటాకారదర్పణనాభిదైర్ఘ్యమును అధికమొనర్చి అక్షికటకనాభిదైర్ఘ్యమును తగ్గించినకొలది అధికమగునని తెలియనగును.

1917 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్ వాసులు 100" పరావర్తనదూరదర్శనిని నిర్మించిరి. (దూరదర్శనిలలో వస్తుకటకము

కొల్పుటకుగాను ఇటీవల కాలిఫోర్నియా ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీలో నిర్మించబడిన 200" పరావర్తన దూరదర్శని అనేకరీతుల గణనీయమైనది. 100" దూరదర్శనికంటె ఇది 4 రెట్లు ఎక్కువకాంతిని సంగ్రహించగలదు. 100" దూరదర్శనితో బ్రహ్మాండములోని నూరుకోట్ల కాంతి సంవత్సరములు వ్యాసముగల గోళభాగమే మనకు గోచరమైతే, 200" దూరదర్శనితో అంతకు రెట్టింపు వ్యాసముగల భాగమును చూడగలము. 200" దూరదర్శనిలో ముఖ్యముగా మనము పేర్కొనవలసిన మరొక

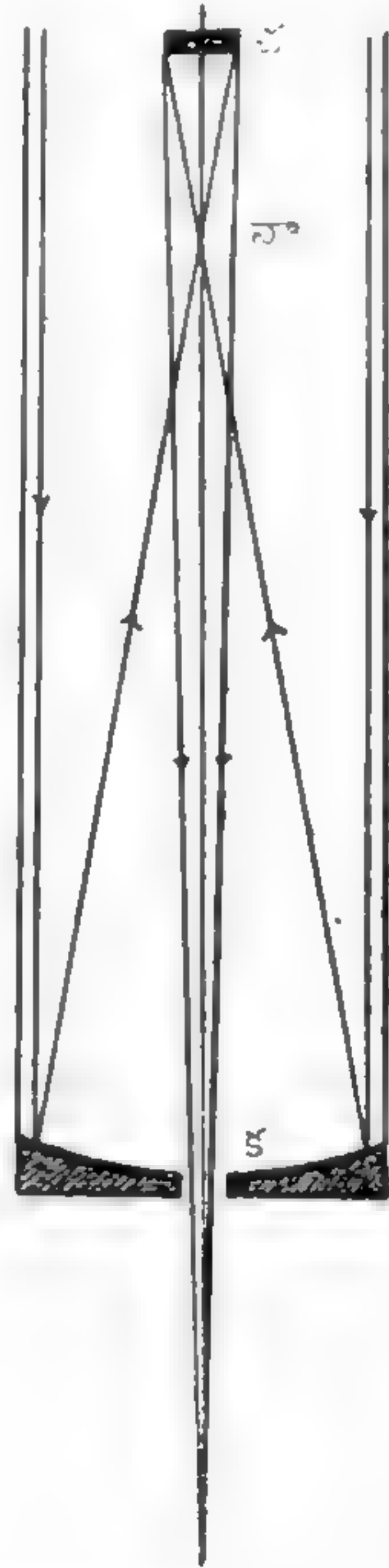


చిత్రము (5 a) న్యూటన్ వమోనా :

క : పుటాకారదర్పణము

న : సమతలదర్పణము

నా : కేంద్రము

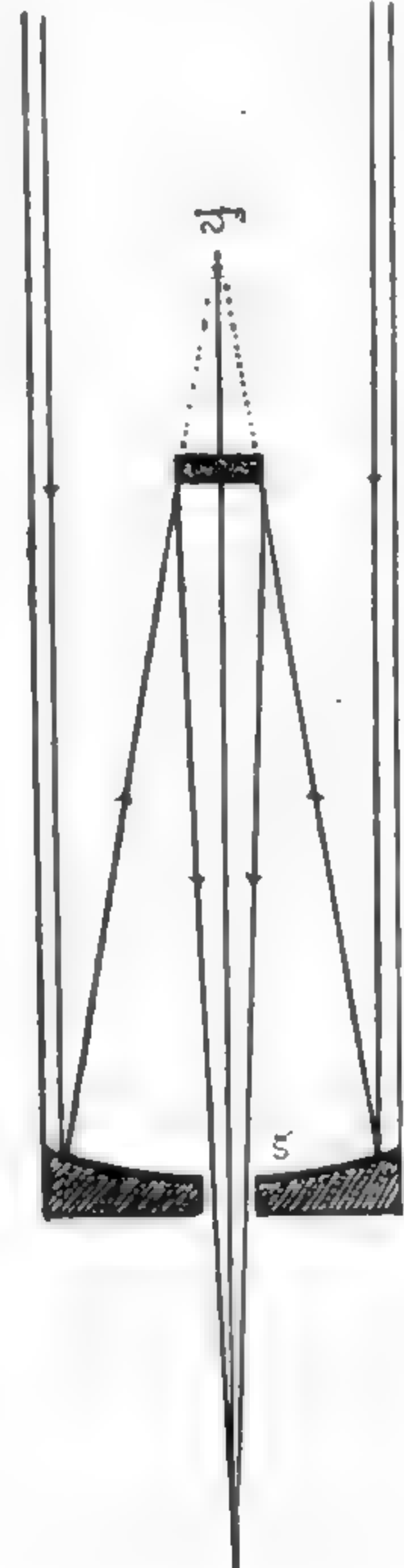


చిత్రము (5 b) గ్రెగోరియన్ :

క : ప్రధానపుటాకారదర్పణము

చ : చిన్నపుటాకారదర్పణము

నా : కేంద్రము



చిత్రము (5 c) కాసిగ్రెయన్ :

క : పుటాకారదర్పణము

నా : కేంద్రము

గాకదర్పణముయొక్క 'ఎపర్చర్'\*(వ్యాసము) ఎన్నిఅంగుళములో ఆదూరదర్శనిని అన్ని అంగుళముల దూరదర్శని అని వ్యవహరించెదరు). దానిని కాలిఫోర్నియాలోని విల్సన్ అబ్జర్వేటరీలో స్థాపించిరి. ఇటీవలివరకు ప్రపంచములోని పరావర్తన దూరదర్శనిలలోకెల్ల అదియే పెద్దది. దాని ప్రధానపుటాకారపరావర్తన దర్పణముయొక్క బరువు రమారమి 5 టన్నులు. పాలమార్ పర్వతముపై నెల

\* ఎపర్చర్ అనగా, కాంతిని పరావర్తించు కటకతలపు వ్యాసము.

విషయము దాని అధిక విశ్లేషణ సామర్థ్యము. తన్మూలముగా ఆకాశములో మిక్కిలి దగ్గరగాఉన్ననక్షత్రములను 100" దూరదర్శనికంటెను విడమర్చి ఇది ప్రదర్శించగలదు. ఆధునిక విజ్ఞానాభివృద్ధిఫలితముగ 100" పరావర్తన దూరదర్శనిలో వ్యక్తమైన లోపములన్నియు దీనిలో సవరింపబడినవి.

ఆదిలో పరావర్తనదూరదర్శనిలలో గోళాకారములో ఉన్న పుటాకార పరావర్తనదర్పణములను ఉపయోగించేవారు. పరావర్తనదర్పణముయొక్క 'ఎపర్చర్' అధిక

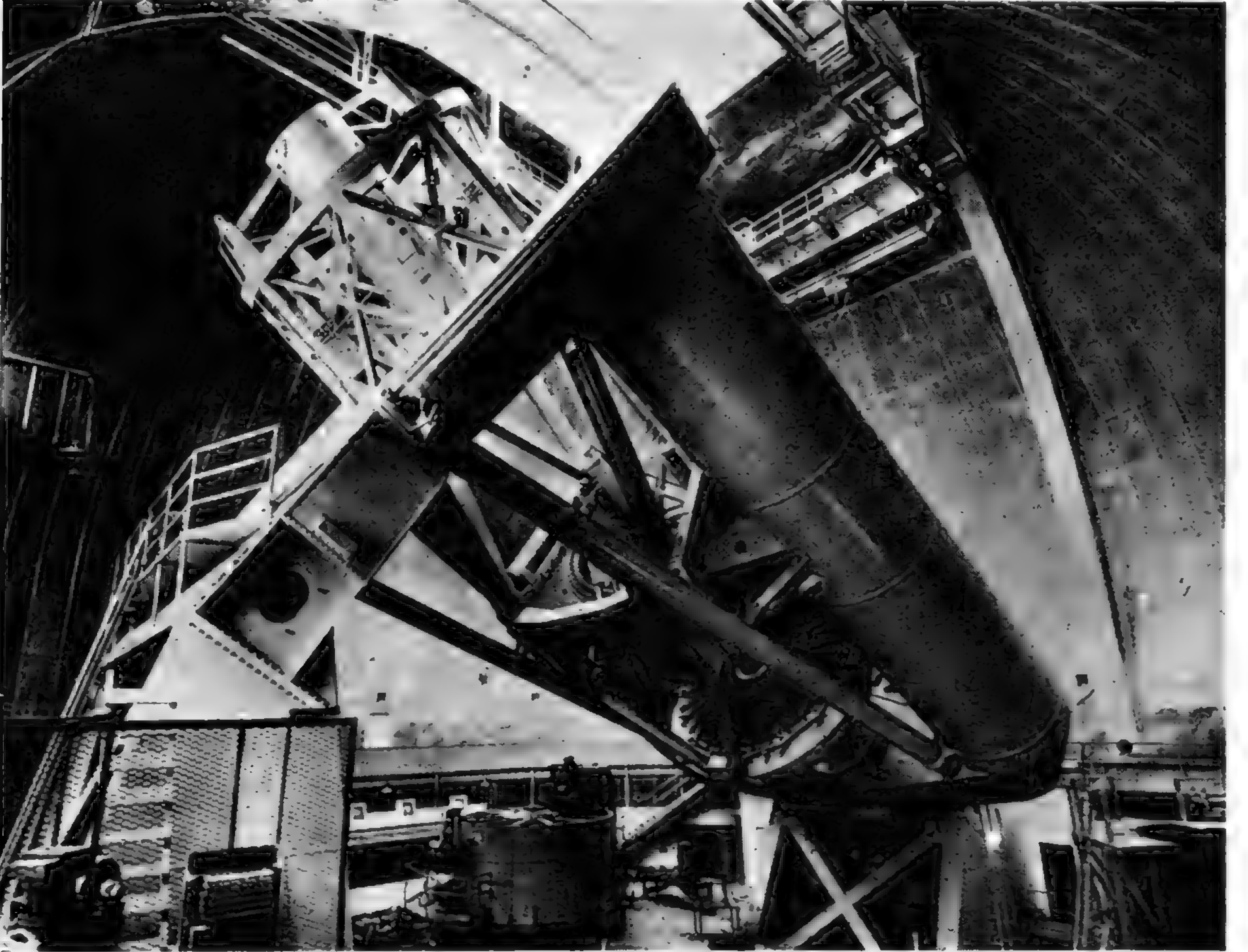


## దూరదర్శని

మైనకొలది దానిచే ఏర్పడిన పరావర్తనబింబము ఎక్కువ అస్పష్టముగా ఉండుటకు అవకాశముగలదు. గోళాకార పుటపరావర్తనతలములనుగాక వరవలయాకారపరావర్తన తలములను ఉపయోగించినచో ఈలోపము సర్దుకొనును. కాబట్టి, పెద్దపరావర్తన దూరదర్శనిలన్నిటిలోను ధనురాకార - పుటపరావర్తనతలములను 'స్పెక్యులమ్' అను మిశ్రమధాతువుతో తయారుచేయించి పరావర్తనకారికి

ములు చేకూరుచున్నవి: 1. వెండికళాయివలె అంతత్వరగా ఈ కళాయి కగ్గిపోదు ; 2. వెండికళాయి చేయబడిన దర్పణముకంటె, ఇది తనపై పడిన నీలలోహిత, అతినీలలోహిత కిరణములను ఎక్కువగా పరావర్తన మొనరింపగలదు.

దూరదర్శనిలగురించి ముఖ్యముగా తెలిసికొనవలసిన మరియొకవిషయము వాటిని అమర్చువద్దతి. గగనప్రత్యవేక్షణకై వాటిని ఉపయోగించుటకు పూర్వము బహుభార



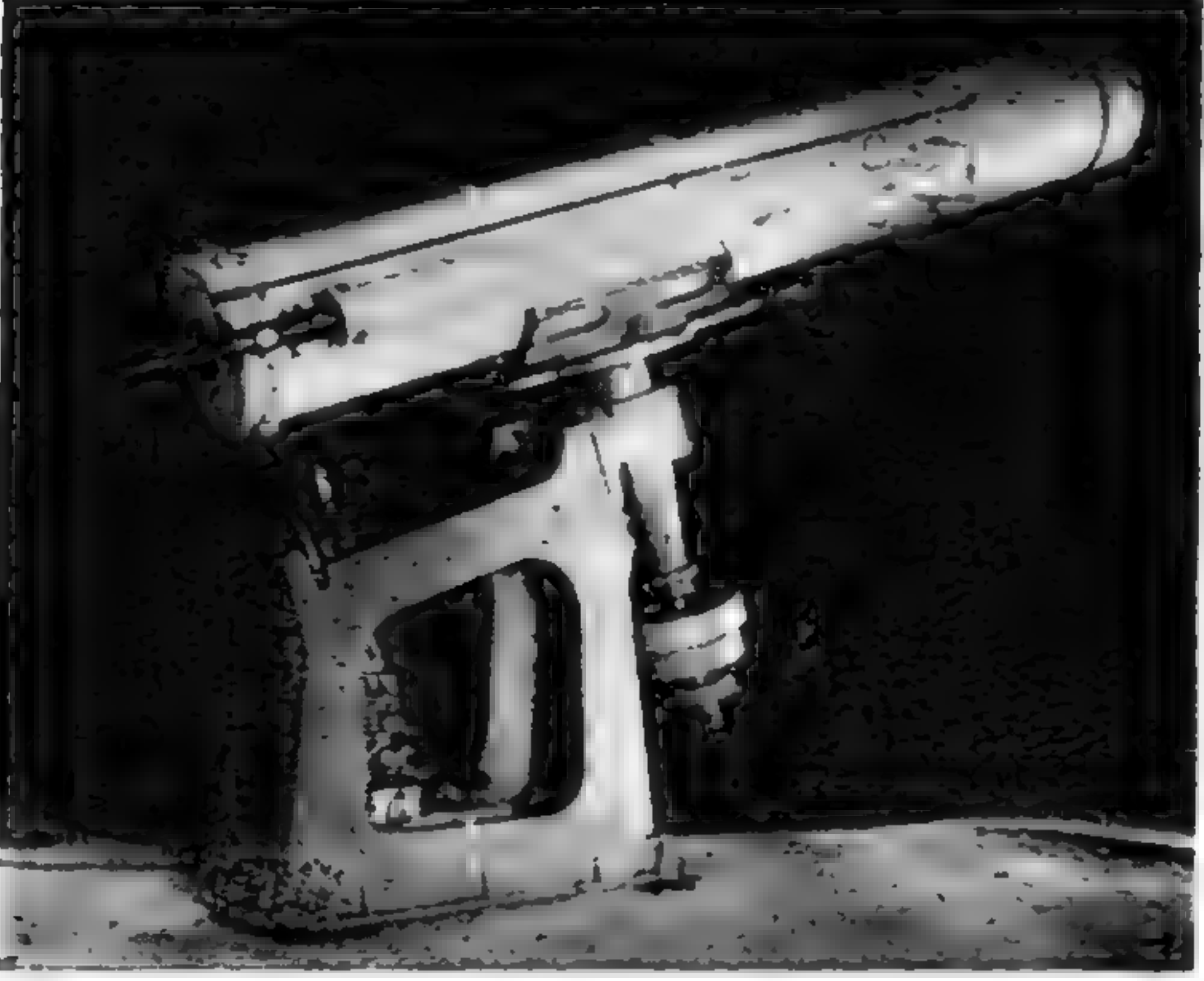
పాలమార్ వేధకాలలోని 200 అంగుళముల దూరదర్శని

మెరుగుపెట్టిగాని, గాఢతలమునకు ముందుభాగములో వెండికళాయి చేసిగాని తయారుచేయుదురు. 100" దూరదర్శనిలో రెండవ విధానమే అనుసరించబడినది. పరావర్తనదూరదర్శనిలలో పుటాకార పరావర్తనతలమునకు ముందుభాగములో చేయబడిన వెండికళాయి త్వరగా కగ్గిపోవుటకు అవకాశమున్నది. అందుచే 200" దూరదర్శనిలో పుటాకారపరావర్తనతలమునకు ముందు భాగమున వెండికళాయికి బదులు శుద్ధఅల్యూమినియము కళాయి చేయబడుచున్నది. ఆ కారణముగా రెండులాభ

యుతములైన పరికరములను చెడకకుండాదృఢముగాను, ఆకాశములో ఏవైపుకు కావలసివస్తే ఆవైపుకు సులువుగా త్రిప్పుకొనుటకు వీలుగాను అమర్చవలసి ఉన్నది. అంతే గాక, దూరదర్శనిని ఆకాశములో ఒకనక్షత్రానికి గురిచూచి స్థిరపరచినప్పుడు కొంతకాలము ఆనక్షత్రము దృక్ షేత్రములో ఉండినగాని దానినిగురించిన ప్రత్యవేక్షణ పూర్తికాదు. నక్షత్రముల అభివ్యక్తచలనము భూపరి భ్రమణఫలితమని మనకు విశదమే. అందుచే, ఒకనక్షత్రము కొంతకాలము దూరదర్శనియొక్క దృక్ షేత్రములో



ఉండవలెననిన భూభ్రమణఫలితమును దూరదర్శనిపై పని చేయకుండ యంత్రసాధనచేత రద్దుచేయవలసి ఉన్నది.



కొడై కెనాలు వేధకాలలోని దూరదర్శని

దూరదర్శనిని అమర్చు 'ఈక్వటోరియల్ మౌంటింగ్' అను ఒక సంవిధానములో భూమి ఏ రేటున భ్రమించునో అదే రేటున తద్యంతిక్తికదిశలో దూరదర్శనిని తిరుగునట్లు చేసి ఆ ఫలితమును సాధించుచున్నారు. అ. వెం. సూ. రా.

**ద్రవమాపకములు :** ద్రవముల తారతమ్య సాంద్రత (చూ. పు. 385)ను కనుగొనుటకు ఉపయోగించు పరికరమును 'ద్రవమాపకము' అందురు. ఇది ఆ యా ద్రవములలో తేలుటకు అనువుగా నిర్మింపబడి ఉండును. సామాన్య ద్రవమాపకములకు అడుగు భాగమున ఒక గోళము, దానికి అతుకబడి పై వైపునకు సమాన వ్యాసముగల ఒక సన్నని గొట్టముఉండును. గోళమున తగుమాత్రము పాదరసమును గాని, సీసపురవ్వలనుగాని, పరికరమును ద్రవములో నిలుపుగా తేలునట్లు ఏర్పాటు చేయుదురు. సన్ననిగొట్టపు పై కొనమూయబడి ఉండును. అందుపై స్కేలు గుర్తింపబడి ఉండును. ద్రవమాపకమును ఒక ద్రవములో ఉంచినపుడు స్కేలుపై ఏ గుర్తు వరకు మునుగునో ఆగుర్తు ఆ ద్రవము యొక్క తారతమ్యసాంద్రతను తెలుపును.

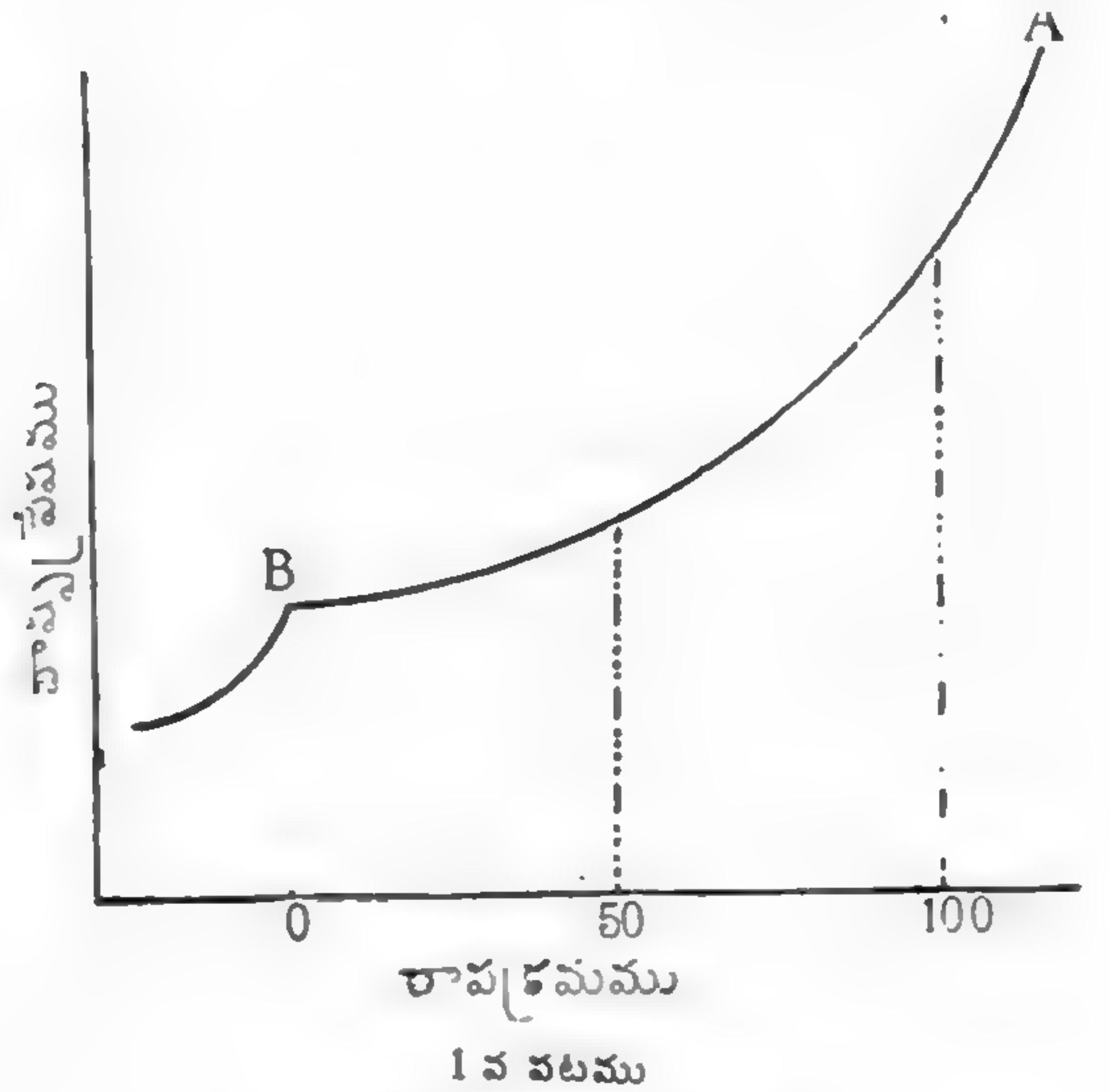


ద్రవమాపకము

నీటిసాంద్రతకన్న తక్కువ సాంద్రతగల ద్రవములకు ఒకటియు, ఎక్కువ సాంద్రత కలిగిన ద్రవములకు ఒకటియు, వేరువేరు ద్రవమాపకములుఉండును. తక్కువసాంద్రతగల

ద్రవములలో ఎక్కువలోతునకు, ఎక్కువసాంద్రతగల ద్రవములలో తక్కువలోతునకు ద్రవమాపకములు మునుగును. ఇంగ్లండులో తయారగు ద్రవమాపకములపై స్కేలు 60°F తాపక్రమమునకు అనుకూలముగా నిర్మింపబడి ఉండును. కనుక, ఆ ద్రవమాపకములతో ద్రవముల తారతమ్య సాంద్రత కనుగొనవలెనన్న ద్రవములను ముందుగా 60°F తాపక్రమముకుతెచ్చి, పిమ్మట ద్రవమాపకమునుంచి సూచికాంకము తీయవలెను. పి. వి. సూ.

**ద్రవములు-I:** బాష్పీభవనము ; బాష్పప్రేషము ; గాలి సోకునట్లు పాత్రలో పెట్టిన నీరు క్రమముగా హరించిపోవును. నీరు బాష్పమై పైకిలేచిపోవును. పాత్రను మూసి ఉంచినపుడుకూడ పాత్రలోని నీరు బాష్పమగును. ఆ బాష్పము నీటిఉపరితలమున ప్రోగై నీటిమీద కొంత ఒత్తిడిని కలుగజేయును. కొంతసేపై నతరువాత ఈ ఒత్తిడి గరిష్ఠమగును. ఒత్తిడియొక్క గరిష్ఠమూల్యమునకు 'సంతృప్త బాష్పప్రేషము' అని పేరు. దీని విలువ నీటియొక్క



ద్రవముయొక్క బాష్పప్రేషరేఖ

తాపక్రమమునుపట్టి ఉండును. తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలది నీటియొక్క బాష్పప్రేషము ఎక్కువగుచుండును. సంతృప్తబాష్పప్రేషములను వాటికి సంబంధించిన తాపక్రమములను రేఖాపటరూపముగా నిరూపించినచో 1 వ పటములో చూపిన రేఖాపటము సిద్ధించును.

AB అనురేఖ నీటియొక్క తాపక్రమమునకు, దాని బాష్పప్రేషమునకు గల సంబంధమును తెలియజేయును. ఈ రేఖ క్రిందిఅవధి (B) నీటియొక్క ఘనీభవతాపక్రమము 0°C ; మీదిఅవధి నీటియొక్క సందిగ్ధతాపక్రమము 373°C ;



## ద్రవములు-1

అనగా నీటికి ఈ రెండుతాపక్రమములమధ్యనే ద్రవస్థితి సిద్ధించును.

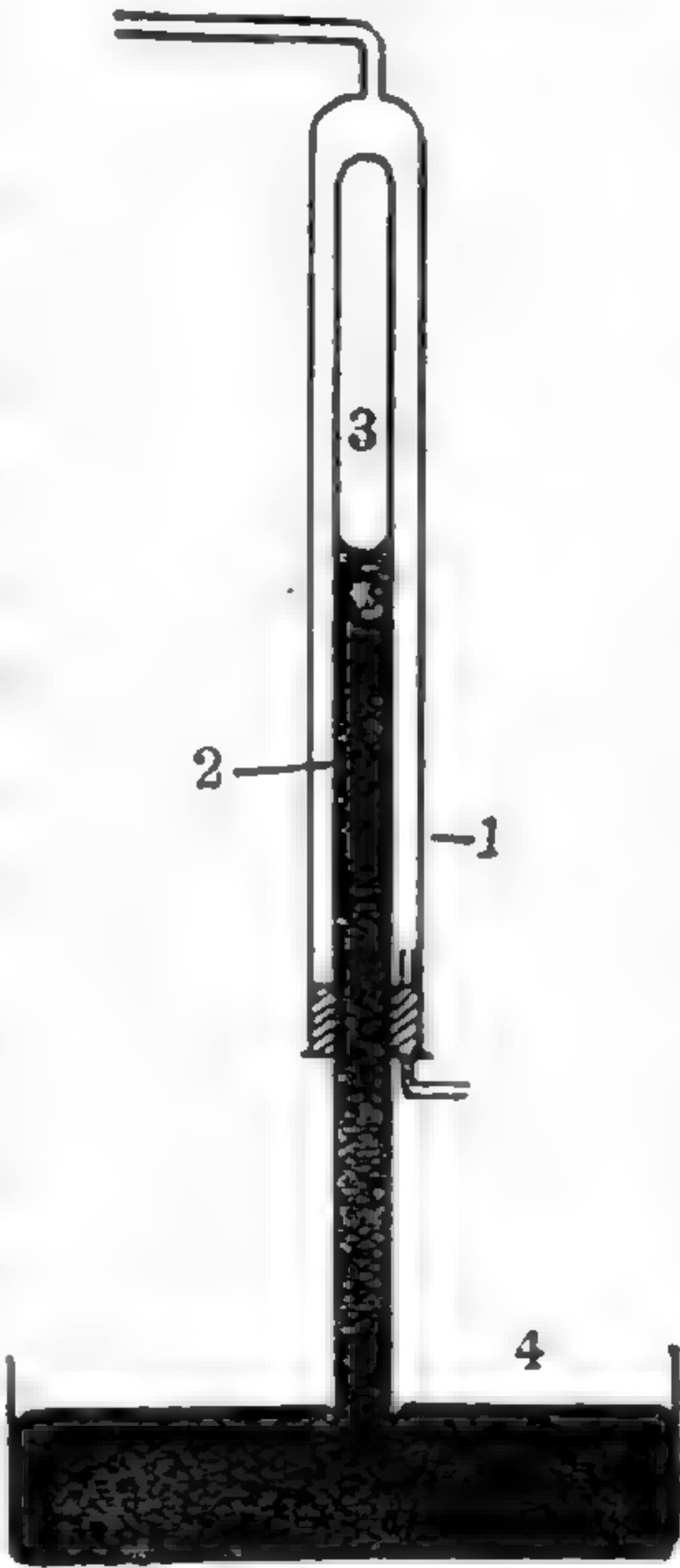
నీటికేకాక ఇతరద్రవములకైనను బాష్పప్రేషమునకు, తాపక్రమమునకు గల సంబంధము ఇట్లే ఉండును.

ద్రవమును వేడిచేసి దానితాపక్రమమును పెంచుచేసినపుడు దాని బాష్పప్రేషము క్రమముగా పెంచుగునని చెప్పియుంటిమి. ఈ బాష్పప్రేషము పరిసరవాతావరణ ప్రేషమునకు సమానమైనపుడు ద్రవము మరుగుచిహ్నాలు, అనగా ద్రవమునందంతట ఆవిరి బుడగలు లేచుట అగ పడును. ఇట్టిస్థితితో ద్రవము మరుగుచున్నది అందురు. ఈ ద్రవము ఏతాపక్రమమువద్ద మరుగుటకు మొదలిడునో ఆతాపక్రమమును ఆ ద్రవముయొక్క క్వథనాంకము అందురు. ద్రవము నిశ్శేషముగా హరించిపోయినదాక క్వథనాంకము స్థిరముగా ఉండును. వేడిచేయబడుచున్న ద్రవములో ముంచిన తాప

క్రమ మాపకము క్వథనతాప క్రమముకన్న నాలుగైదు డిగ్రీలు ఎక్కువ తాపక్రమమును చూపుచున్నను ఒకప్పుడు ద్రవము నందు మరుగు చిహ్నాలు ఏమియు కనబడవు. ఇట్టి స్థితికి అతి తప్తస్థితి అనిపేరు. శుద్ధజలమును ఇట్లు మరుగుజాడలు ఎవ్వయు కనపడకుండ  $100^{\circ}\text{C}$  వరకు వేడిచేయవచ్చును.

అతితప్తస్థితికి కారణము ద్రవ్యసామాన్య లక్షణమగు జడత్వము. మార్పును కలిగించు పరిస్థితులు ఉపస్థితములై ఉన్నను మార్పును చెందకుండ ద్రవ్యము తన తొంటిస్థితిలోనే ఉండనుంకించుటకు జడత్వమనిపేరు. దీనినే న్యూటన్ మహాశయుడు తన ప్రసిద్ధ చలన నియమములో మొదటి దానియందు ప్రస్తావించెను. కాని ఈ అతితప్తస్థితి

ఎంతకాలమో ఉండదు. ఇది చాల అస్థిరమైనస్థితి. తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలది ఈ స్థితియొక్క స్థైర్యము తగ్గుచుండును. ఒకానొక తాపక్రమములో తను మరుగవలసి



2 వ పటము

ద్రవబాష్పప్రేషనిర్ణయము-  
భారమితి విధానము.

1. కవచనాళము
2. భారమితి నాళము
3. టారి నెల్లి కూన్యము
4. పాదరసపు తొట్టె

ఉన్నదను విషయమును హఠాత్తుగా జ్ఞాపకమునకు తెచ్చుకొనినట్లు ద్రవము హఠావిడిగా మరుగుటకు ప్రారంభించును. ఈ సంరంభముతో ద్రవపు అధోభాగమునుండి ఒక్కసారిగా ఆవిరి ఉద్భవించి వైనున్న ద్రవరాశిని అమాంతముపైకెత్తి క్రిందికి దిగవేయును. ఈ కల్లోల క్వథనమునకు 'ధమకము' అనిపేరు. పాత్రఉపరితలము గరుకుగా ఉన్నప్పుడు అతితపనముగాని, ధమకముగాని సంభవించదు. చిన్న గులకరాళ్ళనుగాని, పెంకు ముక్కలనుగాని ద్రవములో ఉంచినచో అతితప్తస్థితిని లేకుండచేయవచ్చును.

బాష్పప్రేషమును కొలచుట; బాష్పప్రేషమును కొలచుటకు సులభమైన విధానములు రెండు ఉన్నవి: 1. భారమితి నాళ విధానము; 2. క్వథనాంక విధానము.

భారమితి నాళ విధానము: ఇందులో కొన్ని బొట్లుద్రవమును భారమితి నాళములోని పాదరసముపై ఉన్న భారీ స్థలములోనికి చొప్పింతురు. వైనున్నటారి నెల్లి కూన్యభాగములో ఈ ద్రవముబాష్పమై నాళములోని పాదరసమును క్రిందకు నొక్కును. ఈ నొక్కుటవలన పాదరసస్తంభము కొంచెము క్రిందికి దిగును. మరియొక భారమితి నాళములో ఉన్న స్తంభపుఎత్తుతో సరిపోల్చి ద్రవబాష్పము వలన పాదరసస్తంభము ఎంతమట్టుకు క్రిందికి దిగినదో కొలువవచ్చును; ఈ కొలతయే బాష్పప్రేషముయొక్క కొలత.

భారమితి నాళముచుట్టు మరియొక ఆవరణనాళమును అమర్చి దానిలోనికి వివిధతాపక్రమములవద్ద మరుగుద్రవముల యొక్క బాష్పములనుపంపి భారమితి నాళములోనున్న ద్రవముయొక్క బాష్పప్రేషమును వేరువేరు తాపక్రమములవద్ద నిర్ణయించవచ్చును.

కాని ఈవిధానము యథార్థమైన ఫలములను ఈయదు. దీనికి కారణము పాదరసములో సాధారణముగా విలీనమై ఉండు గాలి ప్రయోగకాలమందు విడివడి, ద్రవబాష్పముతో కలిసిపోయి ప్రేషమును ఎక్కువచేయును.

క్వథనాంక విధానము: ఇది మిక్కిలి వాడుకలోఉన్నది. ద్రవముయొక్క క్వథనాంకమును వేర్వేరుప్రేషములలో నిర్ణయించి, ఆ ఫలములను గ్రాఫ్ గా లిఖింతురు. బాష్పప్రేషమువాతావరణప్రేషమునకు ఏతాపక్రమమువద్దసమానమగునో ఆతాపక్రమమే క్వథనాంకము గనుక గ్రాఫ్ నుండి నియతతాపక్రమమునకు అనుగుణమగు బాష్పప్రేషమును తెలిసికొనవచ్చును. ఈప్రయోగమునకు అనువగు పరికరమును 3వ పటములో (చూ.పు. 405) కననగును. అడుగుభాగము గోళముక్రింద విస్తరింపచేసిన చిన్ననాళము (A) లో ద్రవము ఉంచి దానిని తాపక్రమమాపకపు కాడ (C) దిగువకు కట్టి, మరియొక వెడల్పాటి నాళము (B)



లోనికి దించవలెను. ఈవెలుపలినాళములో హెచ్చుతాప క్రమములో మరుగు గ్లిసరీన్ వంటి ద్రవమును పోసి ఈ నాళమును పటములో చూపినట్లు, ప్రేషమును స్థిరముగా ఉంచుటకు ఉద్దిష్టమైన (D) అను పెద్దసీసాతోను, ప్రేష మాపకము (E) తోను కలుపవలయును. గ్లిసరీన్ యొక్క తాపక్రమమును అనుకూలమగునంత ఎక్కువచేసి, గోళ నాళములోని ద్రవము మరగి దానినుండి బుడగలు గ్లిసరీన్ పైకి ఉబుకువరకు పరికరములోని వాయుప్రేషమును గాలిపంపుద్వారా తగ్గించవలెను. బుడగలువచ్చుట ఆగి పోవునంతవరకు గాలిని జాగ్రత్తగా పరికరములోనికి చొర రీయవలెను. ఇట్టిదశలో తాపక్రమమును, ప్రేషమును గుర్తించవలెను. ఈతాపక్రమము ఆ ప్రేషములో గోళనాళ ములోనుంచిన ద్రవము మరుగు తాపక్రమమై ఉండును. ఇట్లేవేర్వేరు తాపక్రమముల వద్ద ప్రేషములను కనుగొన వలెను. ఈ ఫలములను గ్రాఫ్ గా లిఖించిన బాష్పప్రేష తాపక్రమ రేఖ నిర్ధించును.

బాష్పీభవనతాపము:

ఏతాపక్రమము వద్ద నైనను ఒక ద్రవమును బాష్పముగా మార్చ

వలెననిన దానికి నియతరాశితాపమును అందజేయ వలయును. స్థిరతాపక్రమములో బాష్పముగ మారుటకు నియతభారద్రవము తీసికొనుతాపరాశికి ఆ తాపక్రమము వద్ద దాని బాష్పీభవనతాపము అందురు. వేడిని సరఫరా చేయకుండ ద్రవమును బాష్పీకరించినచో ఆ ద్రవము తనలోనున్న తాపమునే అది ఉపయోగించి బాష్ప మగును. అందువలన ద్రవముయొక్క తాపక్రమము బాగా తగ్గును.

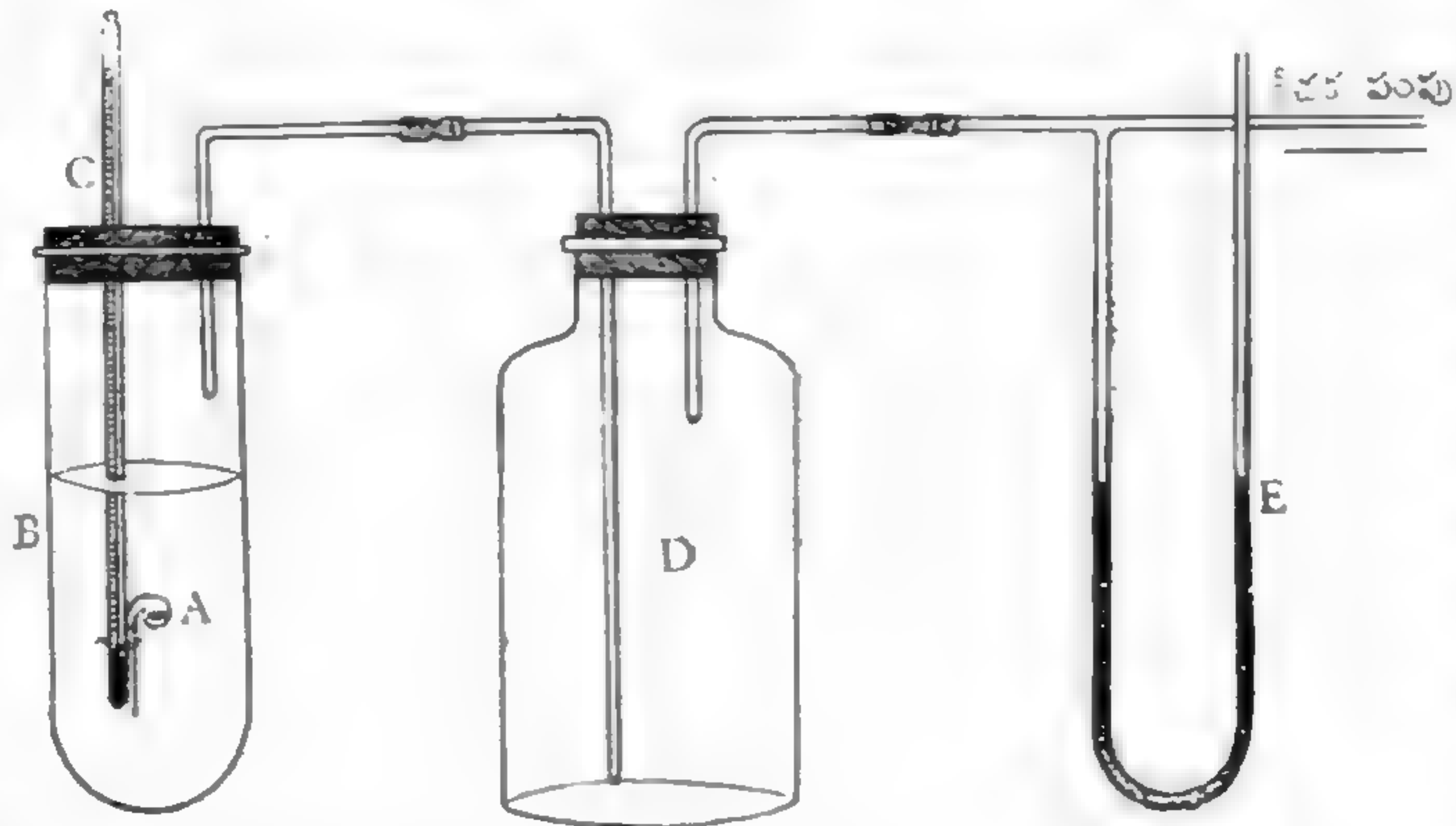
ఈతర్ వంటి బాష్పశీలద్రవ్యమును ఒకపాత్రలో ఉంచి దానిగుండా గాలినిపంపిన పాత్ర అతిశీఘ్రముగా చల్ల బడును. దీనికి కారణము బాష్పముగా మారుచున్న ఈతర్ ద్రవము పరిసరములనుండి వేడిని లాగికొనుట. ఈ సూత్ర మును అనుసరించి వ్యాపారరీత్యా నీటిని మంచుగా మార్చు చున్నారు. మరుగుతాపక్రమమువద్ద ద్రవము బాష్పముగా మారుటకు పరిసరములనుండి గ్రహించు తాపమునకే సాధారణముగా బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత అని పేరు. దీని

గురుతు L. దీనిని కొలుచుపద్ధతులకు 217 వ పుటలోనున్న 'ఉష్ణతామితి' చూడనగును.

నీటివిషయములో బాష్పీభవనగుప్తోష్ణత 1 గ్రామునకు 539 కేలోరీలు. అనగా 100°C తాపక్రమమువద్ద 1 గ్రాము నీటిని 1 గ్రాము బాష్పముగా మార్చుటకు కావలసిన తాపము 539 కేలోరీలు.

ద్రవముయొక్క బాష్పీభవనగుప్తోష్ణతను దాని అణు భారము (M) చే గుణించిన దాని అణుబాష్పీభవనగుప్తోష్ణత లభించును. నీటి అణుబాష్పీభవనగుప్తోష్ణత =  $539.1 \times 18.016 = 9,712$  కేలోరీలు. (18.016 = నీటి అణు భారము) ఏద్రవముయొక్క అణుబాష్పీభవనగుప్తోష్ణత నైనను పరమమానములో దాని క్షధనతాపక్రమముచే

భాగించగా వచ్చిన లబ్ధియు స్థిరాంక మగును. సాధారణ ముగా ఈ స్థిరాంకపు విలువ 20, 22 మధ్య ఉండును; సగటు విలువ ఇంచు మించు 20.7 అగును. ఈ నియ మమునకు ట్రౌటన్ నియమము అని పేరు. కాని ఈ నియమము బెట్ ఫుష్ నియమము వలె బాష్ప స్థితిలోని



A. చిన్న నాళము; C. తెర్మోమీటరు; B. వెడల్పు నాళము; D. సీసా; E. ప్రేషమాపకము.

అణుభారమునే ద్రవస్థితిలో కూడ కనపరచు ద్రవములకే వర్తించును. ఇట్టి ద్రవములకు అసంఘటిత ద్రవములని పేరు. బాష్పస్థితిలోని అణుభారమునకు రెండింతలు, మూడింతలు అణుభారమును ద్రవస్థితిలో కనపరచు ద్రవము లకు సంఘటిత ద్రవములు అని పేరు. ఈ పరిభాష నువయో గించినపుడు 'ట్రౌటన్ నియమము అసంఘటితద్రవములకే వర్తించును' అని చెప్పవలసి ఉండును. ట్రౌటన్ నియమ మును పాటించునో, లేదో కనుగొనుటవలన ద్రవము అసంఘటితమో, సంఘటితమో చెప్పవచ్చును.

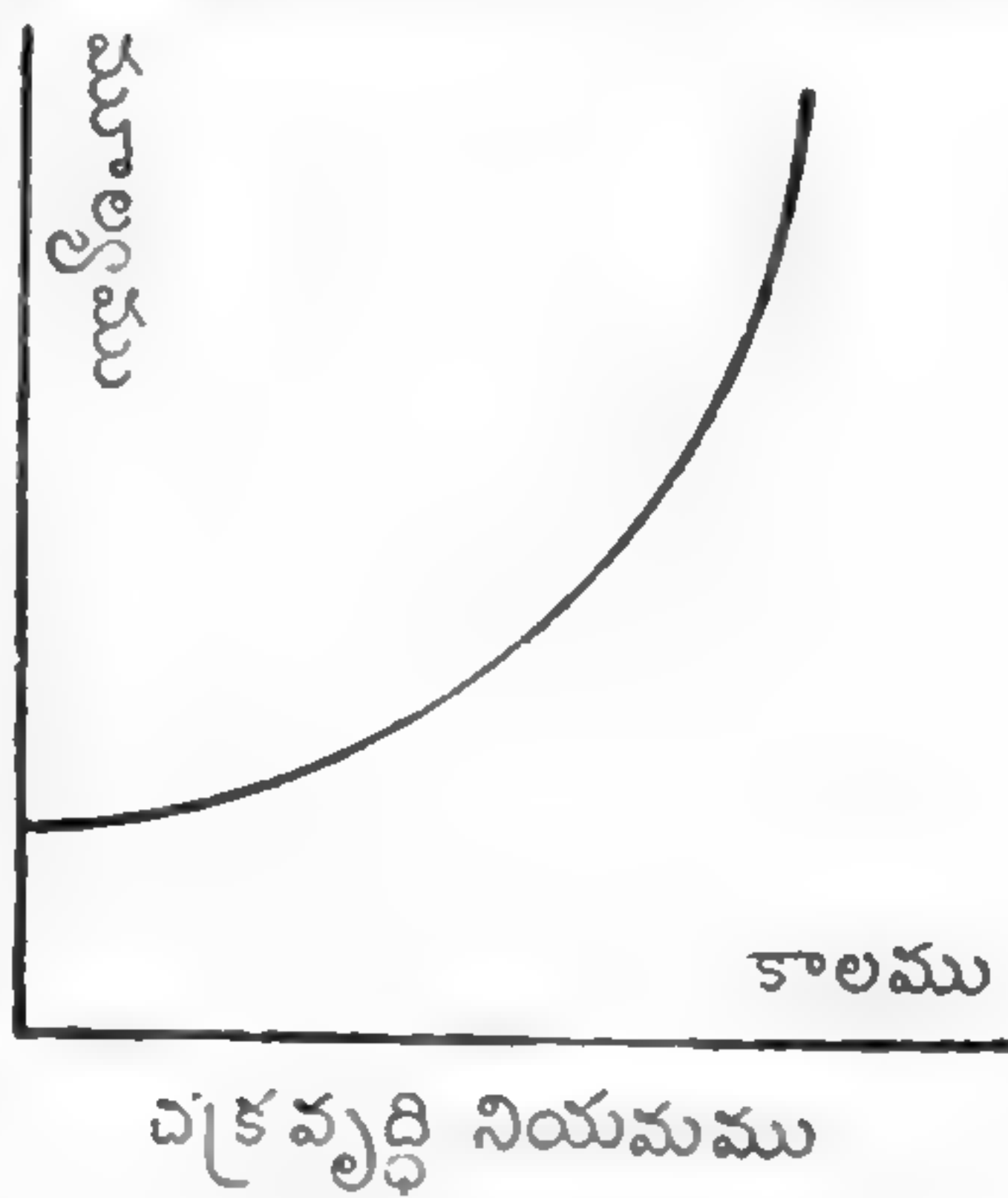
బాష్పీభవనము-చలదణుసిద్ధాంతము: చలదణుసిద్ధాంత ప్రకారము ద్రవ్యస్థితి ఏదియైనను అందుండు అణువులు అవిరతచలనములో ఉండును. ఈ చలనశక్తియే వస్తువు యొక్క వేడి. ఒకద్రవము పిస్టన్ తో మూయబడిన సిలిం డర్ లో ఉన్నదనుకొందము. మొదట ద్రవతలమును అంటి పెట్టుకొని ఉన్న పిస్టన్ కొంచెము పైకిలేవదీసినపుడు ఆ ఏర్పడిన ఖాళీస్థలములోనికి ఇదివరకు ద్రవములో ఉన్న



## ద్రవములు-1

అణువులు కొన్ని చటచట ప్రవేశించును. ఇవియే బాష్ప స్థితిగా ఏర్పడును. ఇట్లు ప్రవేశించిన అణువులు ద్రవభాగములోనున్న తక్కిన అణువులకన్న హెచ్చుశక్తికలవై ఉండవలెను. ఏలన ఇట్లు బయటకు రాసాహసించిన అణువులపై ద్రవతలములోనున్న తక్కిన అణువులు నెరపు ఆకర్షణ బలములను ప్రతిఘటించి వాటినుండి తప్పించుకొని పోవుటకు చాలిన శక్తి ఈ అణువులకు ఉండవలెను. శక్తి ఎక్కువగానున్న అణువులను చలదణుస్థాంతదృష్టిలో 'వేడి' అణువులు అనవచ్చును. ఇట్టి వేడి అణువులు పైకిపోవుట చేతనే మిగిలిన ద్రవరాశి చల్లబడును. ఇదియే బాష్పీభవించుచున్న ద్రవము చల్లబడుటకు కారణము. పైకిపోయినవి వేడి అణువులై ద్రవములో మిగిలినవి సగటున తక్కువ వేడి గలవై ఉన్న పక్షమున తాపక్రమమావకముచే పరీక్షించినపుడు క్రిందనున్న ద్రవమునకు, పైనున్న బాష్పమునకు తాపక్రమములో కొంచెమైనను వ్యత్యాసము ఉండి తీరవలయును. అట్టి వ్యత్యాసము నిజముగా గోచరించదు. ఏలన పైకిరానుంకించు అణువులన్నియు నిజముగా హెచ్చు శక్తికలవియే. కాని పైకివచ్చు ప్రయత్నములో అవి వాటి శక్తిలో కొంత భాగమును అణుఆకర్షణ బలములను ప్రతిఘటించుటలో కోలుపోయినవి. అందువలన పైకివచ్చు సరికి వాటికున్న యావరేణిశక్తి ద్రవములో మిగిలి ఉన్న అణువుల యావరేణిశక్తికన్న అధికముగా ఉండదు].

ఇట్లు బాష్పముగా భాశీస్థలమును ప్రవేశించిన అణువుల సంఖ్య ద్రవముయొక్క తాపక్రమమునుపట్టి ఉండును. ఒక నియత తాపక్రమమువద్ద ద్రవమునందున్న మొత్తపు అణువులలో నియత భాగమే ఈ శక్తి మంతమైన అణువులు ఉండును. ఈ పైకి నడచిన వాటిలో కొన్ని ద్రవతలమునకు చాల దగ్గరగా వచ్చినపుడు ఆ తలములోనున్న అణువులచే ఆకర్షించబడి అవి మరల ద్రవము

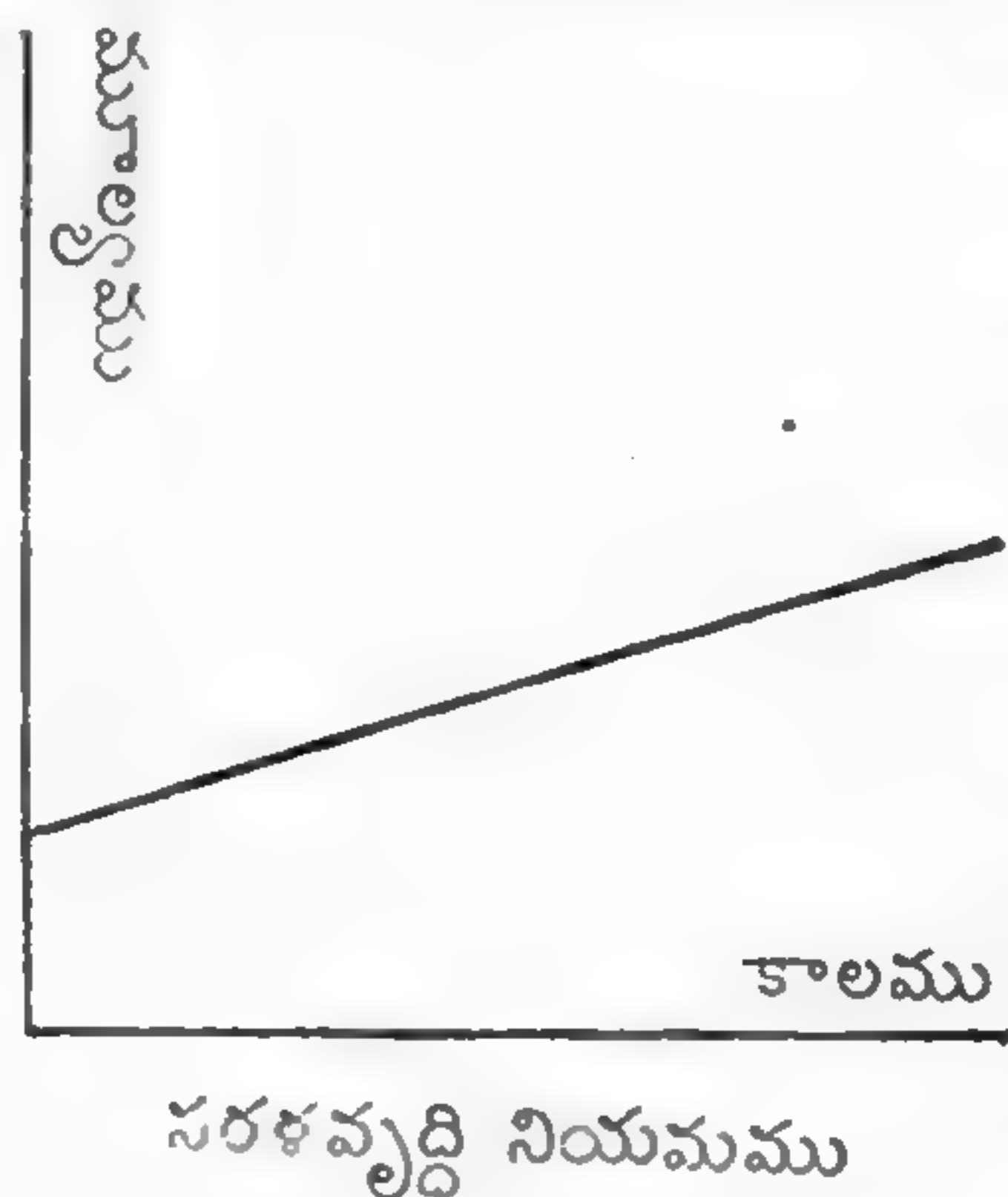


నందు ప్రవేశించును. ఇట్లు ద్రవోపరితలముయొక్క ప్రతి చతురపు సెంటీమీటరునుండి బయటికిపోవు అణువుల సంఖ్యకు ఈ తిరిగి వచ్చు అణువుల సంఖ్య సమానమైనపుడు అణుబహిర్గమనము, ప్రత్యాగమనము-ఈ రెండు ప్రక్రియ

లును సమతాస్థితిలోనికి వచ్చును. ఇట్టిదశలో తాపక్రమము స్థిరముగా నున్నంతసేపు బాష్పస్థితిలోనున్న అణుసంఖ్య స్థిరముగా ఉండును. అందువల్లనే ఈ బాష్పమునకు నియత పరిమాణముగల ప్రేషముండును. ద్రవోపరితలము పైన యూనిట్ వైశాల్యముపై బాష్పాణువులు నెరపు ప్రేషమునకు బాష్పప్రేషము అని పేరు. అనగా ద్రవము, బాష్పము సమతాస్థితిలో ఉన్నపుడు ద్రవోపరితలముపై బాష్పము నెరపు ప్రేషమే బాష్పప్రేషము.

తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలది బాష్పప్రేషము ఎక్కువగునని ప్రయోగము తెలియజేయును. తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలది బాష్పస్థితిని ప్రవేశించు శక్తిగల అనగా 'వేడి' అణువుల సంఖ్య ఎక్కువగును. ప్రేషము అణువుల సంఖ్యను బట్టి ఉండును. గనుక తాపక్రమముతో ప్రేషము పెరుగుచు ఉండును. కాని తాపక్రమముతో ప్రేషము పెరుగు రేటు కూడ హెచ్చగు చుండును. ఈ రేటు హెచ్చగుటకు మరియొక కారణము నరయవలయును.

ద్రవోపరితలముపై నున్న అణువులు పైకి పోనుంకించు అణువులపై తమ ఆకర్షణబలమును నెరపి వాటిని నిరోధించ యత్నించును. తాపక్రమము హెచ్చగుకొలది అణు చలనము హెచ్చగుటచే దేనికదే ప్రతి అణువును అతిశయ సంకుల చలనములో మునిగి ఉండుటచే తక్కిన అణువులపై ఆకర్షణ బలముల నెరపుటకు అవకాశము తగ్గుచుండును. అనగా తాపక్రమము హెచ్చగుకొలది అణువుల మధ్యనుండు పరస్పరాకర్షణబలములు తగ్గుచుండును. అందుచే పైకి పోనుంకించు అణువులపై తక్కిన అణువుల ఆకర్షణ ప్రభావము తగ్గుచుండును. ఈ నూతన కారణ



ముచే కూడ పైకి పోవు అణువుల సంఖ్య ఎక్కువగు చుండును. అందువలననే ఈ రెండు కారణముల సంఘాత ఫలముగ బాష్ప ప్రేషము చక్రవృద్ధికి వేసిన ధనమువలె ఉత్తరోత్తర వృద్ధిని కాంచు చుండును.

దానిచే తాపక్రమమునకు, బాష్పప్రేషమునకు గల సంబంధమును చూపు రేఖాపటము కాలమునకు, చక్రవృద్ధికి వేసిన ధనరాశికి గల సంబంధమును చూపురేఖను చాల పోలిఉండును. మే. ప. న.



**ద్రవములు-II (ద్రవతలతన్యత, తలశక్తి):** వాయువులకు నియత ఆకారముగాని, ఆయతనముగానిలేదు. ద్రవములకు ఆకారము లేకపోయినను నియతఆయతనము కలదు. వాయువులందు అణుచలనమునకు స్వేచ్ఛ ఎక్కువ; ద్రవములందు చాలతక్కువ. వాయువులందుకన్న ద్రవములందు అణువులమధ్య దూరములు చాల స్వల్పమగుటచే ద్రవములందు వాయువులందుకన్న అణువులమధ్య సంఘర్షణ చాల ఎక్కువ. అందుచే ద్రవములందు మధ్యమాన స్వేచ్ఛావధము అనగా రెండు సంఘర్షణలకు మధ్య అణువు పురోగమించగల మార్గము వాయువులందుకన్న చాల తక్కువ. అది ఇంచుమించు ద్రవాణువుల వ్యాసము  $10^{-7}$  నకు సమానముగా ఉండును.

అణువుల మధ్య పరస్పరాకర్షణ బలములున్నవనుచానికి వాయువును కాని, బాష్పమును కాని ఎక్కువగా అదిమి ద్రవముగా మార్చి ఒత్తిడిని సడలించినపుడు ద్రవము వెంటనే వాయుస్థితిని తీసికొనక ద్రవస్థితిలోనే ఉండుట సాక్ష్యము. అణువుల మధ్యను పరస్పరాకర్షణ బలములే లేని పక్షమున అదుముడు వలన దగ్గరపడిన అణువులు ఒత్తిడిని తొలగించిన వెంటనే ఎప్పటి వాయుస్థితిని స్వీకరించి ఉండవలెను. అట్లు కనబడక ద్రవస్థితి, కొంత స్థైర్యముకలదిగా గోచరించును కనుక అణువులమధ్య ఉన్న పరస్పరాకర్షణబలములు వాటిని కూడదీసి ద్రవస్థితికి స్థైర్యమును చేకూర్చినవి అని అనుకొనవలెను.

ద్రవములు వాయువులకు, ఘనములకు మధ్యస్థితి. ద్రవ స్వభావ పరిశీలనముకై రన్బజన్ కిరణములవంటి సునిశిత పరీక్షాపరికరములు లేనిరోజులలో ద్రవమునకు, వాయువునకు సాదృశ్యము ఎక్కువగా ఉన్నదని తలచెడివారు. ఒత్తిడి మిక్కిలి ఎక్కువైన స్థితిలో వాయుస్థితికిని ద్రవస్థితికిని భేదము లేకమాత్రము లేదని వాన్ డెర్ వాల్ చేసిన సూచన ఈ సాదృశ్యభావమునకు కొంత చేయూత నొసంగినది.

కాని నూతనాన్వేషణ ఫలితముగా ద్రవములకు వాయువులతోకన్న ఘనములతో హెచ్చుపోలిక ఉన్నట్లు రుజువైనది (చూ. ద్రవ్యావస్థలు).

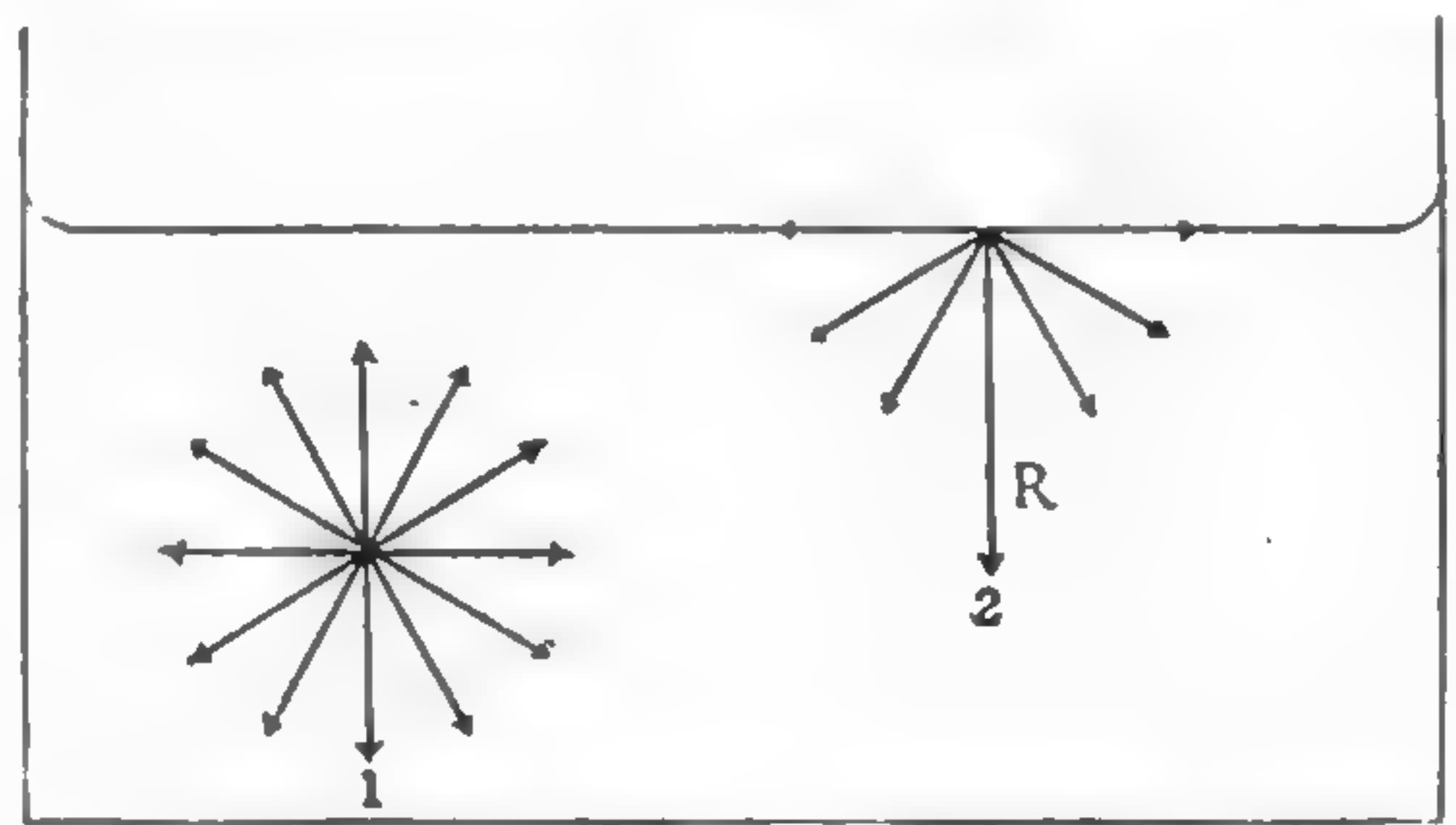
తక్కువ ప్రేషములోనున్న వాయువులయొక్క అణురచన కొంతవిశదమైనది. అట్లే బాహ్యస్పృష్టవాకారముచే సూచితమైన ఘనస్థితిలోని అణువుల క్రమసన్నివేశము కొంత తెలిసికొనుటకు వీలైనది. కాని ఈ రెండిటికిని మధ్యనున్న ద్రవస్థితిలోని అణుసన్నివేశము విషయమై సిద్ధాంతములు ఎక్కువగా ప్రబలినవి. కాని తెలిసినది చాల తక్కువయని చెప్పవలసిఉన్నది.

ఏది ఎట్లు ఉన్నను ద్రవస్థితిలో అణుఆకర్షణ బలప్రభావము వాయువులలోకన్న ఎక్కువగుటచే ద్రవములకుకొన్ని విశిష్టధర్మములు కలవు. అందు ముఖ్యమైనవి తలతన్యత, బాష్పప్రేషము, ఘనస్థితిలోకూడ ఈగుణములు అగువడును. కానీ అవి పరిగణనీయమైన పరిమాణము కలవి కావు.

**ద్రవముల తలతన్యత:** ద్రవములకు నియతాయతనము గలదని చెప్పిఉంటిమి. ఈ గుణమే అవి కచ్చితమైన ఉపరితలమును కలిగి ఉండుటకు కూడ కారణమైనది. భౌతికశాస్త్ర ప్రథమపాఠములో మనము నేర్చుకొనినట్లు ఆధారపాత్ర ఏదిక్కునకు వంగినను అందులో ఉన్న ద్రవముయొక్క ఉపరితలము మట్టుకుభూమ్యాకర్షణదిశకు లంబముగా ఉండును; అనగా ఊతిజ సమానాంతరముగా ఉండును. వీటిపై నెరపబడు బలముల దిశకు వాటి ఉపరితలములు లంబముగా ఉండుట ద్రవముల ముఖ్యలక్షణము.

ఇదిగాక ద్రవోపరితలము వివిధములగు బలములకు ఉనికిపట్టు. వీటిలో ముఖ్యమైనవి రెండు: 1. అణువుల మధ్యనున్న పరస్పరాకర్షణ బలములు. ఇవి ద్రవముయొక్క తలతన్యతగుణమునకు కారణము; 2. ద్రవోపరితలముపై కాని, కలిసిపోని రెండు ద్రవములమధ్యనుండు తలమునందుకాని, ఆవిర్భవించు రాసాయనిక సంయోగ బలములు. ఈ బలములు అధిచూషణ సంఘటనకు మూలములు.

ఇచ్చట తలతన్యతను గురించియే చర్చించబడును. ద్రవశరీర మందుండు అణువు సదృశమగు అణువులు అనేకములు ఉండును. చుట్టునున్న అణువులు ఈ అణువుపై అన్నివైపులనుండి ఆకర్షణబలములను నెరపును.



1 వ పటము

ద్రవములోనున్న అణువుపై అమలులోనున్న బలములు

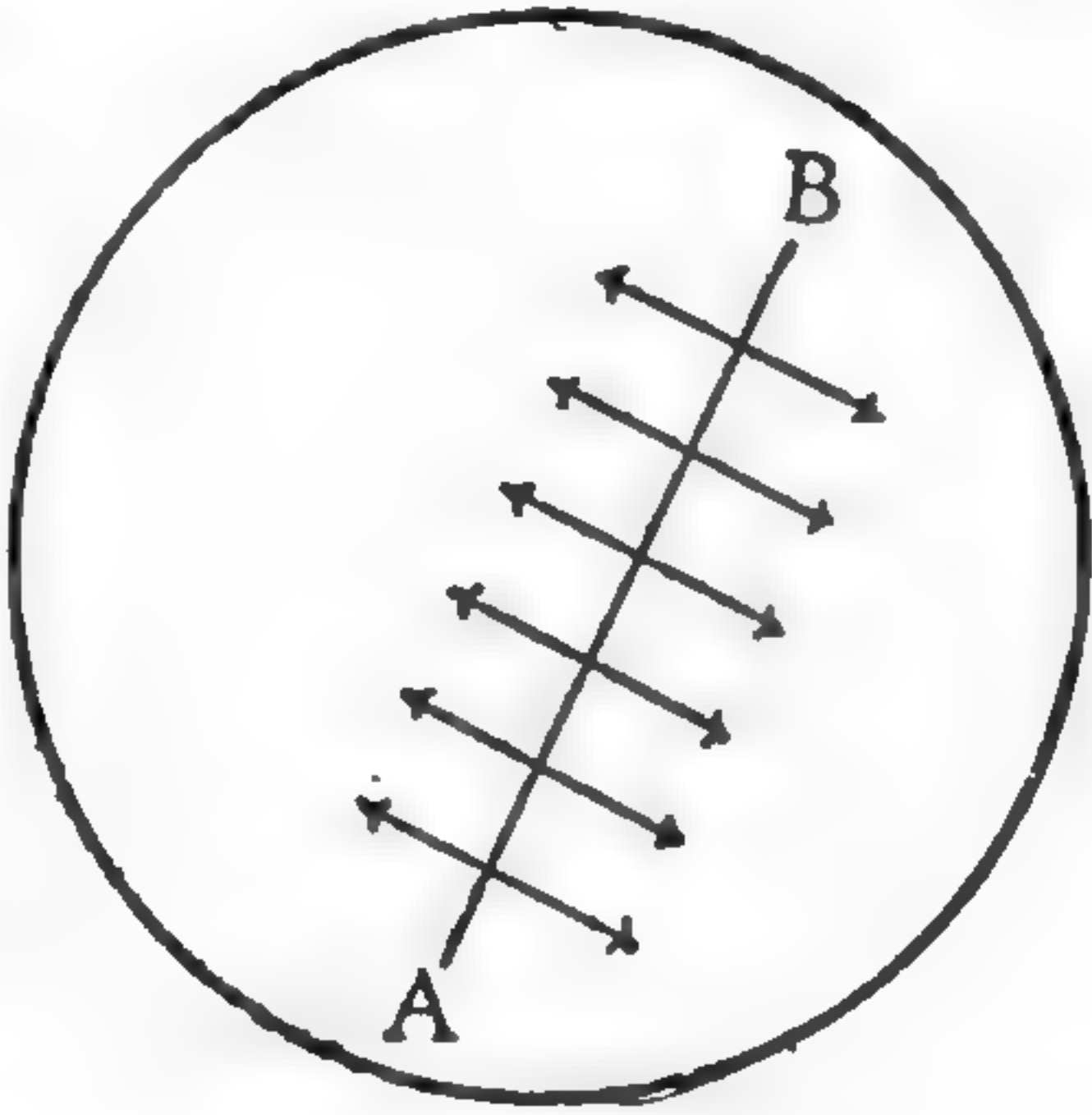
1. ద్రవమధ్యనున్న అణువుచుట్టూ పనిచేయుచున్న బలములు.
  2. ద్రవోపరితలమున ఉన్న అణువుపై పనిచేయుచున్న బలములు.
- సరాసరిని ఈ బలములు అన్ని దిశలలోను సమాన పరిమాణము కలవి అగుటచే మధ్య అణువుపై అమలులో ఉన్న ఈ బలములన్నియు పరస్పరము సమతాస్థితిలో ఉండును [చూ. 1 వ పటములో (1)].



## ద్రవములు-II

ఉపరితలముపై ఉన్న అణువు విషయములో [చూ. 1వ పటములో (2)] పరిస్థితులు భిన్నముగా ఉండును. ఆ అణువు క్రిందను, ప్రక్కలనున్న అణువుల ఆకర్షణబలములకు లోనగునుగాని దానిపైని బాష్పస్థితిలో ఉన్న అణువుల ఆకర్షణబలములు అంతగా గణనలోనికి తీసుకొనతగినవికావు. ఏలన బాష్పాణువులు చాల విరళముగా ఉండుటచే ఈ అణువునకు చేరువలోనుండి దానిని ఆకర్షించగల బాష్పాణువుల యొక్క సంఖ్య చాల తక్కువగా ఉండును. అందువలన ఈ అణువును ద్రవమధ్యము వైపునకు లాగు ఫలితబలము ఒకటి (R) దానిపై పనిచేయు చుండును.

ఉపరితలములో ఉన్న అణువులపై అమలుచేయుచున్న ఈ ఫలితబలముల కారణముగా ద్రవము తన ఉపరితలమును కనిష్టవైశాల్యము గలదిగా చేయుటకు ఎల్లప్పుడును ప్రయత్నించుచుండును. సన్నపాటి గొట్టముద్వారా విడువబడు ద్రవము వర్తుల బిందురూపమును చాల్చును. ఏలన నియతభారము ద్రవ్యము స్వీకరించగల ఆకారములలో కెల్ల గోళాకారము, కనిష్ట ఉపరితల వైశాల్యముకలదియై ఉండును. ఈ కారణము చేతనే వర్ష బిందువులు, జిడ్డు నేలపై బడిన నీటిబిందువులు, గాజు పలకపై పాదరసపు బిందువులు గోళాకృతిని కలిగి ఉండును. బిందువు యొక్క ఉరపు లావైనకొద్దయే దానిబరువువల్ల గోళాకృతి బల్లపరపుగా మారును. అందువలననే బిందువునకు కొంచెము ఎక్కువగా ఉన్న పాదరసము చిన్నబిళ్ళవలె కనిపించును. దీనివలన మనము తెలిసికొన వలసిన ముఖ్య విషయము ఒకటి కలదు. తక్కిన బలముల ప్రసక్తి లేనపుడు ద్రవమెప్పుడును తల



2 వ పటము

ద్రవతలమున కల్పితమైన ఋజురేఖపై అమలులోనున్న బలములు

2వ పటములో AB అను ఋజురేఖ ద్రవోపరి తలముపై గీయబడినట్లు ఊహితము. మద్దెలప్రక్కను మూసిన తోలు దానిని బిగించుటకు ఉపయోగించు త్రాళ్లచే సాగదీయ

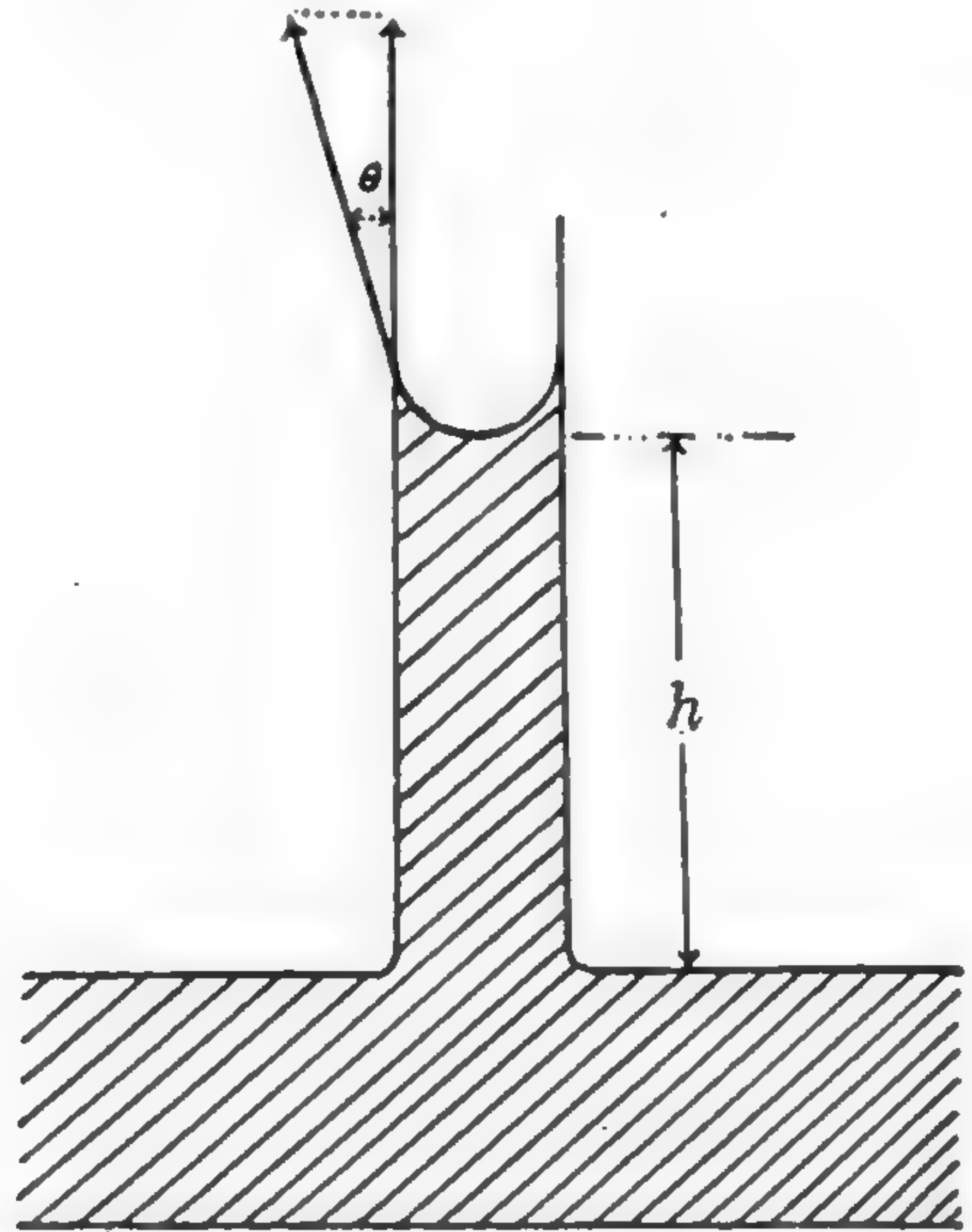
బడి ఉన్నట్లు ఈ ఋజురేఖపై న ఉన్న అణువులన్నియు రేఖకు లంబదిశలో రెండువైపుల లాగబడుచుండును. అట్టి ఋజురేఖపై ఒక సెంటీమీటరు పొడవున పనిచేయు

తలతన్యతాబలమునకు 'F' అని గురుతు. ఋజురేఖ పొడవున పనిచేయు బలము 'F' అనియు, రేఖ పొడవు 'L' అనియు అనుకొనినచో పై నిర్వచన ప్రకారము  $\gamma = \frac{F}{L}$  అగును. బలమును డైన్లలో తెలియబరచుట సంప్రదాయము. కనుక తలతన్యతా బలమును ఒక సెంటీమీటరునకు ఇన్ని డైన్లని తెలియపరచ వచ్చును.

తలతన్యతాప్రభావము ద్రవములకు సంబంధించిన అనేక సంఘటనలలో గోచరించుచుండును (చూ. తలతన్యత పు 371).

తలతన్యతామాపనము : తలతన్యతను కొలచుటకు అనేక విధానములు కలవు వాటిలో కైశికనాళోత్థానవిధానము చాల ప్రయోగ సులభమైనది (కైశికనాళమనగా కేశము వలె సన్నని గొట్టము).

సన్ననిరంధ్రముగల గాజుగొట్టమును నీటిలో కొంత ముంచివుడు గొట్టములోని నీటిమట్టము పై నీటిమట్టమునకు కొంతఎత్తులో నిలచును. దీనికే 'కైశికోత్థానము' అని పేరు. కిరసనాయిలుదీపములో వత్తివెంట చమురు పైకి లేచుట ద్రవముల కైశికోత్థానప్రభావమే. ఇంకొకవిషయము : గొట్టములను తడుపుద్రవములే నాళములలో పైకిలేచును. గొట్టమును తడువలేని పాదరసమువంటి ద్రవ



3 వ పటము. తలతన్యతాప్రయోగ నిర్ణయము

$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{r \rho g}$  ఎత్తు

ములు నాళములో క్రిందికి దిగిపోవును. ఉత్థాన మెట్టో, పతనముకూడ కైశికఆకర్షణబలముల ప్రభావమే. 3 వ పటములో గొట్టమును తడుపు ద్రవమొకటి పైకి లేచి



ఉన్నది. ద్రవతలముపై లిఖించిన స్పర్శజ్యా గొట్టపు గోడతో 'θ' అను కోణములో ఉన్నది. ఈ కోణమునకు 'స్పర్శకోణము' అని పేరు. సాధారణముగా ఈ కోణము చాల అల్పపరిమాణము గలదగుటచే తలతన్యతను కొలచు స్థూల విధానములో దీనిని గణనలోనికి తీసికొని రానక్కరలేదు.

తలతన్యత ద్రవస్తంభమును పైకెత్తును; గురుత్వాకర్షణ బలము దానిని క్రిందికి దింపజూచును. ఈ తలతన్యత, దానికి ప్రతిదిశలో పనిచేయుచున్న గురుత్వాకర్షణము, ఈ రెండుబలములును సమతాస్థితిలోనికి వచ్చుదాక, అనగా తలతన్యత (F) పైకిఎక్కినద్రవముయొక్క భారము (W) నకు సమమగుదాక ద్రవము గొట్టములో లేచును :

$$F = W \dots \dots \dots (1)$$

తలతన్యత గొట్టము పరిధిచుట్టు అంటుకొనిన ద్రవము యొక్క పొరపొడవున పనిచేయుచున్నది కనుక :

$$\text{మొత్తపు తలతన్యతాబలము } F = 2\pi r \gamma \dots \dots \dots (2)$$

(ఇచ్చట  $2\pi r$  నాళపు లోపలిచుట్టుకొలత ;  $r$  నాళపు అర్ధవ్యాసము).

ద్రవస్తంభపు బరువు = దాని ఆయతనము  $\times$  సాంద్రత. స్తంభపుఎత్తు =  $h$ , దాని తలవైశాల్యము =  $\pi r^2$  కనుక దాని ఆయతనము =  $h \times \pi r^2$  అగును. ద్రవముయొక్క బరువు  $W = h\pi r^2 \times d \dots (3)$  కనుక 1వ సమీకరణ ప్రకారము  $2\pi r \gamma = \pi r^2 \times h \times d$

F ను డైన్ లో వ్యక్తపరచవలయును గనుక బరువును కూడ డైన్ లో వ్యక్తపరచవలయును; గ్రాములను డైన్ లో వ్యక్తపరచవలసినపుడు వాటిని భూమ్యాకర్షణవలన వస్తువులో సంభవించు త్వరణము ( $g = 981$ ) చే గుణించవలెను. గనుక

$$2\gamma = hr \times d \times g \text{ డైన్ లు.}$$

$$\gamma = \frac{1}{2} h \times r \times d \times g \text{ డైన్ లు.}$$

కుడిప్రక్కనున్న రాశులన్నియు ప్రయోగముచే కను గొనుటకు వీలైనవి కనుక  $\gamma$  ను లెక్కించవచ్చును.

ద్రవము యొక్క తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలదిని దాని తలతన్యతాబలము తగ్గుచుండును. ద్రవముయొక్క సందిగ్ధతాపక్రమములో ద్రవతలమే అంతరించును. కనుక తలతన్యత శూన్యమూల్యముకలది యగును. తలతన్యత కును, ద్రవతాపక్రమమునకును గల సంబంధమును వాన్ డెర్ వాల్ సమీకరణరూపమున వ్యక్తపరచెను :

$$\gamma = \gamma_0 \left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n$$

ఇచ్చట  $\gamma_0$  = శూన్యతాపక్రమమువద్ద తలతన్యత,  $\gamma$  = T వద్ద తలతన్యత.  $T_c$  = సందిగ్ధతాపక్రమము.  $n$  అను ఘాతముయొక్క విలువ ఇంచుమించు 1.21 కు సమానముగా నుండును. T అనునది  $T_c$  కి సమానమైనపుడు కుండలీకరణములలోనున్న అంకె శూన్యమగును. అందువలన  $\gamma$  కూడ శూన్యమగును. అనగా సందిగ్ధతాపక్రమములో  $\gamma$  అంతరించునన్నమాట.

అణు తలశక్తి : ద్రవోపరితలము బలములకేకాక శక్తికి కూడ ఉనికివట్టు. అనగా ప్రతి ద్రవతలమును నియతమగు శక్తిని కలిగి ఉండును. పలన ద్రవతలము నొకదానిని నూతనముగా నిర్మించవలయు ననినను, లేదా పెంచవలయు ననినను ద్రవములోపలినుండి ఉపరితలమునకు అణువులు రావలెను. ఉపరితలమును చేరుటలో అణువులు తక్కిన అణువుల ఆకర్షణబలములను ప్రతిఘటించవలెను. ఈప్రతిఘటించుటలో అణువులు కొంతపని చేయవలయును. శక్తి నిత్యతానియమ ప్రకారము శక్తి నశించదు. కనుక అణువులుచేసినపని ఉపరితలమునందు అనుద్భూతశక్తి, (పొచ్చెన్నియల్ ఎనర్జీ) రూపమును దాల్చియుండును. ఉపరితల శక్తిని కొలచుటకు తలతన్యత ( $\gamma$ )ను ఉపరితలవైశాల్యముచే గుణించవలెను.

ఉపరితలశక్తి =  $\gamma \times$  దాని వైశాల్యము.  $\gamma$  ను డైన్ లో తెలియపరచిన ఆశక్తిని అర్గ్ లో తెలియపరచవలెను. సమాన అణుసంఖ్యగల ఆయతనము లందలి భారములను ఎట్లు ఆవాగాడ్రోసిద్ధాంతమునందు అణుభారముల నిర్ణయించుటకు సరిపోల్చితిమో, అట్లే రాసాయనికశాస్త్రప్రయోజనమునకై సమాన అణుసంఖ్యగల తలములను సరిపోల్చి చూచుట ఆవశ్యకము. అచ్చట అణుఆయతనమును లెక్కకట్టినట్లు ఇచ్చట అణుఉపరితలమును లెక్కకట్టుదుము. ఒక ద్రవముయొక్క అణుభారము 'M' అనుకొనినచో,  $\frac{M}{d}$  దాని అణుఆయతన మగును ; ఇచ్చట  $d$  = ద్రవము యొక్క విశిష్టగురుత్వము. ఒక అణుభారము ద్రవ ద్రవ్యము గోళాకృతిని దాల్చినది అనుకొందము. అట్టి గోళాకృతిని దాల్చిన అణుభారముయొక్క ఉపరితలము  $V^{\frac{2}{3}}$  యొక్క విలువను పట్టి వ్యక్తపరచవచ్చును. ఈ ఉపరితలమును తలతన్యతచే గుణించిన ద్రవముయొక్క అణు ఉపరితలశక్తి లభించును.

అణుఉపరితలశక్తి =  $\gamma V^{\frac{2}{3}}$  : ఇదివరకే  $V = \frac{M}{d}$  అని చెప్పియుంటిమి. కనుక అణుఉపరితలశక్తి =  $\gamma \left(\frac{M}{d}\right)^{\frac{2}{3}}$  అగును. ద్రవముయొక్క తలతన్యతవలె ఉపరితలశక్తి కూడ తాపక్రమము హెచ్చినకొలది తగ్గుచు సందిగ్ధతాపక్రమము వద్ద తలతన్యతతోపాటు అంతరించును.







మనేక విధముల ఈ అభ్యుపగమ సామంజస్యమును సమర్థించినది. కాని ఇచ్చట ఒక షరతునుండ చూడవలయును. అది ఏమన ఏస్థానమందు భారమానము ప్రత్యక్షముగా గావించబడినదో ఆ స్థానమందే ద్రవ్యరాశి భారముతో నియత నిష్పత్తిలో ఉండునని తలంచవలగును.

అభ్యాస సారశ్యకారణమున ద్రవ్యరాశి భారస్థిర నిష్పత్తి భావము ఎంత ఉపాదేయమైనను, యాంత్రికశాస్త్ర తత్వములకు చింతనా వైశద్యముకూర్చు మార్గమందు నిజముగా ఇది అనర్థావహమే.

తార్కికముగ అత్యంత భిన్నములగు ద్రవ్యరాశి, భార భావములమధ్య లేచిన ఈ భ్రాంతికి, వాటిమధ్యవ్యక్తమగు స్థిర సంఖ్యాత్మక నిష్పత్తియను యదృచ్ఛా సంఘటనము మూలము. ఒక నియత ప్రదేశమందు ద్రవ్యరాశి ప్రయోగ ప్రదేశముతో మారదనియును, భారము అట్టి పరిస్థితుల మారుననియును మరవరాదు. ద్రవ్యరాశి మారకుండ, భారమును మనము సగము గావించినచో (ద్రవ్యరాశిని భూకేంద్రమునకు సగము దూరమునకు కొంపోయినచో ఇది సంభవము), ఆ వస్తువు క్రిందికి, అనగా భూకేంద్రము వైపు పడురేటు అణుగుణముగ తగ్గును. కాని వస్తువు సమ విభజనము వలన భారమును సగము చేసినచో ద్రవ్య రాశి కూడ సగమగును. కాని ఈ రెండిటి నిష్పత్తి మార కనే ఉండును. అందువలన వస్తువు పడురేటులో మార్పు ఉండదు. చులకనబడిన వస్తువునకు సైతము పతనక్రమము (రేటు) మునుపటి వస్తువునకువలె ఉండును. ఏలన, భౌమ్యాకర్షణ తగ్గినను, చలనమును జనింపజేయుటకు ప్రతి ఘటంపబడ వలసిన జడతకూడ ఆ నిష్పత్తిలోనే తగ్గును.

న్యూటన్ వేరువేరు ద్రవ్యముల సమానద్రవ్యరాశులతో నిర్మించబడిన లోలకములతో ప్రయోగముల సలిపి, గణిత రీతిని, లోలక స్పందనా వ్యవధి ద్రవ్యరాశియొక్క వర్గ మూలముతో అనులోమముగను భారముయొక్క వర్గ మూలముతో విలోమముగను, మారునని నిరూపించెను. వాస్తవికముగ భారము, ద్రవ్యరాశి ద్రవ్యమేదియైనను, నియత పరస్పర నిష్పత్తిలోనుండునేని, లోలక స్పందన కాలవ్యవధి, లోలక గోళద్రవ్యముతో మారకూడదు. ప్రయోగము ఈ యూహను పోషించినది. ఇట్లు భార, ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తియొక్క స్థైర్యమును నిరూపించి 'ద్రవ్య రాశి ఎప్పుడును భారమునకు అనులోమ నిష్పత్తిలో ఉండునని నేను కనుగొంటిని' అని న్యూటన్ వ్రాసి యున్నాడు. అందువలన ఒక నియత ప్రదేశమందు భార ద్రవ్యరాశులకు మధ్యగల స్థిరనిష్పత్తి రుజువు చేయ బడినది. మే. ప. న.

ద్రవ్యావస్థలు : ద్రవ్యములన్నియు అవి కనపరచు శాబ్దాధర్మములను బట్టి వాయువులని, ద్రవములని, ఘన ములని మూడు వర్గములుగా విభజించనగును. ఒకనియత రాసాయనిక సంఘటనముగల ద్రవ్యము, దానిపై పని చేయు ప్రేషము తాపక్రమము పరిస్థితులకు అనుగుణముగ పై చెప్పిన మూడు అవస్థలను స్వీకరించసమర్థమగును. ఉదా: వాతావరణ ప్రేషమునకు గురియగు నీరు శూన్యతాపక్రమ మువద్దహిమరూపమున ఘనస్థితిని, శూన్యతాపక్రమమునకు, 100°C తాపక్రమము మధ్య జలమనుద్రవస్థితిని, 100°C తాప క్రమముపై న, ఆవిరి రూపమున వాయుస్థితిని పొందును.

దానికందుబాటులోనున్న అవకాశము నంతటిని పూర్ణ ముగా నింపు స్వభావము వాయుస్థితియొక్క విశిష్టలక్షణము. దీనికి విరుద్ధముగ ద్రవమొక నియత ఆయతనమును కలిగి ఉండును. ఆధారపాత్ర నవి చాలినంత రాశియందు ఉన్నప్పుడే పూర్ణముగా నింపగలవు. ఆధారపాత్రయొక్క ఆధారమున కనుగుణముగ నవి తమ ఆకారమును మార్చు కొనును. అనగా ద్రవమునకొక నియతాకారములేదు. మారుటకు వలనుపడని నియతాయతన ముండుటబట్టి ద్రవములకు వాటిని పరిసరములనుండి వేరుపరచు సరి సాధ్యుగా నాచరించు తలమొకటి యుండును. దీనిని ద్రవో పరితలమందురు. ఈ ఉపరితలముయొక్క ఆకారము ద్రవ మందు పనిచేయుచున్న బలములపట్టి యుండును. గురుత్వా కర్షణబలము మాత్రమే పనిచేయునపుడు ద్రవోపరితలము సమతలముగా కన్పట్టును. గురుత్వాకర్షణ బలముతోపాటు కేంద్రాపసారి బలముకూడ, అనగా ఒక ద్రవము ఒక పాత్రలోనుంచి ఆపాత్ర ఊర్ధ్వాక్షము చుట్టు దాని గిరగిర వేగముగా త్రిప్పినచో ద్రవముపై కేంద్రాపసారిబలము పని చేసినపుడు ద్రవోపరితలము పరవలయాకారమును గ్రహించును. ద్రవముపై ఎట్టి బలమును పనిచేయని స్థితిలో అది గోళాకారమును అనగా బింద్యాకారమును స్వీకరించును. ఉదా: క్రిందకు పడుచున్నపుడు ద్రవము బింద్యాకృతిని చేపట్టును. ఒక ద్రవముయొక్క అతిస్వల్పరాశిని సమాన సాంద్రతగలిగి దానితో కలిసిపోని ఇంకొక ద్రవము మధ్యను ప్రవేశపెట్టినచో మొదటి ద్రవమందు రెండవది తేలుచు విధిగా గోళాకృతిని స్వీకరించును. ఘనాకారము, అండాకారమువంటి ఇతర ఆకృతులుగల వస్తువులు గోళ ములతో పోల్చిచూచినపుడు అవి ఎక్కువ ఉపరితలమును గ్రహించును.

అల్పిష్టోపరి తలమును స్వీకరించుటకై ఒక ద్రవము చేయు ప్రయత్నము దాని ఉపరితల నిర్మితికి పని ఆవశ్యక మని సూచించును.



ఘన ద్రవ్యముల ఆకారము ఆధారపాత్ర ఆకార నిర-  
పేక్షముగా ఉండును. వాటికి కొంచెపు బలప్రయోగము  
వలన వికారము నొందని ఒక నియతాకారము, నియ-  
తాయతనమును ఉండును. ద్రవములు స్థిరాయతనములు  
కాని స్థిరాకారములుగాని కావు, వాయువులుకూడ స్థిరా-  
యతనములుగాని, స్థిరాకారములుగాని కావు.

ద్రవ్యస్థితుల మధ్యరూపములు : ఒక ద్రవ్యము ఈ పై  
చెప్పిన మూడు ద్రవ్యస్థితులలో దేనికి చెందునో నిరూపిం-  
చుట కొన్ని సందర్భముల సమస్యగా కన్పట్టును. ఏలన  
ద్రవస్థితియొక్క లక్షణమును నిర్వచించుటకు ఉపయుక్త-  
మగు, స్థిరాకారము, స్థిరాయతనమువంటి ధర్మములు  
ద్రవ్యముయొక్క జాతినిబట్టి విరివిగా మారుచుండును.  
ముఖ్యముగా ఘనములను ద్రవములనుండి భిన్నములుగా  
గుర్తించుటకు ఉపయుక్తమగు ఆకారస్థిరత్వలక్షణము,  
కొన్ని ద్రవ్యములపట్ల అట్టి భేద గ్రహమునకు సహాయ-  
కారికాదు. ఏలన గాజు, తారువంటి ద్రవ్యముల విషయమై  
ద్రవస్థితి ఘనస్థితిలోనికిగాని లేదా అటునుంచి ఇటుగాని  
ఆకస్మికముగా మారుటకు కారణమగు ఒక నియతతాప  
క్రమముపరియు గోచరించదు. మామూలుగా ఘన  
ద్రవ్యమువలె కన్పట్టుగాజు, వేడిచేసిన కొలది క్రమముగా  
మెత్తబడును. ఇట్టి ద్రవ్యములను వాటి చిక్కదనమును  
పట్టి ద్రవములనియు, వాటి ఆకారస్థిరత్వము, వాటిస్థితి  
స్థావకత గుణములపట్టి ఘనములనియు కూడ భావించ-  
వచ్చును. ఇట్టి రూపద్వైవిధ్యమునకు అనేక నిదర్శన-  
ముల చూపవచ్చును. అందువలన స్ఫటికస్థితిగల ద్రవ్యములే  
ఘనములన చెల్లును (చూ. స్ఫటికములు, ద్రవ స్ఫటిక-  
ములు). మే. ప. న.

ద్రావణములు-I : ఒకటికన్న ఎక్కువ ద్రవ్యములు  
ఒక దానితోనొకటి ఏకరూపముగా కలిసిపోయి ఏర్పడిన  
భౌతికమిశ్రమమునకు 'ద్రావణ' మని పేరు. ద్రావణము  
ఏర్పడుటకు అధమము రెండు ద్రవ్యములు కావలెను.  
రెండు ద్రవ్యములతో ఏర్పడిన ద్రావణము విషయములో  
(నీటిలో వంచదారవలె) విలీనమైపోయినట్లు కనిపించు  
ద్రవ్యమునకు 'ద్రావ్య' మనియు, విలీనముచేసికొనిన  
ద్రవ్యమునకు 'ద్రావ' మనియు సాధారణ వ్యవహారము.  
కాని, ఈ ద్రావ, ద్రావ్య భేదమును ఎప్పట్ల పాటించుటకు  
సబబు కనిపించదు.

సాధారణముగా అమోనియాను అమోనియా  
వాయువు నీటిలో కరుగుటవలన ఏర్పడిన ద్రావణముగా  
ఎంచుట పరిపాటి. అమోనియాద్రవములో నీటిఆవిరి  
కరుగగావచ్చిన ద్రావణముగా కూడ అమోనియాను

భావించవచ్చును. కాని, అమోనియావాయువును నీటిలో  
కరగించి అమోనియాను తయారుచేయుదురు. కావున  
అమోనియావాయువును ద్రావ్యముగాను, నీటిని ద్రావము  
గాను భావించుట పరిపాటియైనది. అదిగాక, వాయువుల  
విషయములో కాక, వాయుభిన్న ద్రావణములలో  
పాచ్చుగానున్న ద్రవ్యమును ద్రావముగాను, తక్కువగా  
నున్న ద్రవ్యమును ద్రావ్యముగాను పరిగణించుట శాస్త్ర-  
జ్ఞులకు అలవాటు అయిపోయినది.

ప్రతిద్రవ్యమునకు, వాయు, ద్రవ, ఘన స్థితులు  
మూడున్నవి. ఒకస్థితిలోనున్న ద్రవ్యము, ఇంకొకదాని  
యొక్క మూడుస్థితులలో దేనితోనైన ద్రావణముగా  
ఏర్పడవచ్చును. ఇట్లు క్రింది చూపినవిధమున ద్రావణము  
లను సామాన్యముగా వర్గీకరించవచ్చును :

1. వాయువులలో వాయువులు ; 2. వాయువులలో  
ద్రవములు ; 3. వాయువులలో ఘనములు ; 4. ద్రవము  
లలో వాయువులు ; 5. ద్రవములలో ద్రవములు ; 6.  
ద్రవములలో ఘనములు ; 7. ఘనములలో వాయువులు ;  
8. ఘనములలో ద్రవములు ; 9. ఘనములలో ఘనములు ;

ద్రావణములలో ద్రావ, ద్రావ్యములు ప్రత్యేకముగా  
ఎంతెంతయున్నవో తెలియజేయుట ఆవశ్యకము. ద్రావ,  
ద్రావ్యములు రెండును వాయువులే అయినపుడు మిశ్రము  
లోని ప్రత్యేకవాయువులరాశులను వాటి ఆంశికప్రేషము  
లలో తెలియజేయుదురు. ఒక వాతావరణప్రేషములో  
సాధారణతాపక్రమములవద్ద గాలిలో అయిదవభాగము  
ఆక్సిజన్, తక్కిన నాలుగు భాగములును నైట్రోజన్  
ఉన్నవి. అందువలన ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ ఆంశికప్రేష-  
ములు క్రమముగా  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{4}{5}$  వాతావరణములు అగును.

వాయువు ద్రావ్యము, ద్రవము ద్రావము అయినపుడు  
నియతాయతనపు ద్రావములో విలీనమగు వాయువు  
యొక్క ఆయతనమును లెక్కింతురు. తక్కినరకముల  
ద్రావణములలో ద్రావ, ద్రావ్యముల పరిమాణములను  
గ్రాములలో లెక్కింతురు. ఉదాహరణమునకు, 20 గ్రాముల  
ఉప్పు 100 గ్రాముల నీటిలో విలీనమైనప్పుడు ఏర్పడిన  
ద్రావణముయొక్క సంఘట్టనమును 20 గ్రాముల ఉప్పు  
100 గ్రాముల నీటిలో ఉన్నదనిగాని, లేదా 20 గ్రాముల  
ఉప్పు 120 గ్రాముల ద్రావణములో నున్నదనిగాని చెప్ప-  
వచ్చును. ద్రావ, ద్రావ్య భారములను గ్రాములలో  
తెలియజేయుటకు బదులుగా వాటి అణుభారములలో  
తెలియజేయుటకూడ కలదు. ఉప్పు అణుభారము 58  
గ్రాములు ; నీటి అణుభారము 18 గ్రాములు. అందువలన  
పైని ఉదహరించిన ద్రావణములో  $\frac{20}{58} = 0.344$  అణు



భారముల ఉప్పు,  $100/18 = 5.55$  అణుభారముల నీరు ఉన్నవి. ఇన్ని అణుభారములద్రవ్యములు ద్రావణములో నున్నవనుటకు బదులుగా వాటి నిష్పత్తిని ద్రావణ సంఘటనముగా నిరూపింతురు. ఈ నిష్పత్తికి 'అణునిష్పత్తి' అనిపేరు. ద్రావ, ద్రావ్యాణుభారముల మొత్తపు సంఖ్యలో ద్రావ్యాణుభార సంఖ్యగాని, ద్రావాణుభార సంఖ్య ఎంతభాగమో తెలియజేయు అంకెకు అణు భిన్నాంకమని పేరు. ప్రస్తుత ద్రావణములో  $0.344$  అణుభారములు ఉప్పు,  $5.55$  అణుభారములు నీరు కలిసి  $5.899$  అణుభారములు కలవు. ఇందులో ఉప్పుయొక్క అణుభారసంఖ్యను మొత్తపుఅణుభారసంఖ్యలో ఎన్నవ భాగమో తెలియజేయు భిన్నాంకము  $0.344/5.899$  అగును. ఇది ద్రావ్యమగు ఉప్పుయొక్క అణు భిన్నాంకము. దీనిని ఒకటి నుండి తీసివేసిన ద్రావమగు నీటియొక్క అణుభిన్నాంకము సిద్ధించును :

$$1 - \frac{0.344}{5.899} = \frac{5.555}{5.899}$$

ద్రావముయొక్కయు, ద్రావ్యముయొక్కయు భిన్నాంకములు కలిసి ఒకటికి సమానమగునని స్పష్టము.

$$\frac{0.344}{5.899} + \frac{5.555}{5.899} = 1$$

అనగా ద్రావ, ద్రావ్యములలో ఒకదానియొక్క అణుభిన్నాంకమును ఒకటిలోనుండి తీసివేసిన రెండవదాని భిన్నాంకము లభించును. అణుభిన్నాంకములలో ద్రావ యొక్క సంఘటనమును తెలియజేయుట శాస్త్రీయముగా చాలనిశితమైన పద్ధతి.

వాయువులలో వాయువులు : ఏవాయువైన ఇంకొక వాయువులో ఏకరూపముగా కలిసిపోవుటవలన, వాయువు వాయువుతో సజాతీయ వ్యవస్థను ఇచ్చును. పాత్రలో మూసి పెట్టిన ప్రతివాయువు పాత్రగోడలపై కొంతఒత్తిడిని కలుగ జేయునని ఇదివరకే తెలిసికొంటిమి. వాయుమిశ్రమములో కన్న ప్రతివాయువునకు లట్టి ఒత్తిడిని కలుగజేయు సామర్థ్యము ఉండును. మిశ్రమములోనున్న వాయువు కలుగజేయు ఒత్తిడి ఆ వాయువు ఒంటిగా పాత్రనంతను ఆక్రమించి కప్పుడు కలుగుజేయు ఒత్తిడికి సమానము.

మిశ్రమములో ఉన్న వాయువు కలుగజేయు ఒత్తిడికి వాయువుయొక్క 'ఆంశిక ప్రేషము' అనిపేరు. వాయుమిశ్రమములోఉన్న వాయువుల

మొత్తపుప్రేషము వాటి ఆంశికప్రేషముల మొత్తమునకు సమానము. దీనికి డాల్టన్ ఆంశికప్రేష నియమమని పేరు.

చిత్రములో చూపినట్లు  $v_1, v_2, v_3$  ఆయతనములు గల మూడుపాత్రలు, మధ్యను బిరడాలుగల గొట్టములతో కలిపియున్నవి అనుకొందము.

వీటిలో మూడు వేర్వేరువాయువులను P అను సమాన ప్రేషములోఉంచి పాత్రలమధ్య బిరడాలను తెరచిన, ఆమూడువాయువులును ప్రేషములో మార్పులేకుండ ఒక దానిలో ఒకటి కలిసిపోవును. ఇప్పుడు ప్రతివాయువును  $v_1 + v_2 + v_3 = v$  అను మూడుపాత్రల మొత్తపు ఆయతనమును ఆక్రమించిఉండును. ఈ మొత్తపు ఆయతనములో ఆవాయువుల ఆంశికప్రేషములు  $p_1, p_2, p_3$  అను కొందము. ఇప్పుడు ప్రతివాయువుయొక్క ఆయతనము, ప్రేషము, ఈ రెండింటిలో సంభవించిన మార్పులకు బోయిల్ నియమమును అన్వయింపజేసినచో క్రింది ఫలితములు లభించును :

మిశ్రమము ఏర్పడకముందు మొదటి వాయువుయొక్క ప్రేషము p యును, దాని ఆయతనము v యును; మిశ్రమము అయిన తరువాత దాని ఆయతనము  $v = (v_1 + v_2 + v_3)$  యును, ప్రేషము  $p_1$  యును అయినచో బోయిల్ నియమ ప్రకారము :

$$pv_1 = p_1 v$$

ఇట్లే తక్కిన వాయువులవిషయమై

$$pv_2 = p_2 v$$

$$pv_3 = p_3 v$$

అను సమీకరణములు లభించును. వీటిని సంకలనముచేసిన

$$pv_1 = p_1 v$$

$$pv_2 = p_2 v$$

$$pv_3 = p_3 v$$

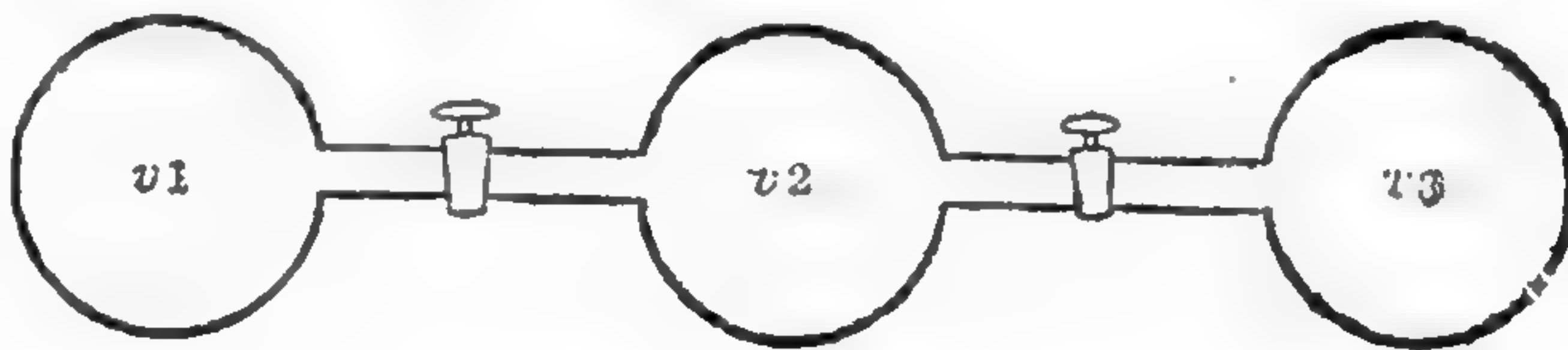
$$p(v_1 + v_2 + v_3) = v(p_1 + p_2 + p_3)$$

$$v = (v_1 + v_2 + v_3) \text{ కనుక } p = (p_1 + p_2 + p_3) \text{ అగును.}$$

అనగా మిశ్రమముయొక్క ప్రేషము ఆవాయువుల ఆంశిక ప్రేషముల మొత్తమునకు సమానము; ఇదియే డాల్టన్

ఆంశికప్రేష నియమము. ఈ నియమము వాయు ద్రావణముల ప్రధాన నియమమును అనగా వాయుమిశ్రమముయొక్క ప్రేషము, మిశ్రమ

లోని ప్రత్యేక వాయువుల ఆంశికప్రేషముల మొత్తమునకు సమానము అను నియమమును సూచించుచున్నది.



ఆంశికప్రేషనిరూపణము



వాయువులో ద్రవము : ఈ ద్రావణవ్యవస్థ చాల అరుదుగా కనపడును. బ్రోమిన్ సామాన్యతాపక్రమములో ద్రవస్థితిలోఉండు మూలద్రవ్యము, ఇది ద్రవము కనుక గణనీయమైన బాష్పప్రేషమును కలిగిఉండును. ద్రవ తలముపై ఆర్గాన్ (గాలిలోని అపురూప వాయువు)ఉన్నప్పుడుకన్న ఆక్సిజన్ వాయువు ఉన్నప్పుడు బ్రోమిన్ బాష్ప ప్రేషము ఎక్కువ అని ప్రయోగమువలన తెలిసినది. ఈ వ్యత్యాసమును బోధపరచుకొనవలెనని ఆర్గాన్ లో కన్న ఆక్సిజన్ లో బ్రోమిన్ ద్రవము ఎక్కువగా విలీనము అగునని ఊహించవలసియున్నది.

వాయువులలో ఘనములు : అయిడిన్ హేలోజన్ వర్గమునకు చెందిన అధాతుమూలద్రవ్యము. ఇది ఘనస్థితిలో ఉండును. సామాన్యతాపక్రమములో హాళతి కర్పూరము వలె ఇది బాష్పస్థితిని పొందును. ఆక్సిజన్ వాతావరణములో అయిడిన్ బాష్పప్రేషము ఆర్గాన్ వాతావరణములోకన్న ఎక్కువ అని ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించబడినది. ఆర్గాన్ లోకన్న ఆక్సిజన్ లో అయిడిన్ ఎక్కువగా విలీనమగునని అనుకొనినగాని ఈ బాష్పప్రేష వ్యత్యాసము అర్థముకాదు.

ద్రవములలో వాయువులు : అన్ని ద్రవములలో అన్ని వాయువులు కొద్దిగనో గొప్పగనో విలీనమగును. ఈ విలీనమగుటకు 'చూషణము' అనిపేరు. నియతాయతనముగల ద్రవములో విలీనమగు వాయురాశి ఆ రెండింటి స్వభావమునుబట్టి ఉండును. నీటిలో హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువు అపరిమితముగా విలీనమగును; బెన్జిన్ లో తగుమాత్రము విలీనమగును. అట్లే అమోనియా వాయువు నీటిలో చాల ఎక్కువగా కరుగును. నీటిలో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ తగుమాత్రము విలీనమగును. ద్రవములయందు తగుమాత్రముగా విలీనమగు వాయువుల విషయములో ప్రయోగ పూర్వకముగా స్థాపించబడిన నియమము ఒకటి కలదు. దానికి 'హెన్రీ నియమము' అని పేరు.

నియత ఆయతనముగల ద్రావణములో విలీనమగు వాయు ద్రవ్యభారము ద్రావపు పైతలమున ఆ వాయువుయొక్క ఒత్తిడినిపట్టి ఉండును. వాయువు ఒత్తిడి హెచ్చుఅయినప్పుడు విలీనమైన వాయురాశికూడ హెచ్చగుచుండును. వాయువు ఒత్తిడిని తగ్గించినచో ద్రావణములో ఇదివరకు విలీనమైఉన్న వాయువు బయటికి వచ్చును. ఇదే సూత్రముపై సోడా వాటరు సీసాలలో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ఎక్కువ ఒత్తిడిలో విలీనమై ఉండును. బిరడానుగాని, గోలీనిగాని నడలించిన వెంటనే, నీటిపై ఉన్న వాయువే కాక నీటియందు ఇదివరకు ఒత్తిడిలో

బంధితమై ఉన్న వాయువు కూడ బుసబుసమని పైకి పొంగును.

హెన్రీనియమము చాల తక్కువగా నీటిలో కరుగు వాయువులకే వర్తించును. అత్యధికముగా నీటిలో విలీనమగు అమోనియా, సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువులపట్ల ఈ నియమము వర్తించదు. కాని వాటి ద్రావ్యత చాల తక్కువగు తాపక్రమములో (నీరు మరుగు తాపక్రమము వద్ద) అమోనియా, సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువులు కూడ హెన్రీ నియమమునకు లొంగును. వాయునియమము వలె హెన్రీ నియమముకూడ సాంద్రత చాలతక్కువగాఉన్న వ్యవస్థలకే వర్తించును.

ఒకఘన సెంటీమీటరుద్రవముచే చూపించబడు వాయువు యొక్క ఆయతనమును  $0^{\circ}\text{C}$  తాపక్రమమునకు - ప్రమాణ వాయుప్రేషమునకు మార్చినచో, ఆ మార్చగా వచ్చిన ఆయతనమునకు 'చూషణగుణకము' అని పేరు. ఈ చూషణగుణకపువిలువ (వాయువుయొక్క ద్రావ్యత) నైట్రోజన్ ఆక్సిజన్ వంటి శాశ్వతవాయువుల విషయములో చాలతక్కువ. నీటిలో వీటి గుణకము 0.02 - 0.05 మధ్యనుండును. తక్కినవాయువుల, తక్కిన ద్రవముల విషయములో ఈగుణకము తరచుగా ఒకటివరకు ఉండవచ్చును.

తాపక్రమము హెచ్చినకొలది ద్రవములో వాయువు యొక్క ద్రావ్యత తగ్గుచు ఉండును. జలద్రావణములో లీనమైన వాయువులు, వాటి ద్రావణములను మరిగించుట వలన పూర్తిగా బయటికి వెడలిపోవును.

ద్రవములలో ద్రవములు : నీటిలో ఆల్కహాల్ వలె కొన్నిపట్ల ఒకద్రవములో తక్కినద్రవములు మితిలేకుండ కలిసిపోగలవు. నీటిలో ఈతర్వలె మరికొన్ని సందర్భములలో ఒకద్రవము ఇంకొక ద్రవములో చాలమితముగా లీనమగును. విలీనమగుమితికి మించి ద్రవమును చేర్చినప్పుడు ఆ ఎక్కువైనద్రవము మొదటిద్రవముతో కలియక మరొక పొరగా ఏర్పడును. ఈ రెండు పొరల పరస్పర స్థానములు వాటి తారతమ్యసాంద్రతనుపట్టి ఉండును, నీటిలో ఈతర్వలె చేర్చినచో కొంచెము మాత్రము కరగి ఈతర్వలె నీటికన్న చాలతక్కువ సాంద్రత కలదగుటచే. నీటిపై ఇంకొక పొరగా ఏర్పడును. ఈతర్వలె, నీరు కలయిక విషయములో భిన్నముగా అగుపడు రెండు పొరలలో క్రిందిపొర నీటిలో ఈతర్వలె ద్రావణము, మీది పొర ఈతర్వలె నీటిద్రావణము అగును.

కొన్నిద్రవములపట్ల తక్కువతాపక్రమములో మితముగానున్న వాటి పరస్పరద్రావ్యత తాపక్రమము హెచ్చు



చేసినకొద్ది పాచ్యై ఒకనియతతాపక్రమమువద్ద రెండుద్రవములును నిశ్శేషముగా కలిసిపోవును. ఇదివరకు ద్వీరూపముగాఉన్న విజాతీయస్థితి, ఏకరూపమై సజాతీయము అగును. ఫీనోల్, నీరు ఇట్టిద్రవములజంటకు ఉదాహరణము. సాధారణ తాపక్రమములో ఫీనోల్ ను నీటికిగాని, లేదా నీటిని ఫీనోల్ కుగాని చేర్చినచో అవి పరస్పరము ఒకదానిలో ఒకటి కొంచెముగా కరగి, నీటిలో ఫీనోల్, ఫీనోల్ లో నీరు అను రెండు భిన్నజాతీయములగు ద్రావణములు ఏర్పడి రెండుపొరలుగా కనబడును. ఫీనోల్ నీటి కన్న విశిష్టగురుత్వము ఎక్కువకలదగుటచే, ఫీనోల్ క్రిందికి, నీరుమీదికి పొరలుగా చేరును. ఇప్పుడు ఈవిజాతీయ వ్యవస్థను క్రమముగా వేడిచేసినచో  $63.5^{\circ}\text{C}$  వద్ద ఫీనోల్, నీటిమధ్యను ఇదివరకు మనకు అగవడుచున్న సరిహద్దు తలము అంతరించును. ఈఅంతరించుటకు కారణము $63.5^{\circ}\text{C}$  వద్ద నీరు, ఫీనోల్ పరస్పరము అమితముగా విలీనము చేసికొనుటయే.  $63.5^{\circ}\text{C}$  కు తక్కువగా ఈ వ్యవస్థను చల్లార్చినప్పుడు మరల రెండుపొరలు ఏర్పడును. పొరల మధ్యఉన్న వేరుపాటును చూపు తలము ఏ తాపక్రమము వద్ద అదృశ్యమగునో ఆతాపక్రమమునకు 'సందిగ్ధద్రావణ తాపక్రమము' అని పేరు.

తాపక్రమము తక్కువచేసినకొద్ది పరస్పరద్రావ్యత హెచ్చగు ద్రవములజంటలుకూడ కలవు. ట్రైఎథిల్ ఎమీన్ ను నీటితో కలిపినపుడు సాధారణతాపక్రమములో రెండుపొరలుగా మిశ్రము తేరిపోవును. దీనిని ఇప్పుడు శీతలీకరించిన ఈద్రవముల పరస్పరద్రావ్యత క్రమముగా అధికమై  $18.5^{\circ}\text{C}$  వద్ద అవి పూర్తిగా కలిసిపోవును. అనగా ఇట్టిద్రవపుజతలకు సందిగ్ధద్రావణనిన్న తాపక్రమ మున్నది.

| తాపక్రమము                     | $0^{\circ}\text{C}$ | $10^{\circ}\text{C}$ | $20^{\circ}\text{C}$ | $30^{\circ}\text{C}$ | $40^{\circ}\text{C}$ | $50^{\circ}\text{C}$ | $60^{\circ}\text{C}$ | $70^{\circ}\text{C}$ | $80^{\circ}\text{C}$ | $90^{\circ}\text{C}$ | $100^{\circ}\text{C}$ |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| ద్రావ్యత<br>100 గ్రాములనీటిలో | 35.6                | 35.7                 | 35.8                 | 36                   | 36.3                 | 36.7                 | 37.1                 | 37.5                 | 38                   | 38.5                 | 39.1                  |

కోలిడిన్, నీటి మిశ్రమునకు సాధారణతాపక్రమము పైన ( $210^{\circ}\text{C}$ ) ఒకటి, క్రింద ( $5.7^{\circ}\text{C}$ ) ఒకటి రెండు సందిగ్ధతాపక్రమములు కలవు.

ద్రవములలో ఘనములు: భౌతిక రాసాయనికుడు ఉపయోగించు ద్రావణవర్గములలో మిక్కిలి ముఖ్యమైనది ఈ వర్గము. ద్రావణములలో కరుగునపుడు ఘనములు అతి సూక్ష్మవిభక్తస్థితిని చెందును. ఇట్టిదశలో అవి రాసాయనికపు మార్పు చెందుటకు చాల అనువైనస్థితిలో ఉండును. అందుచే ఈ ద్రావణములు రాసాయనికునికి మిక్కిలి ప్రధాన

మైనవి. ఇట్టి ద్రావణములు తక్కిన తరగతులకు చెందిన ద్రావణములకన్న పరిశోధనాగారములలో చాల ఎక్కువ వాడుకలో ఉన్నవి.

అన్ని ఘనద్రవ్యములును అన్నిద్రవములలో విలీనము కావు. ద్రవ్యవిలీనత దాని స్వభావమును, ద్రావణము యొక్క స్వభావమును పట్టి ఉండును. ఉప్పు, పంచదార నీటిలో కరుగును; ఇసుక కరుగదు. ఉప్పు నూనెలో కరుగదు. అందువలన ద్రావ్యతాధర్మము చాలవిశిష్టమైనది. ఘనములు ద్రావణములలో కరుగునపుడు వాటి ద్రావ్యత తాపక్రమముతో సాధారణముగా హెచ్చుచుండును. ఎక్తడో కొన్నిద్రవ్యములపట్ల తాపక్రమము హెచ్చినకొలది ద్రావ్యత తగ్గును; కార్బియమ్ సిరేట్ లవణము అట్టిది. ఇట్టి దృష్టాంతములు చాలకొద్దిగా ఉన్నవి. ద్రావ్యత తాపక్రమముతో హెచ్చగుటయే సాధారణనియమము.

నియతద్రావణములో ఏదేనిద్రావ్యముయొక్క ద్రావ్యతను క్రమముగా అధికమగుచున్నతాపక్రమములలో నిర్ణయించి, అది క్రమముగా హెచ్చగునని చూపవచ్చును. పొటాసియమ్ వైరేట్ లవణమువిషయమున కావించబడిన అట్టి నిర్ధారణఫలములు క్రింది పట్టికలో కననగును.

| తాపక్రమము                     | $0^{\circ}\text{C}$ | $10^{\circ}\text{C}$ | $20^{\circ}\text{C}$ | $30^{\circ}\text{C}$ | $100^{\circ}\text{C}$ |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| ద్రావ్యత<br>100 గ్రాములనీటిలో | 13.3                | 20.9                 | 31.6                 | 45.9                 | 246                   |

ఈ లవణము విషయములో ద్రావ్యత తాపక్రమముతో చాలచురుకుగా వృద్ధియగుట కనిపించుచున్నది. మామూలు ఉప్పు (సోడియమ్ క్లోరైడ్) యొక్క ద్రావ్యత తాప

క్రమముతో ఎట్లు పెరుగునో పైపట్టికలో చూపిన ప్రయోగ ఫలములు సూచించును:

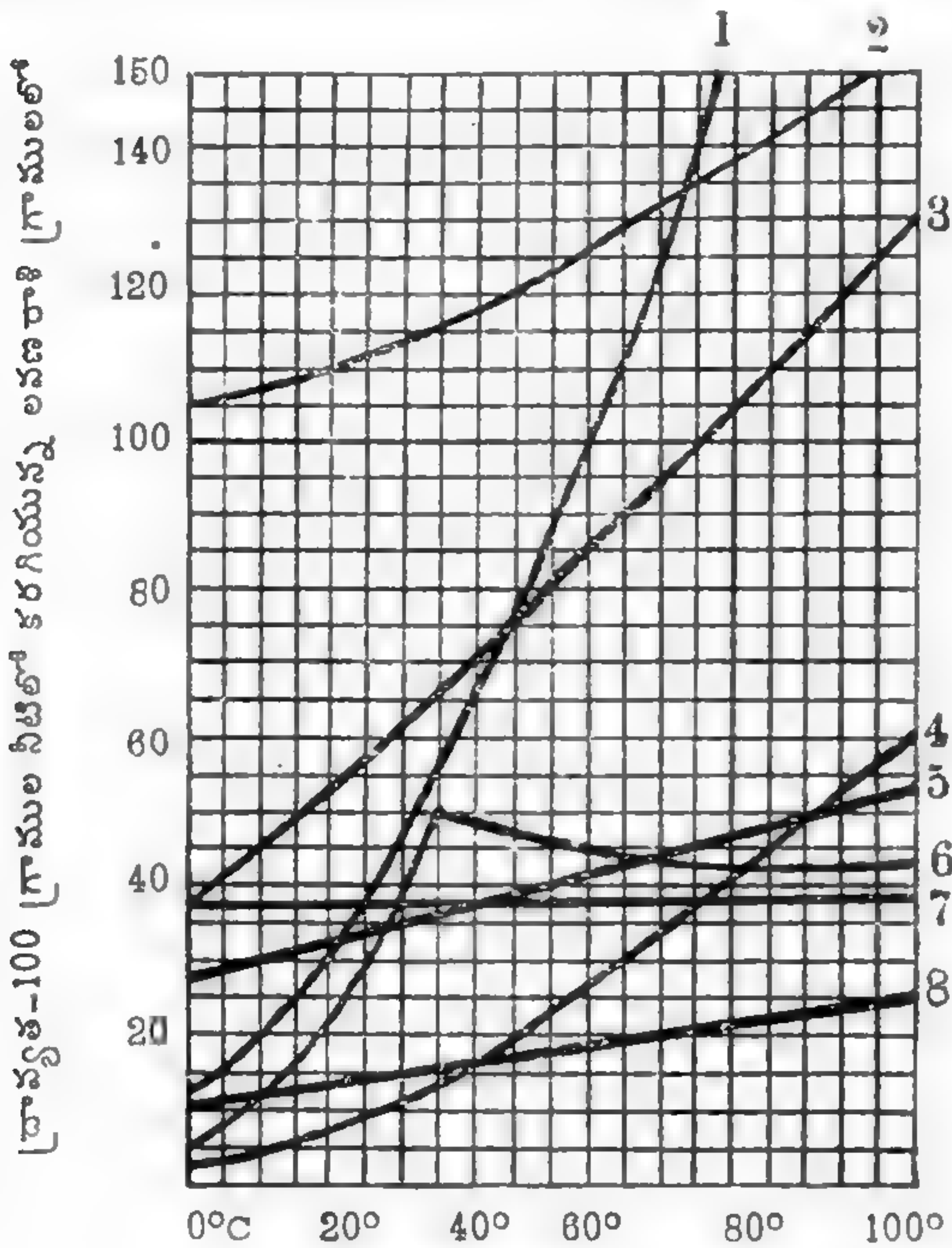
ఈ లవణము విషయములో తాపక్రమముతో ద్రావ్యత చాల మందముగా పెరుగుట కనిపించుచున్నది. ఈ ప్రయోగఫలములను గ్రాఫ్ రూపముగా ప్రక్కపుటలో చూపినట్లు సిద్ధించును. ఆ గ్రాఫ్ లో ఈ రెండులవణద్రావ్యతలే కాక మరికొన్ని లవణముల ద్రావ్యతలుకూడ కననగును.

ద్రవములలో ఘనద్రవ్యములయొక్క ద్రావ్యత, ద్రావ్యముయొక్కయు, ద్రావణముయొక్కయు స్వభా



## ద్రావణములు - I

వమునుపట్టి ఉండునని చెప్పిఉంటిమి. ఊరములు, ఆమ్లములు, కొన్నిలవణములు తప్ప తక్కినఅకర్పనయోగి



1.  $\text{KNO}_3$ ; 2.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ; 3.  $\text{KClO}_3$ ;  
4.  $\text{KCl}$ ; 5.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; 6.  $\text{NaCl}$ ; 7.  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

కములు నీటిలో కరుగవు. చాల అకర్పనామ్లములు, వాటి ఆన్ హైడ్రైడ్లు నీటిలో సులభముగా కరుగును. ఆల్కలీ ధాతువుల లవణములన్నియు (రెండు, మూడు తప్ప), అన్ని నైట్రేట్లు, నైట్రేట్లు, క్లోరేట్లు, మాంగనేట్లు, చాల ఆసిటేట్లు, క్లోరైడ్లు, బ్రోమైడ్లు, సల్ఫేట్లు, తయోసల్ఫేట్లు, తయోసైనేట్లు నీటిలో కరుగును. లిథియమ్ కార్బోనేట్, బేరియమ్, కాల్షియమ్ హైడ్రాక్సైడ్లు, కాల్షియమ్ సల్ఫేట్, కాల్షియమ్ క్రోమేట్ ఇవి సామాన్యముగా కరుగనిద్రవ్యములక్రింద పరిగణించ బడుచున్నవి. ఈ లవణములను ద్రావణములనుండి తగు పద్ధతులను ఉపయోగించి అవశేషములుగా విడదీయ వచ్చును. నిజముగా ఇవి అనుకొనినంత కరుగనిద్రవ్యములు కావు. అతిస్వల్పముగా నీటిలో కరుగును. మామూలు పద్ధతుల వల్లగాక, రాసాయనికపద్ధతులచే వీటిద్రావ్యతను నిర్ణయించవచ్చును.

మరికొన్నిద్రవ్యములు నిజముగా కరుగనివి కలవు. కాల్షియమ్ కార్బోనేట్, ఆగ్నలేట్, ఫ్లోరైడ్, బేరియమ్

సల్ఫేట్, క్రోమేట్, లెడ్ కార్బోనేట్, సల్ఫేట్, సిల్వర్ హేలైడ్లు అట్టి అద్రావ్యములు. ఇవియైనను బొత్తిగా కరుగకుండా నుండవు. వీటి ద్రావ్యతలను రాసాయనిక పద్ధతులచే నిర్ణయించుటకు వీలులేకపోయినను, భౌతిక రాసాయనికపద్ధతులను ఉపయోగించి నిర్ణయించవచ్చును. వీటి ద్రావ్యత  $10^{-5}$  గ్రాము శ్రేణిలో ఉండును.

అకర్పనద్రవ్యములు సాధారణముగా కార్బన్ ద్రావ ములలో కరుగవు. కాని కొన్ని హేలైడ్లవణములు (కాల్షియమ్ క్లోరైడ్) ఆల్కహాల్లో కరుగును. కార్బన్ డైసల్ఫైడ్, ఈతర్, క్లోరోఫార్మ్, బెన్జీన్ మొదలగు ద్రవములలో గంధకము, భాస్వరము, అయిడిన్ వంటి అధాతుద్రవ్యములు - వీటి హేలైడ్లు కరుగును.

ఏదేని స్థిరతాపక్రమములో ద్రావమునకు అందులో కరుగు ద్రావ్యమును కొద్దికొద్దిగా చేర్చినచో మొదటచేర్చిన భాగములు సులభముగా కరగిపోవును. క్రమముగా కరుగుట మందగించి ఒకదశలో కలిపిన ద్రవ్యము కరుగ కుండా పాత్రఅడుగునకు చేరును. ద్రావ్యమును విలీనము చేసికొనలేనిస్థితిలో ద్రావణమునకు సంతృప్త ద్రావణము అనిపేరు. అనగా క్రింద కొంతద్రావ్యము మిగిలియున్న స్థితిలోగాని ద్రావణము సంతృప్తమైనదని చెప్పటకు వీలు లేదు. సంతృప్తస్థితిలోనున్న ద్రావణము ఘనస్థితిలో క్రింద ఉన్న ద్రావ్యముతో సమతాస్థితిలో ఉండును. అనగా సంతృప్తద్రావణము ఒక సమతాస్థితిని చేరుకొనిన వ్యవస్థ.

ఒక తాపక్రమములో తయారైన సంతృప్తద్రావణమును పేడిచేయుటవలన, అది అసంతృప్తద్రావణము అగును. అనగా మరికొంతద్రావ్యమును అది విలీనముచేసికొనగలదు. ఈ పొచ్చు తాపక్రమమువద్దకూడ ద్రావము విలీనము చేసుకోలేనంత ద్రావ్యమును కలిపినచో ఈ తాపక్రమము వద్ద ఇంకొకసంతృప్తద్రావణము ఏర్పడును. మీద తాప క్రమమువద్ద సంతృప్తముగా చేయబడిన ద్రావణమును కదపకుండా జాగ్రత్తగా క్రింది తాపక్రమమునకు చల్లార్చినచో క్రిందితాపక్రమమువద్ద ద్రావము విలీనము చేసికొనగల ద్రావ్యముకన్న పొచ్చుగాఉన్న ద్రావ్యము ద్రావణములో విలీనమైయుండును. ఇట్టి ద్రావణములకు 'అతిసంతృప్త (సూపర్ సాచురేటెడ్) ద్రావణము' అని పేరు. ఈ ద్రావణములు చాల అస్థిరములు; ద్రావణమును కదిపినగాని తరచినగాని, లేదా దానికొక ద్రావ్యస్ఫటిక లేశమును చేర్చినగాని పొచ్చుగా నున్న ద్రావ్యము ద్రావణము నుండి వేరగును.

అధికతాపక్రమములో ఏర్పడిన సంతృప్తద్రావణమును కదుపుచు మెల్లగా తక్కువతాపక్రమమునకు చల్లార్చినచో



తక్కువ తాపక్రమమువద్ద సంతృప్తద్రావణము ఏర్పడుటకు కావలసినదానికన్న ఎక్కువగా ఉన్న ద్రావ్యము ద్రావణమునుండి స్ఫటికరూపమున బయటికి వచ్చును.

నియతతాపక్రమములో సంతృప్త ద్రావణములో ఉన్న ద్రావ్యభారమునకు, ఆ ద్రావ్యపు 'ద్రావ్యత' అని పేరు. ద్రావ్యతను, ద్రావ్యతాంకములలో నిరూపింతురు. నూరు గ్రాముల ద్రావణములో కరిగియున్న ద్రావ్యభారము దాని ద్రావ్యతాంకమును తెలుపును. తాపక్రమముతో ద్రావ్యతమారు రేటు, ద్రావ్యస్వభావమును బట్టియు, ద్రావస్వభావమునుబట్టియు ఉండును.

ద్రవ్యములద్రావ్యత తాపక్రమముతో చాలమందముగ అభివృద్ధియగునప్పుడు కావలసినతాపక్రమములో దాని సంతృప్తద్రావణమును తయారు చేసి, ఆ వచ్చిన ద్రావణము యొక్క నియతభారమునుండి ద్రావణమును వేడిచేయుట వలన బాష్పముగా వెడలగొట్టియో లేదా రాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులను ఉపయోగించియో ద్రావ్యతను నిర్ణయించవచ్చును. ద్రావ్యమును ద్రావణమునకు చేర్చి ద్రావణమును గాఢకాడతో కలుపుచు మెల్లగా వేడిచేయవలెను. ఏ తాపక్రమములో ద్రావ్యత నిర్ణయించవలయునో, ఆ తాపక్రమముకన్న కొంచెము అధికమైన తాపక్రమములో సంతృప్తద్రావణమును తయారుచేయవలెను. తరువాత కావలసిన తాపక్రమమునకు చల్లార్చుచు బాగుగా తరచవలయును. హెచ్చుగా ఉన్న ద్రావ్యమంతయు ద్రావణము నుండి బయటికివచ్చి క్రిందికి చేరుకొనినతరువాత, ద్రావణములో కొంతభాగమును పిప్పెట్టుతో జాగ్రత్తగా పీల్చి బాష్పీకరించవలసినచో బాష్పీకరణపాత్రలోను, లేదా రాసాయనికముగా నిర్ణయించవలసినచో మూతగల సీసాలోను గ్రహించవలయును. మొదటివద్దతిలో బాష్పీకరణ పాత్రను ద్రావణముతో తూచి, తరువాత ద్రావణమును నిశ్శేషముగా బాష్పీకరించవలెను. మరియొకమారు తూచినచో, ద్రావ్యముతో ఉన్న పాత్రయొక్క భారము తెలియును. ఇందునుండి పూర్వమే విధితమైన పాత్రయొక్క భారమును తీసివేసిన ద్రావ్యముయొక్క భారము లభించును. ద్రావణముతో ఉన్న పాత్రయొక్క భారము నుండి పాత్రభారమును తీసివేసిన ద్రావణముయొక్క భారము సిద్ధించును. ఇట్లు ద్రావ్యభారము, ద్రావణ భారము నిర్ణయించినపిదప, ఇంతద్రావణములో ఇంత ద్రావ్యము ఉన్నదని తెలియును గనుక 100 గ్రాముల ద్రావణములో ఎంత ద్రావ్యము ఉన్నదో లెక్కకట్టవచ్చును. ఈ లెక్కఫలమే ద్రావ్యము యొక్క ద్రావ్యత అగును.

ద్రావ్యముయొక్క ద్రావ్యత తాపక్రమముతో చురుకుగా మారునప్పుడు పై విధానమంత యథార్థఫలములను ఈయదు. అట్టిచో నియత ఆయతనముగల ద్రావణములో నియతరాశి ద్రావ్యమును వేడిచేసి కరిగించవలయును. తరువాత ద్రావణమును కుదుపుచు చల్లార్చవలయును. ద్రావణమునుండి స్ఫటికములు మొదట ఏతాపక్రమము వద్ద బయటికి వచ్చునో జాగ్రత్తగా నిర్ణయించవలెను. తెలిసిన సాంద్రతగల ఈ ద్రావణము ఈతాపక్రమమువద్ద సంతృప్తమై ఉన్నదని మనకు దీనివల్ల తెలియును. మరి కొంచెము నియతఆయతనముగల ద్రావణమును ఈద్రావణమునకు చేర్చి ఏకరూపమైనద్రావణము లభ్యమగుదాక మరల వేడిచేయవలయును. దీని సంతృప్తతాపక్రమమును కూడ పైని చెప్పినట్లే నిర్ణయించవలయును. ఈ విధానమును అనేకసార్లు కావించుటవలన వివిధ తాపక్రమముల వద్ద వివిధ సంతృప్తద్రావణములు లభ్యమగును. ఈ ద్రావణములు అన్నియును తెలిసిన సంఘట్టనములు కలవియే గనుక వివిధ తాపక్రమములవద్ద ద్రావ్యము యొక్క ద్రావ్యతలను లెక్కకట్టవచ్చును.

ఘనవిలీన వాయువులు : కొన్ని ధాతువులలో కొన్ని వాయువులు విలీనమై ఘనవాయు ద్రావణము లేర్పడును. ప్లాటినమ్ ధాతువునందు, పెల్లేడియమ్ ధాతువునందు హైడ్రోజన్ విలీనమగును. ప్లాటినమ్ నందుకన్న పెల్లేడియమ్ ధాతువునందు హైడ్రోజన్ అతి ఆతృతతో విలీనమగును. ఒక ఆయతనము పెల్లేడియమ్ సాధారణ తాపక్రమమువద్ద 1100 ఆయతనముల హైడ్రోజన్ ను గ్రహించగలదు. ప్లాటినమ్లోను పెల్లేడియమ్లోను హైడ్రోజన్ ద్రావ్యత తాపక్రమము హెచ్చించుటవలన తగ్గిపోవును. పెల్లేడియమ్ - హైడ్రోజన్ ద్రావణమును 120° C వరకు వేడిచేయుటవలన హైడ్రోజన్ నిశ్శేషముగా బయటికి పోవును. ఇట్లు బయటికి వచ్చిన వెంటనే హైడ్రోజన్ రాసాయనికముగా అతిచురుకుగా ఉండి మార్పులు త్వరితముగా జరుగును. సాధారణ తాపక్రమములోనే ఇది గంధకముతో సంయోగించి హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ ఏర్పడును. అట్టి హైడ్రోజన్ ను 'ఆక్టివ్ హైడ్రోజన్' అందురు.

కొన్ని ధాతువులలో వాయువుల ద్రావ్యత తాపక్రమము హెచ్చినకొలది హెచ్చును. తాపక్రమము హెచ్చుకొలది వెండిలో ఆక్సిజన్ వాయువుయొక్క ద్రావ్యత హెచ్చుచుండును. వెండి చల్లారుచున్నప్పుడు ఆక్సిజన్ బయటకు వచ్చివేయును.

ఘనవిలీన ద్రవములు : కొంచెము పాదరసద్రవము అధికరాశి జింకు ధాతువుతో రసమిశ్రముగా ఏర్పడును.



## ద్రావణములు - II

ఈ మిశ్రము జింకులో కరిగిన పాదరసమిశ్రము అని భావించవచ్చును. కొంత మితివరకు, అనగా సంతృప్త ద్రావణము లభ్యమగుదాక తాపక్రమము హెచ్చగుకొలది జింకులో విలీనమగు పాదరసముయొక్క భారము హెచ్చగు చుండును.

ఘనములలో ఘనములు : ద్రవములవలె ఘనములు కూడ ఘనములయెడ ద్రావణములుగా ఆచరించగలవు. ఈ విషయమును ఫాస్ట్ హాఫ్ 1890 లో సూచించి, వాటికి 'ఘనద్రావణము' అని పేరిడెను. సాధారణముగా ద్రవద్రావణములను చల్లార్చి ఘనీకరించుటవలన ఘన ద్రావణములను తయారు చేయవచ్చును. బెన్జిన్ ద్రవములో అయిడిన్ కరిగినచో ద్రవద్రావణము ఏర్పడును. ఈ ద్రావణమును శీతలీకరించినప్పుడు ఘనీభవనస్థితిలో బయటికివచ్చు స్ఫటికములు శుద్ధమైన బెన్జిన్ కావు; అవి అయిడిన్ - బెన్జిన్ మిశ్రముయొక్క సజాతీయ స్ఫటికములు.

సమరూప స్ఫటికముల మిశ్రస్ఫటికములనుకూడ ఘన ద్రావణములనియే భావించవచ్చును. ఉదాహరణమునకు పొటాసియమ్ - అల్యూమినియము, ఆలమ్ (మామూలుపటిక), పొటాసియమ్-క్రోమియమ్ ఆలమ్తో సమాన స్ఫటికరూపము కలది. ఈ రెండు ఆలమ్లును విలీనమైఉన్న ద్రావణమునుండి విడివడు స్ఫటికములు, రెండింటి మిశ్రములై ఉండును. ఖనిజములుగా దొరకు ఫెల్డ్ స్పార్ వంటి రాళ్ళుకూడ ఘనద్రావణములే. అనగా సృష్టిలో సందర్భానుసారముగ కొన్ని ఘనద్రావణములు ఏర్పడునని తెలియనగును.

పారిశ్రామికముగా ఘనద్రావణములు ముఖ్యముగా ధాతుమిశ్రముల రూపమున ఉపకరించుటచేత వాటిని మిక్కుటముగా తయారుచేయుచున్నారు. మే. వ. స.

**ద్రావణములు - II :** ఇందు అవిద్యుద్వాహక ద్రావణములు విరళీకృతద్రావణ సిద్ధాంతమును గూర్చి చర్చించనగును. ఏదేని ద్రావణమునందు ద్రావ్యము నొకదానిని కరిగించి, ద్రావణముగా మార్చినచో, ద్రావణములో ఉన్న ద్రావణముయొక్క ధర్మములన్నియు శుద్ధ ద్రావ ధర్మములకన్న చాల భిన్నముగా నుండును. ఉదాహరణమునకు - శుద్ధ ద్రావణముకన్న ద్రావణము హెచ్చు తాపక్రమమువద్ద మరుగును. వాతావరణపు ప్రేషములో  $100^{\circ}\text{C}$  దగ్గర మరుగు నీటిలో పంచదారను కరిగించినచో, ఆ ద్రావణము దాని ద్రావ్య సాంద్రతనుబట్టి  $100^{\circ}\text{C}$  పై నున్న తాపక్రమములో మరుగును. అట్లే ఆ పానకమును శీతలీకరించినచో, దాని నుండి నీరు గడ్డమంచుగా వేరగు

తాపక్రమము శుద్ధజలమునుండి గడ్డమంచు వచ్చెడి తాపక్రమమునకు, అనగా  $0^{\circ}\text{C}$  కు క్రిందుగా ఉండును.

తాపక్రమము క్వథనాంకమునకు చాల దిగువఉన్న పరిస్థితులలోకూడ ద్రవద్రవ్యము దాని బాష్పమును పైకి పంపించుచు ఉండును. ఈ బాష్పము యొక్క ద్రవతలముపై కొంత ప్రేషమును కలుగజేయును. దీనికి ఆ ద్రవ బాష్ప ప్రేషము అని పేరు. ఇది ద్రవముయొక్క తాపక్రమమును పట్టి ఉండును. ద్రవమునందు ఏదేని ద్రావ్యమును కరిగించిన వచ్చు ద్రావణముపై బాష్పప్రేషము నిజముగా ద్రావణముయొక్క బాష్పప్రేషము కాదు; ద్రావణములో ఉన్న ద్రావణముయొక్క బాష్పప్రేషము. ఏ తాపక్రమము వద్దనైన ఇది శుద్ధద్రవబాష్పప్రేషము కన్న తగ్గి ఉండును. ఈ తగ్గుదలకు బాష్పప్రేష నిమ్ననము అని పేరు.

ఈ పైని వివరించిన వన్నియు సులభముగా బోధపడు ధర్మములలోని మార్పులు. ద్రావణములో ఉండు ద్రావణమును చొరనిచ్చునట్టియు, ద్రావ్యమును చొరనీయనట్టియు గుణముకల పొర (అర్ధప్రవేశ్యత్వచము)ను ఒక దానిని ద్రావణమునకును, శుద్ధ ద్రావణమునకును మధ్య ఉంచినచో ద్రావణములోనికి ద్రావణము ప్రవేశించి ద్రావణమును అత్యంత విలీనముగా (పల్చనగా) ఒనర్చును. ద్రావణమువైపు అర్ధప్రవేశ్యత్వచముగుండా ద్రావణము ప్రవహించుటకు 'ద్రవాభిసరణము (ఆస్మోసిస్)' అని పేరు. ద్రవాభిసరణ ఫలముగా ద్రావణమువైపు త్వచముపై ఒక విధమైన ఒత్తిడి ఏర్పడును. దీనికే ద్రవాభిసరణ ప్రేషమని పేరు. ద్రావణముల ద్రవాభిసరణ ప్రేష ధర్మము ద్రావణము నుండి శుద్ధద్రావణమును వేరుచేయు పొరలేనిది అభివ్యక్తము కాదు.

ఈ ద్రావణ ధర్మములన్నియు ఒకదానితో ఒకటి సంబంధించి ఉన్నవి. వాటిమధ్య సంబంధములను సమీకరణములచే సూచించవచ్చును. ఇట్టి సంబంధముండుటకు కారణము ఈ ధర్మము లన్నియు ద్రావణములోని ద్రావ్యాణు సాంద్రతనుపట్టి ఉండుటయే. ఇట్టి పరస్పర సంబంధములు గల భౌతిక ధర్మములకు అనుస్యూత ధర్మములని పేరు.

**క్వథనాంకోన్నతి :** ద్రావణముల క్వథనాంకపరీక్షవలన తేలిన నియమములు మూడు ఉన్నవి : 1. ద్రావణ క్వథనాంకము ద్రావ్యక్వథనాంకముకన్న ఎక్కువ; 2. క్వథనాంకముయొక్క ఉన్నతి ద్రావణములో ద్రావ్యము యొక్క అణుసాంద్రతను పట్టి ఉండును; 3. ఏదేని ద్రావణమును వెయ్యేసి గ్రాములు తీసికొని దానియందు ప్రత్యేకముగా వేర్వేరు ద్రావ్యముల సమాన సంఖ్యాణు



భారములను కరగించగా వచ్చిన ద్రావణములు అన్నియు ఒకే క్వథనాంకోన్నతిని చూపును. ఈ చివర నియమము నుండి ఇంకొక నిర్వచనమును సాధించవచ్చును.

ఒకే ద్రావణములో భిన్నద్రావ్యముల సమఅణు ద్రావణములు ఒకే క్వథనాంకోన్నతిని కనపరచును.

1000 గ్రాముల ద్రావణములో ఒక అణుభారము ద్రావ్యమును కరగించగా వచ్చిన ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతికి అణుక్వథనాంకోన్నతి అని పేరు. దీనిని K అను అక్షరముచే గుర్తించుట పరిపాటి.

అణుక్వథనాంకోన్నతి అయిన K అను స్థిరాంకము యొక్క విలువ ద్రావణముయొక్క స్వభావమునుపట్టి ఉండును. దిగువపట్టికలో కొన్ని ద్రావణములయొక్క అణుక్వథనాంకోన్నతులు చూపబడినవి :

| ద్రావణము       | క్వథనాంకము<br>°C | అణుక్వథనాంకోన్నతి<br>K |
|----------------|------------------|------------------------|
| నీరు           | 100.0°           | 0.515                  |
| ఎథిల్ ఆల్కహాల్ | 78.4°            | 1.2                    |
| బెన్జిన్       | 80.4°            | 2.57                   |
| ఆసిటిక్ ఆసిడ్  | 117.9°           | 3.07                   |
| క్లోరోఫార్మ్   | 61.2°            | 8.88                   |

అణుక్వథనాంకోన్నతి (K)ని నిర్ణయించుటకు ప్రయోగపద్ధతి, సిద్ధాంతపద్ధతి అని రెండుపద్ధతులు ఉన్నవి. (మొదటి దానికి, చూ. అణుభార నిర్ణయము - పు. 123) రెండవ పద్ధతి ఫాస్ట్ హాఫ్ ద్రావణసిద్ధాంతమునుండి శక్తిశాస్త్ర నియమములను అనుసరించి స్థాపితమైనది. దీని ఫలితము తోనే మనకు ఇక్కడ ప్రసక్తి. ద్రావణముయొక్క గుప్త బాష్పీకరణోష్ణత తెలిసినచో  $K = 0.002T^2/l$  అను సమీకరణముచే K ను తెక్కకట్టవచ్చును. ఈ సమీకరణములో T అనునది పరమమానములో ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకము; l అనునది ఒక గ్రాము ద్రవ్యరాశికి సంబంధించిన గుప్త బాష్పీకరణోష్ణత.

ప్రయోగపద్ధతి: ఏదేని ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకము E అనియు l గ్రాముల ద్రావణములో S గ్రాముల ద్రావ్యమును కరగించగా వచ్చిన ద్రావణము యొక్క క్వథనాంకము  $E_1$  అనియు అనుకొందము.

$$E_1 - E = \Delta E \text{ క్వథనాంకోన్నతి.}$$

l గ్రాముల ద్రావణములో S గ్రాముల ద్రావ్యము ఉన్నపుడు ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతి  $\Delta E$ .

క్వథనాంకోన్నతి ద్రావ్యసాంద్రతనుపట్టి ఉండును కనుక l గ్రాముల ద్రావణములో 1 గ్రాము ద్రావ్యముగల ద్రావ

ణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతి  $\Delta E/S$  అగును. ఒక గ్రాము ద్రావణములో M (అణుభారము) గ్రాముల ద్రావ్యముగల ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతి  $\frac{\Delta E}{S} \times M$  అగును.

ద్రావణమునందున్న ద్రావరాశి తక్కువగుకొలది ద్రావ్యపు అణుసాంద్రత ఎక్కువగును కనుక చిక్కని ద్రావణముల క్వథనాంకోన్నతి పల్చనిద్రావణముల దాని కన్న చాల ఎక్కువగా కుండును. అందువలన ఒక గ్రాము ద్రావణములో M గ్రాముల ద్రావ్యముగల ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతి  $\frac{\Delta E}{S} \times M \times l$  అగును. 1,000 గ్రాముల ద్రావ్యము ఉన్నపుడు ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతి  $= \frac{\Delta E \times M \times l}{S \times 1,000}$  అగును. పై ని పొందుపరచిన

అణుక్వథనాంకోన్నతి నిర్వచన ప్రకారము  $\frac{\Delta E}{S} \times \frac{M \times l}{1,000}$

అను గుణ్యము K కు సమానమగును.

$$\therefore K = \frac{\Delta E \times M \times l}{S \times 1,000}$$

K ను నిర్ణయించుటకు M తెలియవలెను. తక్కిన  $\Delta E$ , l, S అను రాసులలో  $\Delta E$  ప్రయోగములవలనను, l, S లు తీసికొనిన ద్రావద్రావ్య సంచయముల తూకమువలనను తెలియును. కనుక తెలిసిన అణుభారము (M) గల ద్రావ్యమును ఉపయోగించి ఏదేని ద్రావణముయొక్క K ను పై సమీకరణముచే నిర్ణయించవచ్చును.

ఒకసారి ఒక ద్రావణముయొక్క K ను ఇట్లు నిర్ణయించిన తరువాత అందులో కరుగు ఏ ద్రావ్యముయొక్క అణుభారము నైనను మరల ఆ సమీకరణముచేతనే నిర్ణయించవచ్చును :

$$\text{ఎట్లైన } K = \frac{\Delta E \times M \times l}{S \times 1,000} \text{ అను సమీకరణమును 'M'}$$

$$\text{కొరకు సాధించిన } M = \frac{K \times 1,000 \times S}{\Delta E \times l} \text{ అగును.}$$

హిమాంకావనతి: ద్రావణముల హిమాంకావనతి పరిశోధన వలన తేలిన నియమములు మూడు ఉన్నవి :

1. ద్రావణముయొక్క హిమాంకము, ద్రావహిమాంకము కన్న తక్కువగా ఉండును. 2. ద్రావణముయొక్క హిమాంకావనతి ద్రావ్యముయొక్క అణుసాంద్రతనుపట్టి ఉండును. 3. ఏదేని ద్రావణమును వెయ్యేసి గ్రాములు తీసికొని, వాటియందు ప్రత్యేకముగా వేర్వేరుద్రావ్యముల సమానాంక అణుభారములను కరగించగా వచ్చిన ద్రావ



ణములు అన్నియు ఒకే హిమాంశావనతిని చూపును. ఈ చివర నియమమునుండి, మనము ఇంకొక నిర్వచనమును సాధించవచ్చును. ఒకే ద్రావణములో భిన్నద్రావ్యముల సమఅణుద్రావణములు ఒకే హిమాంశావనతిని కనపరచును.

1000 గ్రాముల ద్రావణములో ఒక అణుభారము ద్రావ్యమును కరగించగా వచ్చిన ద్రావణముయొక్క హిమాంశావనతికి అణుహిమాంశావనతి అని పేరు. దీనిని  $K'$  చే గుర్తించుట పరిపాటి.  $K'$  అనునది కేవలము ద్రావస్వభావమును పట్టియే ఉండును.

క్రింద కొన్ని ద్రావణముల అణుహిమాంశావనతులు చూపబడి ఉన్నవి.

| ద్రావణము                 | హిమాంశము<br>C | అణుహిమాంశావనతి<br>K' |
|--------------------------|---------------|----------------------|
| నీరు                     | 0°            | 1.86                 |
| బెన్జిన్                 | 5.4°          | 5.10                 |
| ఆసిటిక్ ఆసిడ్            | 16.7°         | 3.90                 |
| నిర్జలనల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ | 10.4°         | 7.00                 |
| ఫోలోల్                   | 42.5°         | 7.27                 |

అణుకృతనాంకోన్నతిని ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించుటకు ఎట్లు సమీకరణమును సాధించితిమో అట్లే అణుహిమాంశావనతికిని సమీకరణమును సాధించవచ్చును. తెలిసిన అణుభారము (M) గల ద్రావ్యముయొక్క నియత భారము S గ్రాములను, ద్రావణనియత భారము l గ్రాములలో కరగించి ఆ వచ్చిన ద్రావణముయొక్క హిమాంశమును నిర్ణయించవచ్చును. దీనిని శుద్ధద్రావణముయొక్క హిమాంశమునుండి తీసివేసిన  $\Delta F$  (హిమాంశావనతి) సిద్ధించును.

అణుకృతనాంకోన్నతిని లెక్కించు సందర్భమున, నిరూపించబడిన సమాలోచన సరణిని ఉపయోగించి,  $\Delta E$  స్థానమున  $\Delta F$  ను పెట్టి అదేక్రమమున  $K' = \frac{\Delta F \times M \times l}{1000 \times S}$  అను సమీకరణమును సాధించవచ్చును ఈ సమీకరణమును మరల M కొరకై సాధించిన,  $M = \frac{K' \times 1000 \times S}{\Delta F \times l}$  అని లభ్యమగును. M తెలిసిన  $K'$  ను,  $K'$  తెలిసిన M ను, ప్రయోగముచే తెలుసుకొని గణించవచ్చును.

బాష్పప్రేషనిమ్నము : ద్రావణములో ఏదేని ద్రావ్యమును కరగించినచో ఆ ద్రావణముయొక్క బాష్పప్రేషమునందు మార్పు కనబడును. కరగించినద్రావ్యము బాష్పశీలము కాకున్న పరిస్థితులలో శుద్ధ ద్రావబాష్ప

ప్రేషముకన్న ద్రావణముయొక్క బాష్పప్రేషము, అనగా ద్రావణములోని ద్రావణముయొక్క బాష్పప్రేషము తగ్గి ఉండును. ఈ తగ్గింపు ద్రావ్యాణు సాంద్రతనుపట్టి ఉండును. శుద్ధద్రావణముయొక్క బాష్పప్రేషము  $p_0$  యును, ద్రావణముయొక్క బాష్పప్రేషము p యును అయినచో బాష్పప్రేషములో తగ్గుదల అనగా బాష్పప్రేష నిమ్నము  $p_0 - p$  అగును.

ద్రావణముల బాష్పప్రేషమును గురించిన నియమమునకు 'రౌల్టునియమము' అని పేరు. దీనిని క్రింది విధమున నిర్వచించవచ్చును.

బాష్పప్రేషములోని తగ్గింపునకును, శుద్ధద్రావబాష్పప్రేషమునకునుగల నిష్పత్తి, ద్రావణమందు ద్రావ్యముయొక్క అణుభిన్నాంశమునకు సమానము.

అణుభిన్నాంశము అన ఏమో ఇదివరకే ద్రావణవర్గీకరణ సందర్భమున వివరించిఉంటిమి. ఆ వివరణ ప్రకారము ద్రావణములో n అణుభారముల ద్రావ్యము, N అణుభారముల ద్రావణము ఉన్నచో ద్రావ్యముయొక్క

$$\text{అణుభిన్నాంశము} = \frac{n}{n + N} \text{ అగును.}$$

అందువలన రౌల్టు నియమమును క్రింది సమీకరణముచే తెలియచేయ వచ్చును :

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{n}{n + N}$$

$\frac{p_0 - p}{p_0}$  అను నిష్పత్తికి, అనగా బాష్పప్రేషములోని తగ్గింపును శుద్ధద్రావ బాష్పప్రేషముతో భాగించిన వచ్చు ఫలితమునకు సాపేక్షబాష్ప ప్రేషనిమ్నము అనిపేరు. ఈ సంకేతమును ఉపయోగించి రౌల్టునియమమును ఇంకొక విధముగా తెలియపరచవచ్చును.

ద్రావణముయొక్క సాపేక్షబాష్పప్రేష నిమ్నము, ద్రావ్యముయొక్క అణుభిన్నాంశమునకు సమమగును :

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{n}{n + N}$$

పై సమీకరణములో n, N లను మరల g/m, G/M అని క్రమముగా వ్రాసిన  $\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{g/m}{g/m + G/M}$  అని లభ్యము అగును. ఈ సమీకరణమునుండి m ను సాధించిన,

$$m = M \frac{gp}{(p_0 - p) G} \text{ అని సిద్ధించును.}$$

ఇందు  $p_0$ , p లు ప్రయోగమువలన లభ్యము అగును. g, G లు గ్రాములలో ద్రావ్య, ద్రావణములయొక్క భార



ములు. ద్రావణము యొక్క అణుభారమును పై సమీకరణమువలన లెక్కించవచ్చును. ఇచ్చట M అనునది బాష్ప స్థితిలో ద్రావణము యొక్క అణుభారము. అందుచే ఈ సమీకరణము M ను నిర్ణయించుటకు ఉపయోగపడదు.

ద్రవాభిసరణప్రేషము : జంతువుల (ముఖ్యముగా పంది) యొక్క మూత్రపుసంచిలో పంచదార ద్రావణమును పోసి మూతిని దారముతో బిగించి మంచినీటిలో ఉంచిన, కొంత సేవటికి సంచి ఉబ్బి ఒకప్పుడు ప్రేలిపోవుట కూడ తటస్థించును. పైనుంచి మంచినీరు సంచిలోనికి ప్రవేశించుటయే ఈ సంచి ఉబ్బుటకు కారణము. మూత్రపుసంచి పొరలో చాల సూక్ష్మరంధ్రములు ఉన్నవి. ఆ రంధ్రముల గుండా బయటనున్న మంచినీటిలోనికి లోనున్న పంచదార చొరలేదు. కాని బయటఉన్న నీరు సంచి పొర గుండా లోపలికి పోగలదు. ఇట్టి పొరద్వారా నీరు ద్రావణములోనికి ప్రవేశించుటకు 'ద్రవాభిసరణము' అని పేరు.

ఇట్టి పొరలు జంతు శరీరములలోను వృక్ష శరీరములలోను చాలచోట్ల కలవు. జంతువుల జీర్ణకోశము యొక్క భాగములగు పెద్దప్రేగు, చిన్నప్రేగు ఇట్టి పొరలు కలవియే.

ఇట్టి పొరలను కృత్రిమముగా కొన్ని అవతేషములతో తయారు చేయవచ్చును. లెడ్ సిలికేట్, లెడ్ టానేట్, కావర్ ఫెట్రోసైనేడ్ అవతేషములు ఉచితరీతిని తయారు చేసినపుడు అర్ధప్రవేశ్య పొరలుగా పనిచేయగలవు. అట్టి పొరను ఒకదానిని మట్టిపాత్రకు ఉండు సన్నని రంధ్రములను కావర్ ఫెట్రోసైనేడ్ అవతేషముతో కప్పివేసి 'పెఫర్' అను డచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ద్రవాభిసరణమును గురించి చేసిన పరిశోధనలను చేసెను. పెఫర్ యొక్క ప్రయోగఫలితములను ఉపయోగించి ఫాస్ట్ హాఫ్ ద్రవాభిసరణప్రేష భావమును కల్పించి, విలీనద్రావణ సిద్ధాంతమును వివరించెను.

ఏదేని ద్రవ్యరాశి వాయుస్థితిని పొంది, ద్రావణాయతనమునకు సమమగు ఆయతనములో ఎంత వాయు ప్రేషమును కలుగజేయునో, ద్రావణమందు అంతే ద్రవాభిసరణప్రేషమును చూపునని, ఫాస్ట్ హాఫ్ సిద్ధాంతము యొక్క ముఖ్యాంశము.  $pV = nRT$  అను వాయు సమీకరణము (చూ. వాయువులు) వాయుప్రవర్తన ఎట్లు సంగ్రహముగా నిరూపించునో, అట్లే  $PV = nRT$  అను ద్రావణముల విషయమై ఫాస్ట్ హాఫ్ స్థాపించిన ద్రావణ సమీకరణము ద్రావణముల ప్రవర్తనను సంగ్రహముగా నిరూపించును.

వాయుసమీకరణమును వాయువుల అణుభారములను నిర్ణయించుటకు ఎట్లు ఉపయోగించవచ్చునో, అట్లే ద్రావణ సమీకరణములను ద్రావణమందున్న ద్రావ్యము యొక్క అణుభారమును నిర్ణయించుటకు వీలగును.

$PV = nRT$ ; ఇచ్చట P ద్రవాభిసరణప్రేషము, V ద్రావణాయతనము, R ద్రావణస్థిరాంకము, T పరమమానములో తాపక్రమము. ద్రావణములో విలీనమైయున్న ద్రావ్యము యొక్క అణుభారముల సంఖ్య (n), గ్రాములలో ఉన్న ద్రవ్యరాశిని ద్రావ్యము యొక్క అణుభారముచే భాగించినచో లభ్యమగును.

$n = g/M$  అను ఈ n మూల్యమును పై సమీకరణములో జొన్నినచో  $PV = \frac{g}{M} RT$  అనియు, దీనినుండి  $M = gRT/PV$  అనియు సిద్ధించును.

ఉదా: 0.6 గ్రా. యూరియా 100 ఘ. సెం.మీ. జలద్రావణములో 20°C వద్ద 2.4 వాతావరణ ద్రవాభిసరణప్రేషమును కలుగజేయును. ఈ ప్రయోగఫలితముల నుండి పై సమీకరణమును ఉపయోగించి యూరియా యొక్క అణుభారమును నిర్ణయించవచ్చును. ఇచ్చట M = యూరియా అణుభారము, R = ద్రావణ సమీకరణస్థిరాంకము (0.082 లీటరు-వాతావరణములు); T = పరమమానములో తాపక్రమము (273 + 20 = 293); P = ద్రవాభిసరణ ప్రేషము (2.4 వాతావరణములు); V = ద్రావణ ఆయతనము (100 ఘ.సెం.మీ. లేదా 100/1000 = 0.1 లీటరు)

$$\text{కనుక } M = \frac{0.6 \times 0.82 \times 293}{2.4 \times 0.1} = 60.4 \text{ గ్రాములు.}$$

ఈ ద్రావణ ధర్మములు అన్నియు ఒకదానితో ఒకటి సంబంధము కలిగిఉన్నవని చెప్పిఉంటిమి. ఈ సంబంధము ఉండుట వలన పైని నిరూపించిన నాలుగువిధములగు ధర్మములలో దేని పరిమాణమైన తెలిసినచో సంబంధ సమీకరణములచే తక్కినవాటిని లెక్కకట్ట వచ్చును. ఈ సంబంధ సమీకరణములు ఫాస్ట్ హాఫ్ సిద్ధాంతముచే సాధించబడినవి. ఆ సమీకరణములు మాత్రము ఇక్కడ చాటికిగల పరస్పర సంబంధములతో తెలుపబడినవి.

ద్రవాభిసరణప్రేషమునకు, బాష్పప్రేషనిష్పత్తినమునకు గల సంబంధము :

$$P = \frac{P_0 - p}{p} \times \frac{SRT}{M}$$

ఇక్కడ P = ద్రవాభిసరణ ప్రేషము;  $P_0$  = శుద్ధద్రావ బాష్పప్రేషము; p = ద్రావణబాష్పప్రేషము; S = ద్రావణపు విశిష్టగురుత్వము; M = ద్రావపు అణుభారము; T = పరమమానములో తాపక్రమము.



## ద్విధ్రువ మోమెంట్

ద్రవాభిసరణ ప్రేషమునకు, క్వథనాంకోన్నతి గల సంబంధము :

$$P = \frac{\Delta T}{T} \times \frac{1000 \times S}{l_v}$$

ఇక్కడ  $P$  = ద్రవాభిసరణ ప్రేషము;  $\Delta T$  = క్వథనాంకోన్నతి;  $T$  = శుద్ధద్రావ్య క్వథనాంకము;  $S$  = క్వథనాంకమువద్ద ద్రావపు విశిష్టగురుత్వము;  $l_v$  = ఒక గ్రాము ద్రావమును బాష్పీకరించుటకు కావలసిన ఉష్ణత - కేలోరీలలో (బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత). ఇట్టి సమీకరణమే ద్రవాభిసరణ ప్రేషమునకు, హిమాంకావనతికికూడ కలదు.

$$P = \frac{\Delta T}{T} \times \frac{1000 \times S}{l_f}$$

ఇక్కడ  $p$  = ద్రవాభిసరణ ప్రేషము;  $\Delta T$  = ద్రావణము యొక్క హిమాంకావనతి;  $T$  = ద్రావణము యొక్క హిమాంకము, లేదా ఘనీభవనతాపక్రమము;  $S$  = ఘనీభవన తాపక్రమమువద్ద ద్రావణము యొక్క విశిష్టగురుత్వము;  $l_f$  = ఒక గ్రాము ద్రావణము ఘనీభవించునపుడు బహిర్గత మగు ఉష్ణత (ఘనీభవన గుప్తోష్ణత) కేలోరీలలో. మే. వ. న.

**ద్విధ్రువ మోమెంట్ :** ద్విధ్రువ మనగా, రెండు విరుద్ధస్వభావములు గల కొనలు కలిగినది. ఆ విరుద్ధస్వభావము విద్యుదావేశమైనపుడు అట్టి ద్విధ్రువమునకు ఇ X డి (అనగా, ఆవేశము X మధ్యదూరము) అను గుణ్యఫలమునకు సమానమైన ఎలక్ట్రిక్ మోమెంట్ ఉండును. ఒక ద్రవ్యముయొక్క అణువులో ఋణవిద్యుత్ భాగము ధనవిద్యుత్ భాగము ఉండును. అణువులోని సౌష్ఠవమునుబట్టి ఆ రెండు భాగముల కేంద్రములు ఒకే చోట కలియవచ్చును. అలాగయినట్లయితే ఆ అణువునకు మొత్తముమీద ఎలక్ట్రిక్ మోమెంట్ ఏమియుండదు. లేదా, అణువులోని వేరు వేరుకణముల ఏర్పాటులో తగు సౌష్ఠవము లేకపోవడము మూలమున దాని ధన, ఋణ విద్యుత్ భాగముల కేంద్రములు కొంత దూరములో ఉండవచ్చును. అలాగయినచో ఆ అణువును ఒక 'డైపోల్' తో పోల్చవచ్చును. దానికి ఉన్న ఎలక్ట్రిక్ మోమెంట్ నే దానియొక్క 'డైపోల్' మోమెంట్ అందురు. కొన్ని అణువులకు డైపోల్ మోమెంట్లు ఉండవు. మిగతావానిలో వేరువేరు అణువులు వేరువేరు డైపోల్ మోమెంట్లను కలిగిఉండును.

డైపోల్ మోమెంట్ ను కలిగిఉన్న ద్రవ్యముమీద విద్యుత్ క్షేత్రము ఆరోపితమైనప్పుడు దాని అణువుల

విద్యుదక్షమములు, విద్యుత్ క్షేత్రపు దిక్కునకు తిరుగుప్రయత్నముతో ద్రవ్యమునకు మొత్తముమీద కొంత ఎలక్ట్రిక్ మోమెంట్ ను కలుగజేయును. దానిని లెక్కలోనికి తీసికొని డీబై శాస్త్రజ్ఞుడు డైఎలక్ట్రిక్ స్థిరాంకమునకు, ఇతర గుణములకు, డైపోల్ మోమెంట్ నకు గల సంబంధమును కనుగొన్నాడు. (చూ. పారవిద్యుత్ కములు). వాయుస్థితిలో ఉన్న ద్రవ్యముయొక్క డైఎలక్ట్రిక్ స్థిరాంకమును వేరువేరు తాపక్రమములవద్ద కనుగొనుట వలనగాని, లేదా, దాని డైఎలక్ట్రిక్ స్థిరాంకముతోబాటు వక్రీభవనగుణకమును కనుగొనుటవలనగాని ఆ ద్రవ్యములోని అణువుల డైపోల్ మోమెంట్ ను లెక్కకట్టవచ్చును. ఓన్ సాగర్ మొదలగువారు కనుగొనిన సంబంధముల ఉపయోగించి (ద్రవస్థితిలోఉన్న) ద్రవ్యముమీద చేసిన ప్రయోగముల మూలముగా డైపోల్ మోమెంట్ ను కట్టవచ్చును. లేదా, ఒక ద్రవ్యమును డైపోల్ అణువులులేని ద్రవ ద్రవ్యములో ద్రావణముగా తయారుచేసి, దానిగుణములు నిర్ణయించుట వలన డైపోల్ మోమెంట్ ను కనుగొనవచ్చును.

| అణువు లేదా                                   | డైపోల్ మోమెంట్   |
|--|------------------|
| అణుసమూహము                                    | $\times 10^{18}$ |
| ఆర్గాన్                                      | 0                |
| ఆక్సిజన్                                     | 0                |
| కార్బన్ డైఆక్సైడ్                            | 0                |
| హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్                           | 1.08             |
| నీరు   | 1.85             |
| సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్                             | 1.61             |
| కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్                       | 0                |
| క్లోరోఫార్మ్                                 | 1.05             |
| మీతేన్                                       | 0                |
| మెథిల్ ఆల్కహాల్                              | 1.68             |
| నైట్రోబెన్జీన్                               | 3.9              |
| కా - కా. రెండు కార్బన్ }<br>పరమాణువుల గుత్తి | 0                |
| కా - అ (కార్బన్ అయిడిన్లు)                   | 1.29             |
| కా = నై (కార్బన్ నైట్రోజన్లు)                | 0.9              |
| కా ≡ నై (కార్బన్ నైట్రోజన్లు)                | 3.6              |

అణువుయొక్క నిర్మాణమునకును, డైపోల్ మోమెంట్ నకును సన్నిహితసంబంధ మున్నది. అందువలన అణునిర్మాణ చర్యలలో ఈ డైపోల్ మోమెంట్లు ఉపయోగపడుచున్నవి. పరమాణువులరచనలో సౌష్ఠవము ఉన్న అణువులన్నిటికి డైపోల్ మోమెంట్ సున్న. ఉదాహరణమునకు, నైట్రోజన్, కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్, మీతేన్ మొద



లగునవి. రచనలో సౌష్ఠవములేని అణువులకే డైపోల్ మోమెంట్లు ఉన్నవి.

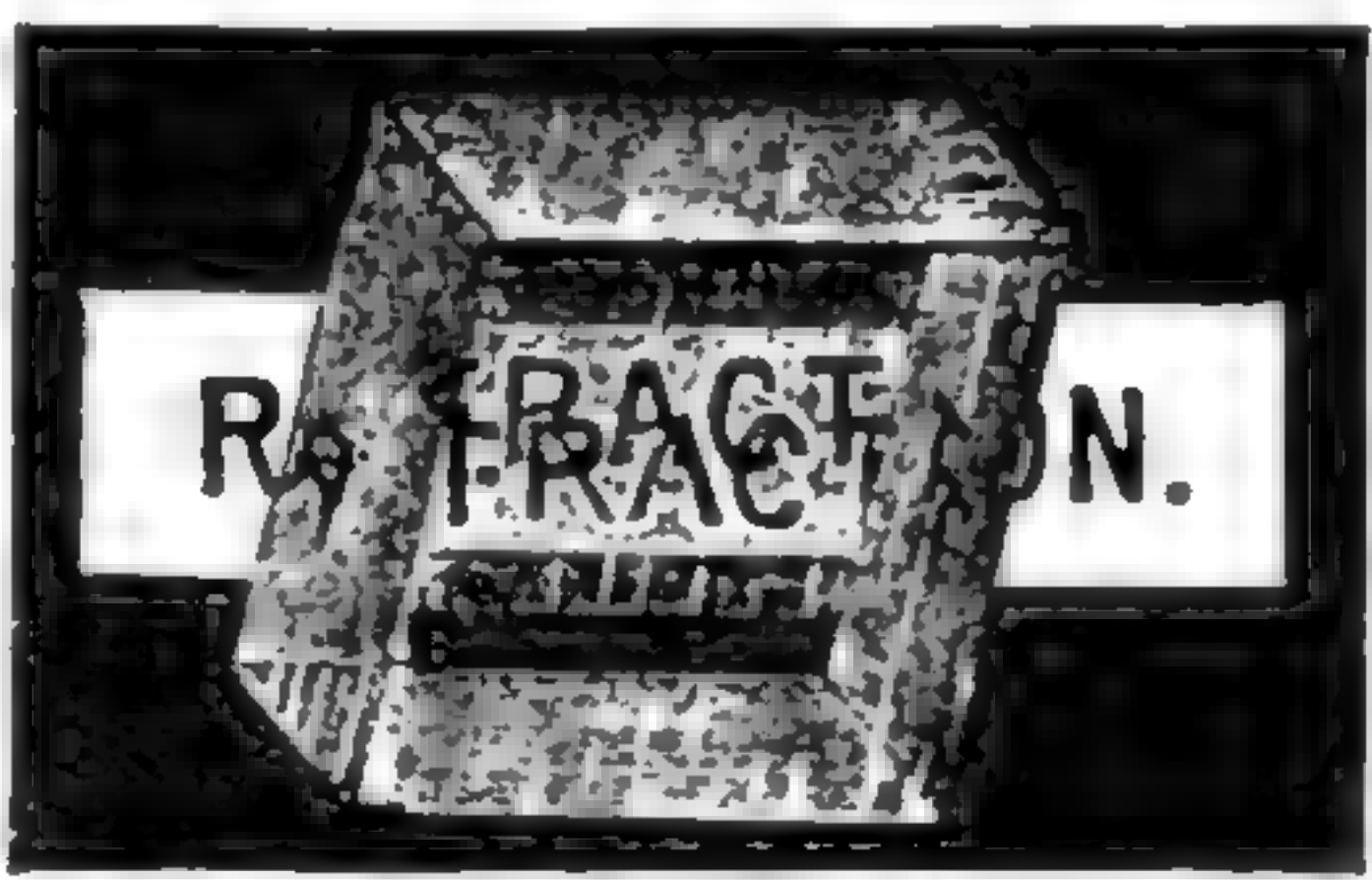
పరమాణువుల మధ్య బంధము ఎలక్ట్రోవేలెంట్ రకమైతే డైపోల్ మోమెంట్ ఎక్కువగా నుండునని, కోవేలెంట్ రకమైతే తక్కువగా నుండునని తెలియచున్నది. కనుక, ఒక అణువుయొక్క డైపోల్ మోమెంట్ వలన దాని పరమాణువులబంధము ఎటువంటిదో తెలిసికొనవచ్చును.

అణువుల మోమెంట్లనుండి వానిలో వచ్చు వేరువేరు పరమాణుకూటముల మోమెంట్లను నిర్ణయించిరి. ఒక అణువులోని వేరువేరు పరమాణుకూటముల మోమెంట్లనుండి దాని మొత్తము డైపోల్ మోమెంట్ను కనుగొనునప్పుడు వాని పరిమాణములనేకాక, వాని సాపేక్ష సన్నివేశములనుకూడ గుర్తించవచ్చును. ఇదిగాక, నిర్మాణ విషయములు పూర్తిగా తెలియని అణువులలో పరమాణుకూటములు ఒకదానికొకటి ఏకోణములలో ఏలాగున ఏర్పడినవో తెలిసికొనుటకు డైపోల్ మోమెంట్ ఉపయోగపడును. డైపోల్ మోమెంట్ పరిశీలనవలన కొన్ని కొన్ని అణువులలో అంతర్భాగములు భ్రమణముచేయుననియు, ఆ భ్రమణపరిమితి తాపక్రమమునుబట్టి ఉండుననియు తెలిసినది. ఇట్లు అణునిర్మాణవిషయములను విపులముగా తెలిసికొనుటకు డైపోల్ మోమెంట్ ఉపకరించుచుఉన్నది.

డి. వి. వి. ఎన్. నా.

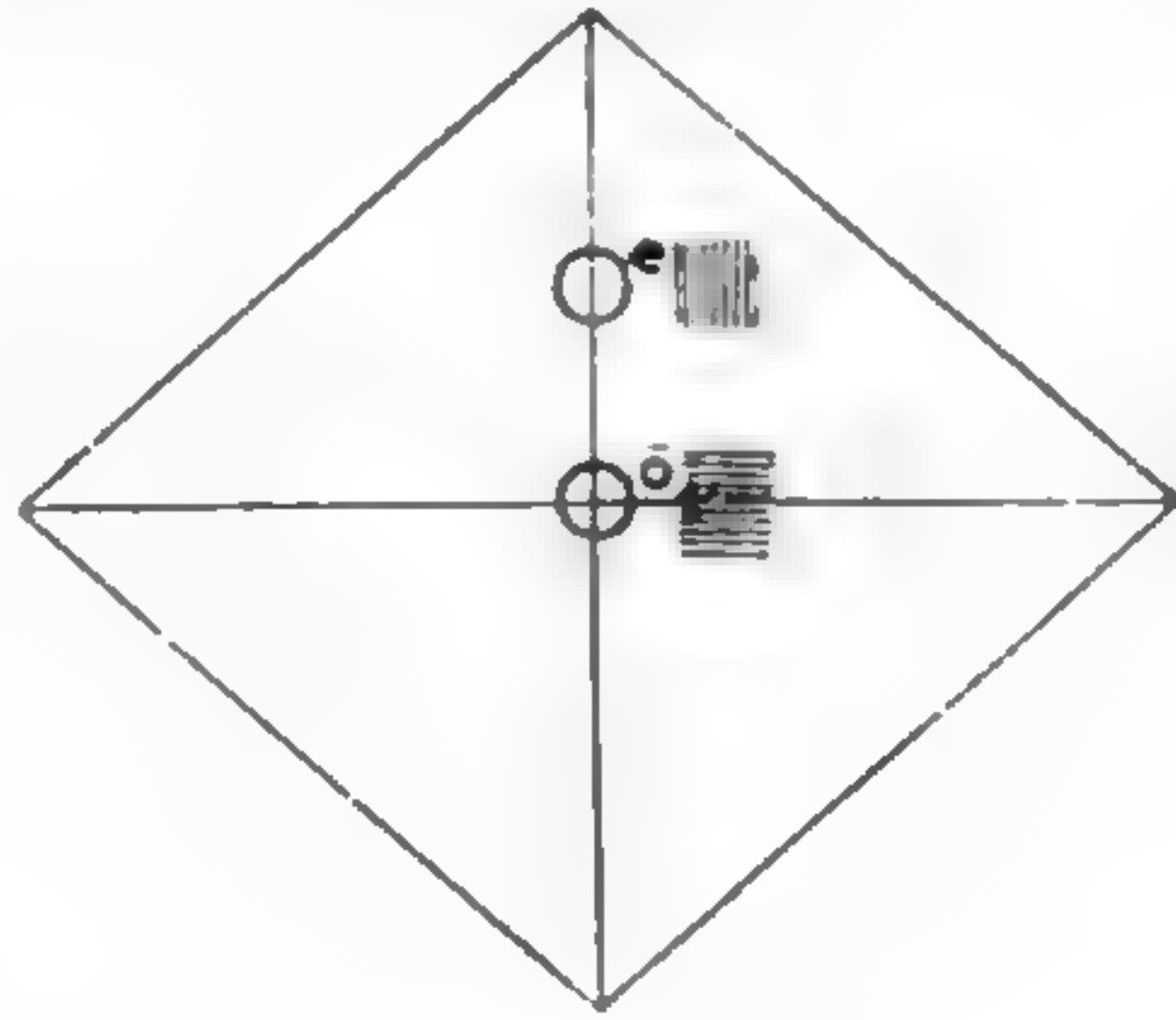
ద్వివక్రీభవనము : 1 వ చిత్రములో 'రిఫ్రాక్ష్' అను అచ్చుఅక్షరములపై ఐస్ లాండ్ స్పార్ (కాల్ సైట్) స్ఫటికమును ఒక దానిని పెట్టి, స్ఫటికముగుండ చూచిన, తిన్నగా స్ఫటికము క్రిందనున్న అక్షరము తెట్లు - ఎగుడు దిగుడుగా రెండేసి కన్నట్లు చున్నవో చూడనగును. స్ఫటికమును చొచ్చుకిరణము రెండుగా చీలుటచే ఈ దృశ్యము కన్పట్టినది.

తెల్లనికాగితముపై ఉన్న నల్లటిచుక్కమీద ఈ స్ఫటికమును పెట్టి, స్ఫటికముగుండ చూచిన 2 వ చిత్రములో చూపినట్లు మరల కాగితముపై రెండుచుక్కలు అగుపడును. ఈ రెండు ప్రతిబింబముల పరస్పరసన్నివేశమును నిదానముగా పరీక్షించిన 'O' అను మధ్య ప్రతిబింబము చిత్రములో చూపిన రాంబో హెడ్రన్ తలముపై లంబముగా



1 వ చిత్రము

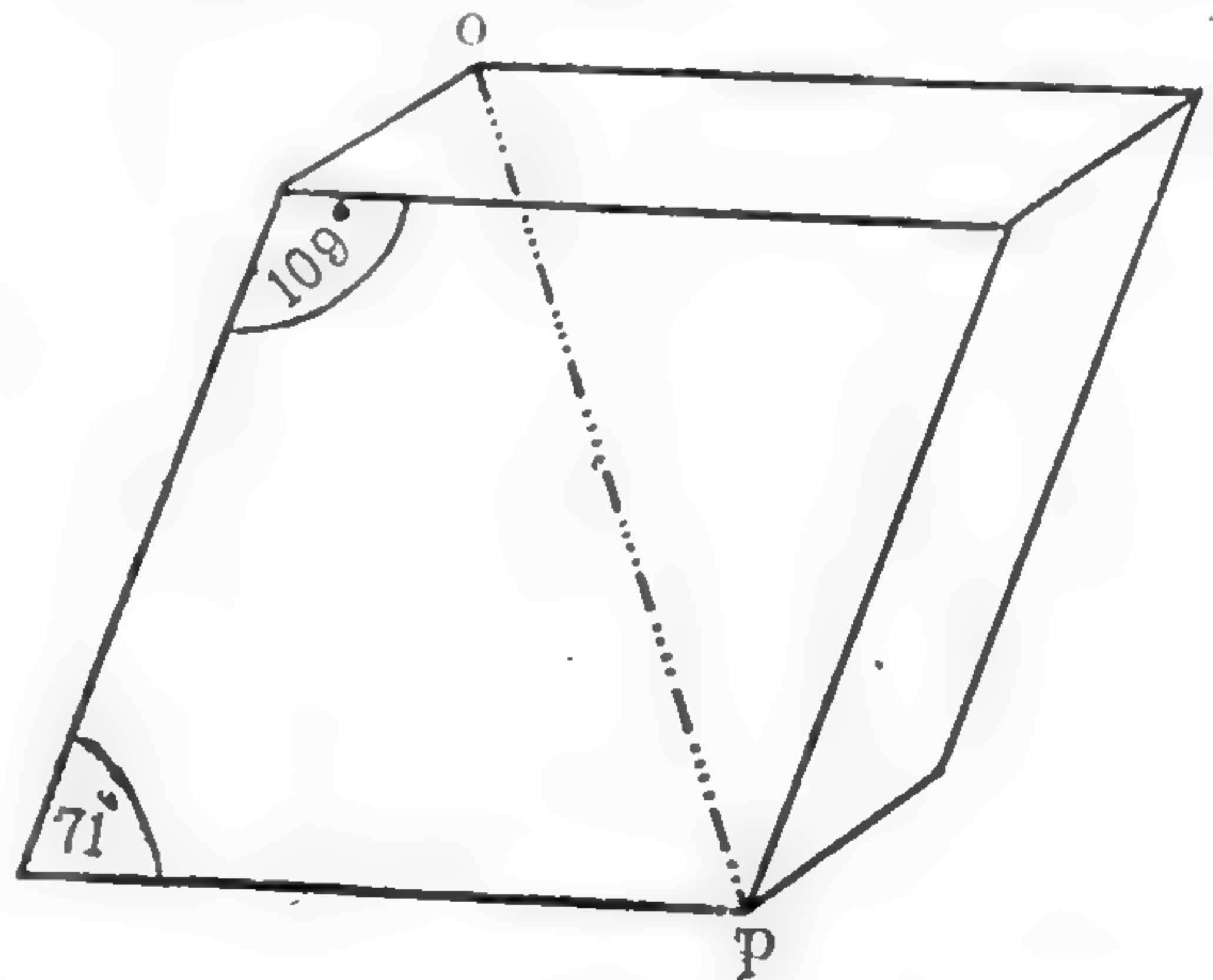
పడిన కిరణముయొక్క దిశలో ఉన్నట్లు కనిపించును. (2వ చిత్రములో) రెండవది పై చెప్పిన రాంబో హెడ్రన్ తలపు అల్పతరకర్ణదిశలో కొంచెము మళ్లి కనిపించును.



2 వ చిత్రము

రాంబో హెడ్రన్ తలమునకు లంబముగా ఉండు అక్షము (అనగా, స్ఫటికము పై పడిన కిరణముయొక్క పతనదిశలో ఉన్న అక్షము) పై స్ఫటికమును కాగితముపై చేతితో

త్రిప్పిన, 'O' అను బింబము స్థిరముగాఉండి. 'e' అనునది దీనిచుట్టు తిరుగును. ఈతిరుగుటలో 'e' అను ప్రతిబింబము అల్పతరకర్ణమును అంటిపెట్టుకొనియే యుండును. ఈ



3 వ చిత్రము

ఖటిక (కాల్ సైట్) స్ఫటికముయొక్క చాచుపాడము

ఋజురేఖ 3 వ చిత్రములో చూపినట్లు స్ఫటికముయొక్క పరస్పరము అభిముఖముగాఉన్న రెండువివృతకోణములను కలుపురేఖ. ఈఋజురేఖకు చాచుపాడమనికూడ పేరు గలదు.

OP అను చాచుపాడపుదిశకు భిన్నముగా స్ఫటికతలమును లంబదిశలో ప్రవేశించు R అను కిరణము ఎట్లు రెండు ఘటకములుగా చీలియున్నదో 4 వ చిత్రము చూచిన తెలియనగును (చూ. పు. 424).

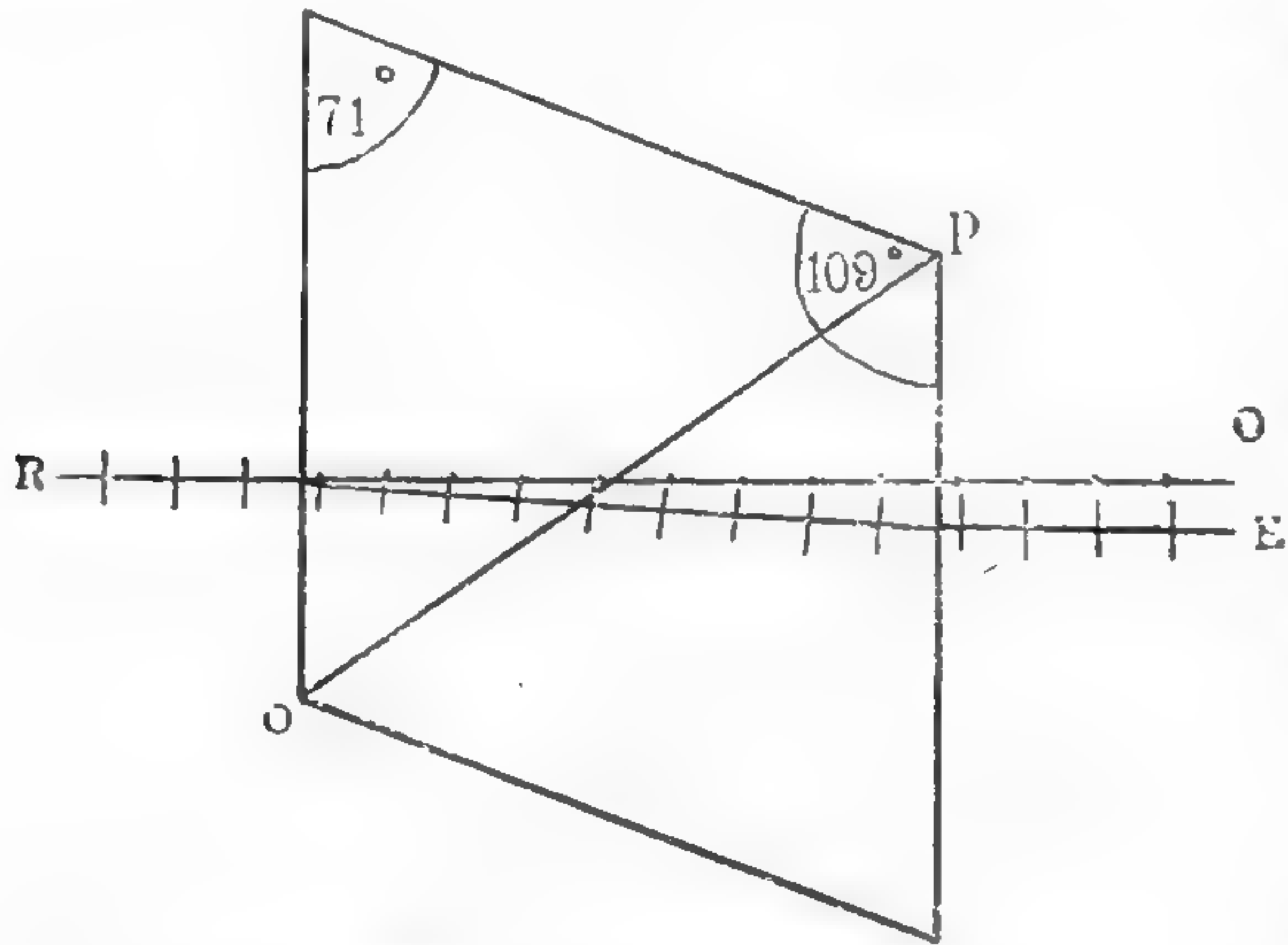
చీలినకిరణములలో RO అనునది సాధారణకిరణము, R E అనునది అసాధారణకిరణము. పైకివచ్చిన ఈ రెండు కిరణములు ధ్రువితమై ఉండునని హైగెన్స్ 1690 లో గుర్తించెను. అసాధారణ కిరణధ్రువనతలము చాచుపాడమును, పతనకిరణమును ఇముడ్చుకొన్న తలమునకు



## ధనకిరణము

సమానాంతరముగా ఉండును (చూ. ధ్రువీకరణము); రెండవదాని ధ్రువనతలము దీనికి లంబముగా ఉండును.

అసాధారణకిరణముయొక్క భౌతికధర్మములు కూడ అసాధారణముగా ఉండును. స్ఫటికమువంటి యానక



4 వ చిత్రము. ఖటిక (కాల్ సైట్) స్ఫటికముగుండా పోవుచున్న సాధారణ, అసాధారణ కిరణములు

ములో ప్రసరించు సాధారణకిరణముయొక్క వక్రీభవన గుణకము దాని పతనకోణమును పట్టి ఉండదు. అనగా, పతనకోణము ఏ మూల్యమును తీసికొన్నను పతనకోణజ్యా అను నిష్పత్తి ఎప్పుడును స్థిరముగా వక్రీభవనకోణజ్యా ఉండుటకు వీలగునట్లుగా వక్రీభవనకోణము ఉండును. అసాధారణ కిరణమునకు అట్లుగాక, వక్రీభవనగుణకము పతనకోణముతో మారుచుండును. అదికాక, స్ఫటికశరీరములో అసాధారణకిరణవేగము, సాధారణకిరణవేగము కన్న హెచ్చని ప్రయోగమువలన చూపించవచ్చును.

తెల్లనికాగితముపై నున్న చుక్కను నాల్గవచిత్రములో చూపినట్లు స్ఫటికముగుండ నిరీక్షించిన, సాధారణప్రతిబింబము మనకంటికి దగ్గరగాను, అసాధారణప్రతిబింబము దూరముగాను ఉన్నట్లును కనిపించును. దీనివలన సాధారణ కిరణపు వక్రీభవనగుణకము రెండవదానికన్న హెచ్చని స్పష్టము. అనగా, అసాధారణకిరణవేగము సాధారణ కిరణవేగముకన్న హెచ్చు.

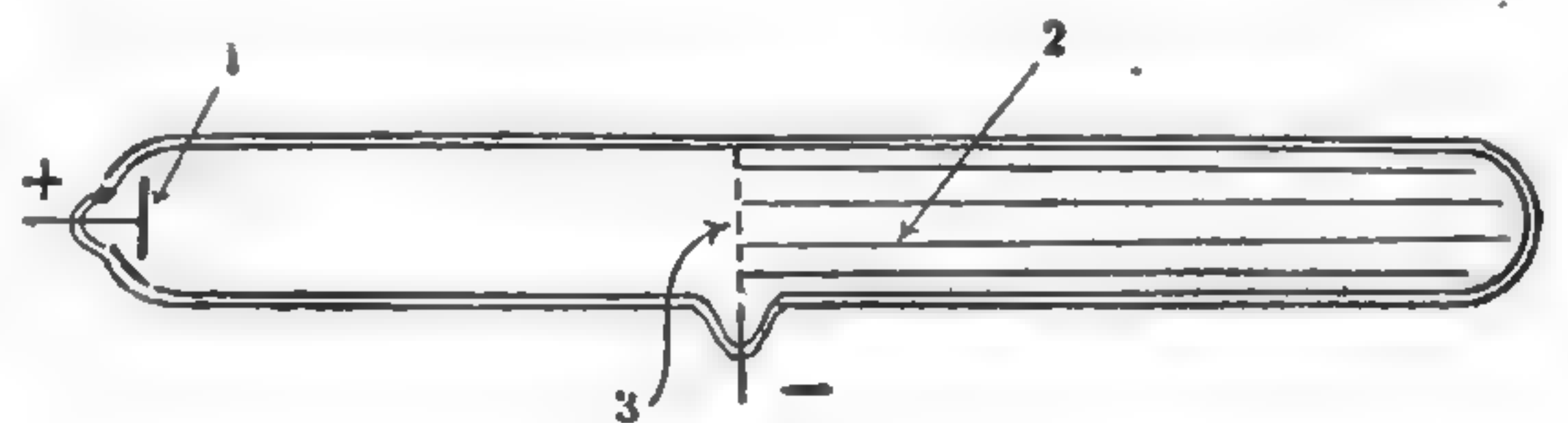
ఐస్‌లాండ్ స్పార్ స్ఫటికమునకు ఈ రెండువక్రీభవనగుణకములును క్రిందివిధముగ ఉన్నవి :

$$\left. \begin{array}{l} \text{సాధారణకిరణ} \\ \text{వక్రీభవనగుణకము} \end{array} \right\} n_o = 1.658$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{అసాధారణకిరణ} \\ \text{వక్రీభవనగుణకము} \end{array} \right\} n_c = 1.486$$

ఐస్‌లాండ్ స్పార్ యొక్క ద్వివక్రీకరణ సామర్థ్యము కాంతి ధ్రువీభవనవిస్తారమును నిర్ధరించుటకై 'నికల్' అను చాడుష పరికరమును నిర్మించుటలో వినియోక్తమైనది (చూ. నికల్). ఐస్‌లాండ్ స్పార్ అను కాల్ సైట్ స్ఫటికమేకాక, ఇంకను అనేక స్ఫటికములు కాంతికిరణములను ద్వివక్రీభూతములుగా చేయగలవు, పెట్రాగోనల్, హెక్సాగోనల్, రాంబిక్ మోనోక్లినిక్ సద్ధతులకు చెందిన స్ఫటికములన్నియు ఈ సంఘటనను చూపగలవు. అయినను, కాల్ సైట్ స్ఫటికమునకు ఉన్నంత ద్వివక్రీకరణసామర్థ్యము తక్కిన స్ఫటికములకు లేదు. ఈ స్ఫటికములన్నిటిలోను, ద్వివక్రీభవనసంఘటన సంభవించనిదిక ఒకటి ఉండును. అది స్ఫటికముయొక్క చాడుషాక్షము లేదా ప్రధానాక్షపుదిశ. మే. వ. న.

**ధనకిరణము (పోజిటివ్ రే) :** ద్రవ్యపరమాణువులన్నింటను ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నవనియును, ఈ ఎలక్ట్రాన్లు ఋణవిద్యుదావిష్టములనియును, తెలిసినతరువాత మొత్తముమీద ఆవేశరహితమగు పరమాణువునందు ఎలక్ట్రాన్ ఋణావేశమును రద్దుచేయగలుగు ధనావేశముకూడ ఉండవలెనను ఊహ తట్టకమానదు. 1886 లో 'గోర్డ్‌స్టెయిన్' అను జర్మనువిజ్ఞాని ఒకగొట్టముమధ్యగా అతుకబడిన ధాతు బిళ్ళకు కన్నము పొడిచి, గొట్టమునుండి గాలినితీసివేసి ధాతు బిళ్ళను ఋణాగ్రముగా చేసినప్పుడు ఆ బిళ్ళలో నున్న కన్నముగుండా ఋణకిరణమార్గమునకు విరుద్ధమార్గ



ధనకిరణనాళము

1. ధనాగ్రము; 2. ధనకిరణములు;
3. కన్నములుగల ఋణాగ్రము.

ములో పయనించుకిరణములు కొన్ని బిళ్ళవెనుకకు కనిపించును. ఈ కిరణములు ఋణాగ్రమునందు నిర్మించిన కాలువలద్వారా ఋణాగ్రమువెనుకకు వచ్చినవి గనుక, వీటికి 'కుల్యాకిరణములు' అని మొదటిపేరు. ఇట్టి కిరణములు ధనాగ్రమునుండికూడ ఉద్భవించునని తెలిసినది, అందుచే, వీటికి 'ధనకిరణము' అని పేరు వచ్చినది. కుల్యాకిరణములకును, ధనాగ్రకిరణములకును భేదము ఏమియును లేదు. విద్యుత్ షేత్రములో ఈ కిరణములు విచలనమునుపొందు దిక్కును పరిశీలించిన అవి ధనావిష్టములు అయినట్లు విశదమగును. ఇవి ధనావిష్టములగుటచేకూడ, తామ్సన్ వాటికి ధనకిరణములని పేరిడినాడు. తరువాత వీటి



ఆవేశద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి (e/m)ను కనుగొనుటలో ఈ నిష్పత్తి ఎలక్ట్రాన్లకన్న చాలతక్కువగా ఉన్నట్లు తెల్లమైనది; ద్రావణములో ఉన్న హైడ్రోజన్ అయన్ కు గల నిష్పత్తికన్న తక్కువనిష్పత్తి కలవనికూడా తెలిసినది. ఎలక్ట్రాన్మీదనున్న ఆవేశము యూనిట్ అని అనుకొనినచో ఈ ధనకణములమీదనున్న ఆవేశము యూనిట్ కు గుణిజముగా ఉన్నట్లు తోచును. అందుచే ఈ ధనకణముల ద్రవ్యరాశి ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశికన్న చాల అధికముగా ఉండవలెను. గాలిఉన్న ఉత్సర్గనాళములో ఈ ధనకీరణములు ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ ప్రత్యేకాణువులని వీటి ద్రవ్యరాశి పరీక్షవలన తెలిసినది. తరువాత పరీక్షలన వలన ఉత్సర్గనాళములో జొన్చిన వాయుస్వభావమును బట్టి ఈ ధనకీరణముల స్వభావముకూడ మారుచుండునని తెలియవచ్చినది.

విరుద్ధావేశమును కలిగిఉండుటయందేకాక, ధనకీరణములు మరిరెండు అంశలలోకూడా ఎలక్ట్రాన్లకన్న భిన్నముగా ఉన్నవి అందు మొదటిది: ధనకీరణములలో కణములు ప్రత్యక్షముగా పరమాణువులుకాని, అణువులుకాని కావచ్చును. వీటికి భిన్నమగు ఋణకీరణములలో ఉన్న కణములు చాలచులక నైనవి; హైడ్రోజన్ పరమాణువు కన్నను 1850 రెట్లు తేలికయైనవి. రెండవది: ఉత్సర్గనాళములో వాయువు ఏదైనను అందు అగపడు ఎలక్ట్రాన్ల స్వభావము ఒక్కటే. కాని, ధనకణములు ఉత్సర్గనాళమందున్న వాయువుయొక్క అణువులో, పరమాణువులో అగుటవలన ధనకణములు ఆ వాయుస్వభావమునుబట్టి ఉండుననుట వ్యక్తము. జె. భి.

ధాతు, అధాతు గుణతారతమ్యములు: చూ. మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము.

ధాతుకార్బన్ యోగికములు: చూ. కార్బన్ ధాతు యోగికములు - పు. 282.

ధాతుమిశ్రములు-I: ధాతువుల కూడికకు 'ధాతు మిశ్ర' (ఎల్లొయ్) మని పేరు. ధాతుమిశ్రములో రెండుగాని ఎక్కువగాని ధాతువులు ఉండవచ్చును. రెండు ధాతువులుగల మిశ్రమునకు ద్విధాతుక మిశ్రము అనియు, మూడింటియొక్క కూడికకు త్రిధాతుక మిశ్రము అనియు పేర్లు. ఇంకను అధిక ధాతుసంఖ్యగల మిశ్రములుకూడ కలవు. కాని రెండు లేదా మూడు ధాతువులు ఉన్న మిశ్రములు ముఖ్యములు. మిశ్రమందలిధాతువులలో ఒకటి పాదరసమైనచో ఆమిశ్రమునకు 'రసమిశ్రము' (అమర్గమ్) అని పేరు.

ఈ ధాతుమిశ్రములలో ధాతువులు మూడు అవస్థలలో ఉండవచ్చును. రాసాయనికముగా కలియకుండ ధాతువు

ఒకదానిప్రక్క.నొకటి తటస్థముగా ఉండవచ్చును; లేదా ద్రావణస్థితినుండి మిశ్రస్ఫటికముగా ఘనీభవించవచ్చును; లేదా యోగికములక్రింద మారవచ్చును. ఒకప్పుడు ఈ మూడు అవస్థలును ఒకే మిశ్రములో సంభవింపవచ్చును. చిరకాలమునుండి ఈ ధాతుమిశ్రములు వాడుకలో ఉన్నను, 50 సం॥ క్రిందటివరకును వీటి స్వభావమును గురించి ఏమియు తెలియదు. రోజ్ బామ్, లిషాట్ లియర్ ల పూర్వాన్వేషణలను ఆధారము చేసికొని గుస్టావ్ తమ్మన్ అను డచ్ శాస్త్రజ్ఞుని కృషిఫలితముగా ధాతుమిశ్రముల సమగ్ర స్వభావనిరూపణము వీలైనది. చూచుటకు మిశ్రములోని ప్రత్యేక ధాతువుల అవస్థ సాధారణముగా గోచరము కాదు. అవి ఎట్లున్నవో తెలిసికొనుటకు సూక్ష్మదర్శని అత్యావశ్యకము. ధాతువులు కలియ కరగించినపుడు యోగికములు ఏర్పడినదీ, లేనిదీ, గుర్తించుటకు విశిష్ట పద్ధతులు ఎట్టివో తెలిసికొనుట ఆవశ్యము. మిశ్రములోని ధాతువులస్థితిని గుర్తెరుంగుటకు కేవలము పరిమాణాత్మక విశ్లేషణము సహాయపడదు. ఇందుకు తాపవిశ్లేషణపద్ధతి ఉత్కృష్టమైనది. (చూ. తాపవిశ్లేషణ - పు. 381). సూక్ష్మదర్శని ప్రయోగమునకు తోడుగా తాపవిశ్లేషణ పద్ధతిని ఉపయోగించుటవలన ధాతుమిశ్రముల శాస్త్రీయ పరీక్ష సాధ్యమైనది. అప్పటికిని ధాతుమిశ్ర స్వభావజ్ఞానము ఇంకను పాల్యావస్థలో ఉన్నదనియే చెప్పవచ్చును. పలన అన్వేషణాపద్ధతు లింకను రెండుకన్న ఎక్కువ ధాతువుల మిశ్రములను పరీక్షించుటకు సమర్థములు కాకున్నవి.

ధాతుమిశ్రముల చేయుపద్ధతులు: 1. విడి ధాతువులను కలిపి కరగించుట - ఉదా: ఇత్తడి, కంచు మొదలైనవి తయారగును; 2. ధాతుయోగికముల మిశ్రద్రావణము నుండి విద్యుత్కీరణ విధానమున ధాతుమిశ్రమును ఋణ ధ్రువముపై నిక్షేపించుట: జింకు, కాపర్ సల్ఫేట్ ల మిశ్ర ద్రావణమునుండి జింకు, రాగిమిశ్రమగు ఇత్తడిని ఈ పద్ధతిని తయారుచేయుదురు; 3. ఇంకొక ధాతువును ఒక ధాతు ఆక్సైడ్ తో కలిపి ఆక్సిహరించుట: ఐరన్ ఆక్సైడ్ ను టంగ్ స్టన్ ధాతువుతో చేర్చి ఎలక్ట్రిక్ కొలిమిలో ఆక్సిహరించుటవలన ఇనుము-టంగ్ స్టన్ ధాతుమిశ్రము ఏర్పడును. ఈ మిశ్రము పనిముట్లకు ఉపయోగించు టంగ్ స్టన్ ఉక్కు తయారుచేయుటలో వాడుకలో ఉన్నది, 4. ధాతు చూర్ణములను కలిపి, గట్టిగా అదిమి ద్రవీభవించువరకు వేడి చేయుట: (చూ. టంగ్ స్టన్ - పు. 343) ఇది చాల నవీన పద్ధతి. రెండు ధాతువులు ద్రవావస్థలో పరస్పర మిశ్రణీయములు కాకపోయినను ఈ పద్ధతిని వినియోగించి ధాతుమిశ్రముల తయారు చేయవచ్చును. వెండి, నికెల్



## ధాతుమిశ్రములు - II

ద్రవావస్థలో ఒకదానితో ఒకటి కలియవు. అట్టిచో ద్రవీకరణపద్ధతి ధాతుమిశ్ర నిర్మాణమునకు ఉపయోగించదు. ఈ రెండు ధాతువుల చూర్ణములను కావలసిన నిష్పత్తిలో కలిపి, వలయు అచ్చులలోపోసి, అదిమి, వెండియొక్క ద్రవీభవన తాపక్రమమువరకు వేడిచేసినచో ధాతుమిశ్రము ఏర్పడును. ఈ ధాతుమిశ్రములు విద్యుత్ ప్రవాహమార్గ విచ్ఛేదకములందలి స్పర్శబిందువులుగా ఉపయోగపడుచున్నవి.

శుద్ధధాతువులకన్న ధాతుమిశ్రముల ఉపయోగములు అధికములు. శుద్ధధాతువులకు లేనిగుణములు కొన్ని ధాతుమిశ్రములయందు అగపడును. ఉదాహరణమునకు సాధారణముగా శుద్ధధాతువు ఆప్లముల సంస్కరమున రాసాయనికముగా మారును.

నిత్యకృత్యములో వాడెడి అల్యూమినియము పాత్రలు ఆప్లముల చేరికచేత చిల్లులుపడును. పులుసువలన రాగి కిలుముడిగును. ఆ రాగిని తగరముతో కలిపినచో ఆప్లములచే ఏమాత్రము కిలుమూరని కంచుగా తయారగును. ఇట్లే సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్కు, నైట్రిక్ ఆసిడ్నకుకూడ లొంగని ధాతుమిశ్రములు అనేకములు కలవు.

శుద్ధధాతువులకు లేని గట్టితనము, బలము ధాతుమిశ్రములకు ఉండును. మాలిన్యములేని ఇనుము చాల మెత్తని ధాతువు కట్టడములకుపనికిరాదు. దానినేబొగ్గుతోను, ఇతర ధాతువులతోను మిశ్రముచేసినచో అత్యంత ఉపకారకములైన వివిధ స్వభావములుగల ఉక్కులు తయారగును.

అల్యూమినియము చాల మెత్తని ధాతువు. ద్యూరాల్యూమిన్ అను ధాతుమిశ్రము కొంచెము ఇంచు మించుగా ఉక్కుయొక్క దార్ధ్యముకలది. వాయువిమాన చక్రము యొక్క భాగముల నిర్మించుటకు వాడుదురు.

ఆల్మికో అను ధాతుమిశ్రము అల్యూమినియము, ఇనుము, నికెల్, కోబాల్ట్ కూర్పు. దీని అయస్కాంత ఆకర్షణబలము ఇనుముకన్నను ఎక్కువ. ఇది దానికన్న అరువదిరెట్లు భారమును పైకెత్తగలదు. ఇటులనే విచిత్రగుణములుగల ధాతుమిశ్రములు అనేకములు ఉన్నవి. ధాతుమిశ్రముల ఉపయోగ్య గుణసంపదచే ప్రస్తుత కాలమున శుద్ధధాతువుల వాడుక బొత్తిగా తగ్గినదని చెప్పవచ్చును. మే. వ. న.

**ధాతుమిశ్రములు-II:** ధాతు మిశ్రములను స్థూలముగా రెండు తరగతులుగా విభజింపవచ్చును. 1. ఆయన ధాతుమిశ్రములు (ఫెర్రస్ ఎల్లోయ్స్) (చూ. ఇనుము - ధాతుమిశ్రములు పు. 208) 2. అనాయన ధాతుమిశ్రములు (నాన్ ఫెర్రస్ ఎల్లోయ్స్).

ఇనుము, ఉక్కు, వీటి అనేక ధాతుమిశ్రములు యాంత్రికరచనయందేమి, గృహోపకరణ నిర్మాణమందేమి ప్రాధాన్యమును వహించినవి. కాని, లఘుత్వము, అరుగుదల లేకుండుట, దార్ధ్యము, ఏకద్రవ్యమందు కలసియుండవలసినప్పుడు, అనాయన ధాతుమిశ్రములే ప్రధానములు. ఈ ధాతుమిశ్రములలో మొదటితరగతివాటిలోలేని కొన్ని ఉపయక్తగుణములు కలవు. ఇవి వేడికి సులభముగా కరుగును. వీటిని అచ్చులలో తీర్చి పోయుట సులభము; అదికాక అనేకములగు తాపసంస్కారములకు వశ్యములగును; గాలిలో చెడవు. ఈ కారణములచేత అనాయన ధాతుమిశ్రములు ప్రాముఖ్యములోనికి వచ్చినవి.

ఈ మిశ్రములలో ముఖ్యముగా ఉండు ధాతువులు రాగి, తగరము, సీసము, అల్యూమినియము, నికెల్, జింకు. అవి, ఆయాధాతువులను కలిపి కరగించినచో తయారగును. కరిగించినపుడు ధాతువులు ఆక్సీకరణమునకు పాల్పడకుండ కడుజాగరూకతతో తాపక్రమము మొదలగు పరిస్థితులు నియంత్రించవలెను.

**ఇత్తడిరకములు - తామ్రధాతు మిశ్రములు:** రాగి, జింకు కలిసి ఇత్తడి మిశ్రములగును. ధాతువులపాళ్ళు వేరు చేయుటవలన వివిధ పసుపుచాయలుగల అనేక ఇత్తడి భేదములు తయారగును. సాధారణ ఇత్తడియందు 70% రాగి, తక్కినపాళ్ళు జింకు కలవు. ఈ మిశ్రము యంత్ర నిర్మాణమునకు, కడ్డీలు, గొట్టములు, రేకులు, తీగలు మొదలైన రూపములలో పనికివచ్చును. నగలకు పనికివచ్చు ఇత్తడిలో రాగిభాగము పాచుగాఉండును. అట్టి ఇత్తడి యంత్రభాగరచనకు తగిన దార్ధ్యముకలది కాదు. రాగి, జింకుకుతోడు మరియొక ధాతువు కలిపినచో మిశ్రము మిక్కిలి బలముకలది అగును. ఇనుము, మాంగనీస్ లేదా అల్యూమినియము 5% ఉన్న ఇత్తడి చాలబలము కలదియై యంత్రరచనకు పనికివచ్చును. ఇట్టి ఇత్తడి రకములకు తీగసాగు ఇత్తడులు అనిపేరు.

ఇత్తడికి కొంచెము తగరము కలిపినప్పుడు ఆ మిశ్రము నకు కొన్ని విశేషగుణములు ఆవిర్భవించును. ఇందులో ముఖ్యమైనగుణము గాలిలోను, ఉప్పునీటిలోను వికారమును చెందకుండుట. నౌకానిర్మాణమందు వాడెడు ఇత్తడిలో 60% రాగి, 39% జింకు, 1% తగరము మిశితమై ఉండును.

**కంచురకములు:** రాగిని తగరముతో కలిపి కంచు తయారుచేయుదురు. కంచు ఇత్తడికన్న చాల మన్నికగలిగి, గాలిలో మార్పుచెందని బలవత్తరమైన మిశ్రము. సాధారణముగా కంచునందు 90% రాగియును, 10% తగ



రముయును ఉండును. పాశ్యనుమార్చి తక్కిన ధాతువులను కొంచెముగా కలిపినచో పలువిధములగు కంచులు ఏర్పడును.

ఫిరంగిధాతువు : దీనిని గన్ మెటల్ అనికూడ అందురు. కొంచెముగా జింకు కలిపిన కంచు ; మునుపు ఈ మిశ్రమును ఫిరంగులను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించుచుండెడివారు. అందుచే ఈ పేరు ఈ మిశ్రమునకు వచ్చినది. ఇందు 9.5% - 10.5% తగరము. 1.5% - 2.5% జింకు, తక్కినది రాగి కలవు.

కొన్ని కంచులలో 0.4% - 0.6% వరకు భాస్వరము కూడ కలిసి ఉండును. తయారగుచున్నపుడు మిశ్రములోని ధాతువులు ఆక్సికరించబడకుండ భాస్వరము కాపాడును. అందుచే ఈ మిశ్రము మూసలలో పోతకు మిక్కిలి ఉపయోగము. వీటికి భాస్వరకాంస్యములు (ఫాస్ఫర్ ట్రాన్జెస్) అని పేరు.

ఘంటాధాతువు : 'దీనిని బెల్ మెటల్' అందురు. ఈ మిశ్రమునకు మంచి ధ్వనించు గుణము కలదు. ఇందులో 20% తగరము, తక్కినది రాగిఉండును. 90% రాగి, 10% అల్యూమినియము కల ధాతుమిశ్రము బంగారుఛాయ కలిగిఉండును. దీనిని చౌకనగలకును, చూర్ణరూపమున వైపూతలకును వాడుదురు. దీనికి అల్యూమినియము కంచు అని పేరు.

ఇత్తడితో నికెల్ ను చేర్చినప్పుడు వెండివంటి తెల్లని జర్మను నిల్వర్ మిశ్రము తయారగును. ఇందులో 64% రాగి, 16% జింకు, 18% నికెల్ కలవు.

మోనెల్ ధాతువు అను పేరుగల రాగి, నికెల్ మిశ్రము ; రాగి 90%, నికెల్ 10%, కొంచెము ఇనుము, మాంగనీస్ కలది ; ఇది జ్వరములకు లొంగదు. అందుచే ఈ మిశ్రముతో పారిశ్రామికోపకరణములను తయారు చేయుదురు.

అల్యూమినియము మిశ్రములు : ఇటీవల అనేకోపకరణములలో ఇనుమునకుబదులు అల్యూమినియము ఉపయోగపడుచున్నది. యంత్రభాగరచనలో ఈ ధాతువునకు గొప్ప భవిష్యత్తు కలదని యాంత్రికుల నిశ్చయాభిప్రాయము.

మగ్నీలియము : మగ్నీషియమ్ - అల్యూమినియము మిశ్రము (అల్యూమినియము 90% + మగ్నీషియమ్ 1.75%, రాగి 1.75%, ఇనుము 0.4%-1%). చాల తేలికైనట్టి దార్ఢ్యముగల మిశ్రము. యాంత్రిక మిశ్రముక్రింద చాల వాడుకలోఉన్నది ; రాసాయనికతులాయంత్రముల దండములను, పాత్రలను చేయుటలో ఉపయోగించుదురు. 'డ్యూరాల్యూమిన్' అని వ్యావహారిక నామముకల పలు రకముల అల్యూమినియము మిశ్రములు విమానములను,

మోటారుబండ్ల బాడీలను తయారుచేయుటలో వనికి వచ్చుచున్నవి.

'ఆల్ క్లాడ్' అను పేరుగల మిశ్రము భూవిమానములు, నీటివిమానములు తయారుచేయుటలో వాడుకలో ఉన్నది. శుద్ధ అల్యూమినియము రేకుపైని డ్యూరాల్యూమిన్ మిశ్రమును ఒత్తిడితో అదిమినప్పుడు ఇది తయారగును.

7 - మిశ్రము : తక్కిన అల్యూమినియము మిశ్రముల కన్న ఊయమును ఎక్కువగా నిరోధించగల మిశ్రము. దీని సంఘట్టనము : 3.5% - 4.5% రాగి, 1.8% - 2.8% నికెల్, 1.2% - 1.8% మగ్నీషియమ్, 1% - 1.5% ఇనుము, 0.2% టైటానియమ్, 1.3% సిలికన్, మిగిలినది అల్యూమినియము.

మాజిక్ ధాతు మిశ్రము : జింకు, అల్యూమినియము, మగ్నీషియమ్ గల మిశ్రము ; మూసపనికి చాలప్రశస్తము.

శ్వేతధాతువులు (ఘర్షణనిరోధక ధాతువులు) : వీటిలో రెండుతరగతులు. 1. వంగాధారక లేదా వంగ ప్రధాన మిశ్రములు. 2. సీసప్రధాన మిశ్రములు. సీసము 23%-0.1%, తగరము 59% - 83%, ఆంటిమోని 12%-11%, రాగి 6% మొదటిరకపుమిశ్రముల సంఘట్టనములు. సీసము 80%, తగరము 6%, ఆంటిమోని 13%, రాగి 1% రెండవరకపుమిశ్రముల సంఘట్టనములు. వీటి పేరుకు తగినటుల ఇవి యంత్రములయిరుసులపై ఘర్షణ తగ్గించి యంత్రము సులువుగా తిరుగునట్లు చేయును. జింకు ప్రధానముగాగల ఘర్షణనిరోధమిశ్రములుకూడ వాడుకలో ఉన్నవి. జింకు 64.5%, తగరము 30%, రాగి 5.5%.

చైపుధాతుమిశ్రములు (అచ్చుతైపుధాతుమిశ్రములు) : ఇవి ముద్రణమునందు ఉపయోగించు అక్షరసముదాయమును నిర్మించుటలో ఉపయోగపడుచున్నవి. వీటి విశిష్టగుణములు సులభద్రవణీయత, అచ్చులలో పోతపోసి చల్లార్చినపుడు విస్తరించి అచ్చుసూక్ష్మభాగములలోనికి కూడపోయి అచ్చుయొక్క నిజాకారమును దాల్చుట.

ఇట్టి కొన్నిమిశ్రముల శాతసంఘట్టనము :

|          | సాధారణ ధాతువు | రెడితైపు మెటల్ | లిసోతైపు మెటల్ | స్టీరియోతైపు మెటల్ |
|----------|---------------|----------------|----------------|--------------------|
| సీసము    | 70            | 57.4           | 79.1           | 78.8               |
| తగరము    | 10            | 16.5           | 5.5            | 5.3                |
| ఆంటిమోని | 18            | 25.9           | 15.1           | 15.6               |
| రాగి     | 2             | 0.1            | 0.2            | 0.2                |

సోల్డర్ మిశ్రములు (టంకమిశ్రములు) : ఇవి రెండు ధాతువులను అతుకుటకు ఉపయోగించు మిశ్రములు.



## ధ్రువీకరణము

ఇవి కూడ సులభముగా కొలిమిలో కరుగు స్వభావము కలవి.

ఇవి సాధారణముగా సీసవంగమిశ్రములు. తగరము పాలు పోయినకొలది, టంకమిశ్రముగుణము వేరగుచు, పలువిధముల పనికివచ్చు టంకమిశ్రములు ఏర్పడును. కేవల వంగసీసమిశ్రములు మృదుటంకమిశ్రములు. రాగి, వెండి మొదలయిన ధాతువులను అతుకుటకు విశిష్ట గుణములుకల టంకమిశ్రములు వాడుకలో ఉన్నవి. ఇందు సీసము, వంగము కాక, కాడ్మియమ్, బిస్మత్తు ధాతువులు కూడ కలిసి ఉండును.

ఇవికాక విద్యుత్ ప్రవాహమునకు పనికివచ్చు వివిధములగు మిశ్రములు కలవు. నైక్రోమ్, కాన్ స్టెంటాన్, మాంగనీస్, పీటికి విద్యున్నిరోధకగుణము చాలపొచ్చు. ఇంతియేకాక విద్యుత్ ప్రవాహమువలన జనించు వేడిమికి అంతగా తీగ సాగదు. అందుచే పీటిని విద్యున్నిరోధకసాధనములను తయారుచేయుటకు ఉపయోగింతురు.

ప్లాటినమ్, ఇరిడియమ్ మిశ్రములను మాగ్నెటోయందలి స్పర్శబిందువులు (కాంటాక్ట్ పాయింట్ లు) గా వాడుదురు. అదికాక ఫౌంటెన్ పెన్నుల పాళీమొనలకు పాళీ వేగముగా అరుగకుండుటకు అంటించుదురు.

సైట్రైట్ : (40%-55% కోబాల్ట్, 15%-33% క్రోమియమ్, 5%-25% టంగ్ స్టెన్) చాల ఊయనిరోధకమగు మిశ్రము. ఇది శస్త్రచికిత్సోపకరణములకు, దంతములనుకట్టుటకు, ఫౌంటెన్ పెన్నుల పాళీలమొనలకు ఉపయోగపడుచున్నది.

30.8% బంగారము, 45% రాగి, 14% నికెల్, 1% క్రోమియమ్, 0.2% ప్లాటినమ్ కల మిశ్రము దంతమిశ్రముగా వాడుకయందు ఉన్నది. ఈవాడుకకు పనికివచ్చు గుణములు, ఊయించకుండుట, నిలకడ మొదలగునవి. డి. ఎస్. ఎస్.

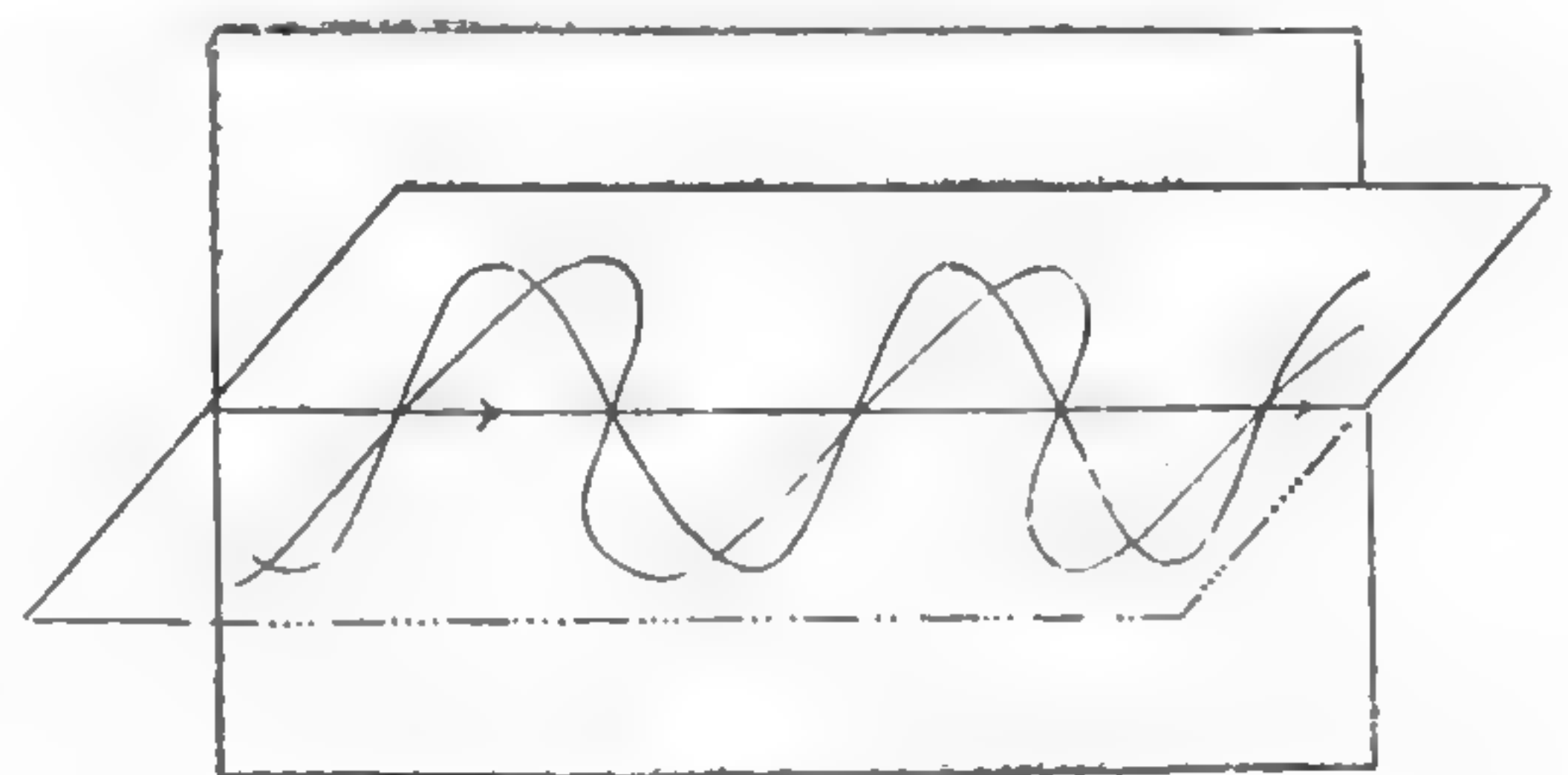
**ధ్రువీకరణము (పోలరైజేషన్) :** ఈ మాట మూడు శాస్త్రములందు మనకు తారసిల్లు చున్నది. ఈ మూడు చోట్ల వేరువేరు అర్థములలో ఇది అగపడుచున్నది.

భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రమున, అణువులో, ఏక గురుత్వ కేంద్రములో ఉన్న ధనఋణావేశములు బైట ఉన్న విద్యుత్ క్షేత్ర ప్రభావమున వేరుపడి ఆ అణువులు ద్విధ్రువకములగుటకు 'ధ్రువీకరణము' అని పేరు. విద్యుత్ శాస్త్రములో పరిమిత విద్యుత్ ప్రవాహములో పనిచేయు ఏ విద్యుత్ ఘటమునందైనను, అగ్రములమధ్యనుండు శక్త్యవ్యత్యాసము పరివర్తనీయ విద్యుచ్ఛాలక బలముకన్న, ఉత్సర్గకార్యమందు తక్కువగాను, సంగ్రహణకార్యమందు ఎక్కువగాను ఉండును. ఈ సంఘటనకు కారణము ఘటము యొక్క అంతర్నిరోధము. ఏమన ఏ విద్యుద్వాహకము

నందైనను, విద్యుత్ ప్రవాహమును నెలకొల్పవలెననిన 'IR' కు సమమగు శక్త్యవ్యత్యాసమును స్థాపించవలెను. దీనిని మనము సర్దినను, ఘటవిద్యుచ్ఛాలక బలమందు వ్యత్యాసమింకను మిగిలి ఉండును. ఈ వ్యత్యాసముకారణముగా ఘటముయొక్క కార్యదక్షత కొరవడును. పరివర్తనీయ విద్యుచ్ఛాలక బలములోని ఈ వ్యత్యాసమునకు 'ధ్రువీకరణము' అందురు. ద్రావణమందు విలీనమైన ద్రవముల ప్రసారము, ద్రవ్యములు ద్రావణములో కరుగు వేగము, అగ్రములవద్ద సంభవించున్న రాసాయనిక కార్యముల గమనవేగము, వాటి సమతాస్థితిస్థాపన, ఈ కార్యములయందు వేటిలోనైన సంభవించు మందత ధ్రువీకరణమునకు కారణమై ఉండవచ్చును.

కాంతిశాస్త్రమందు ధ్రువీకరణము : కాంతి కనపరచు మిథోఘట్టన, వివర్తన సంఘటనలు దాని తరంగస్వభావమును మనకు వ్యక్తము చేసినవి. కాంతి శబ్దమువలె అనుదైర్ఘ్యతరంగరూపము కాదనియు, తిర్యక్ తరంగరూపమే అనియు నిశ్చయపరుచునది ధ్రువీకరణము అను కాంతి యొక్క ఒక విచిత్ర సంఘటన.

కాంతి ధ్రువీకరణము కాంతియొక్క ప్రసరణము తరంగరూపమున జరుగునని కదా చెప్పియుంటిమి. ఈ తరంగములు ప్రసరణ మార్గములో ఉన్న ఏతలమందైనను జరుగవచ్చును. పటము (1)లో పరస్పరము లంబముగా ఉన్న



పటము 1

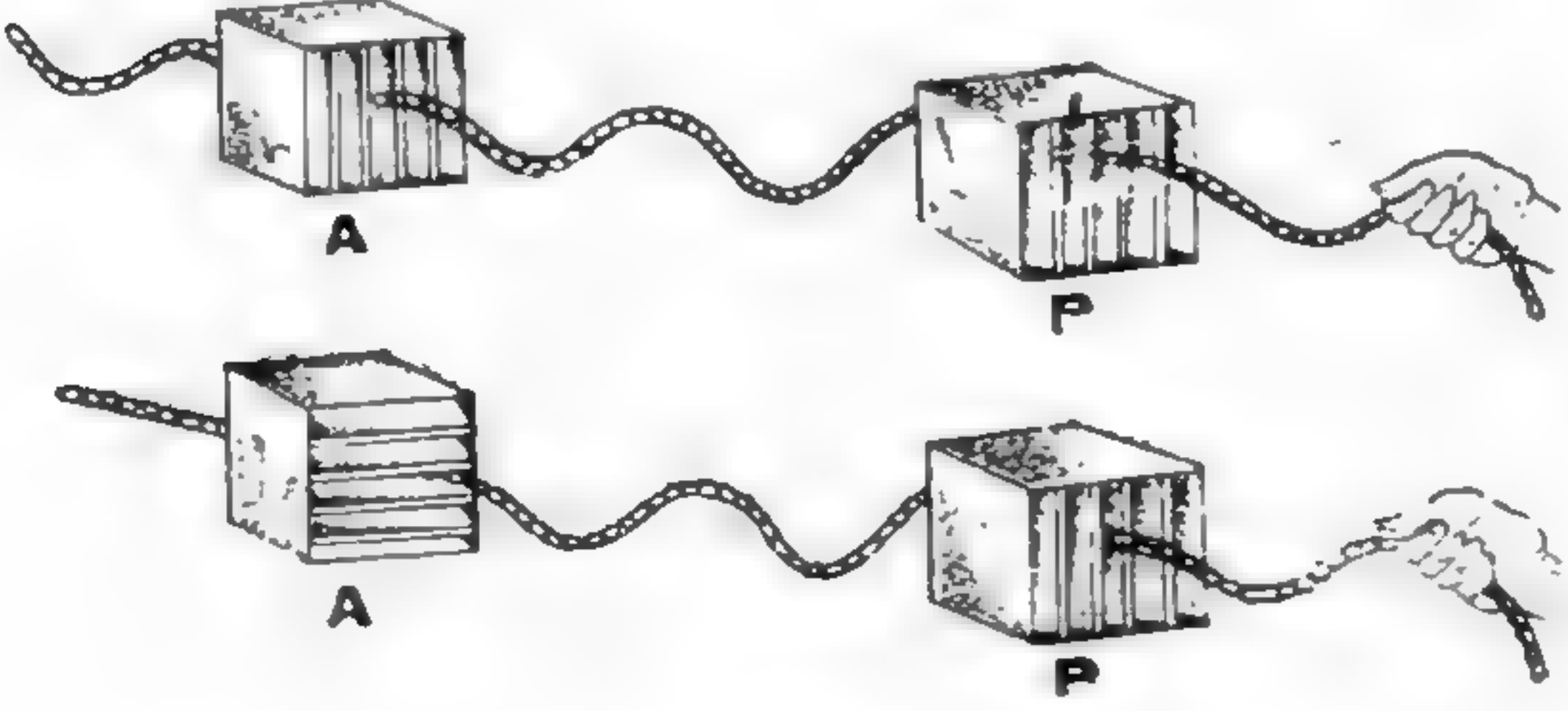
పరస్పరము లంబముగా ఉన్న ధ్రువవతలములు

రెండు తలములలో జరుగు తరంగ చలనము కననగును. ఇంతేగాక, కిరణ దిశలోనున్న అనంత సంఖ్యాకములగు తలములలో సమకాలములో తరంగచలనము జరుగవచ్చును. ఈ తరంగచలనము ఒకే తలమునకు పరిమితమై జరుగునపుడు ఆ కాంతిని ద్రువితము అనిగాని, ధ్రువీకృతము అనిగాని అందుము.

కాంతిధ్రువీకరణమును బోధపరచుకొనుటకు ఒక ప్రయోగమును కావంతము. ఆ ప్రయోగమందు ఊచలు గల రెండు కిటికీచట్రములు మనకు ఉపయోగపడును. ఊచలు ఊర్ధ్వముఖముగా ఉండునట్లు చట్రమునుఉంచి, ఆ



ఊచలలోనుండి దూర్చిన త్రాడును కదలించి, దాని యందు ఒక తిర్యక్ తరంగమును పుట్టించిన అది సులభముగా కిటికీకి ఈవలనుండి, ఆవలకు ప్రసరించునని రెండవ



పటము 2

కిటికీలగుండా తిర్యక్ తరంగప్రసరణ

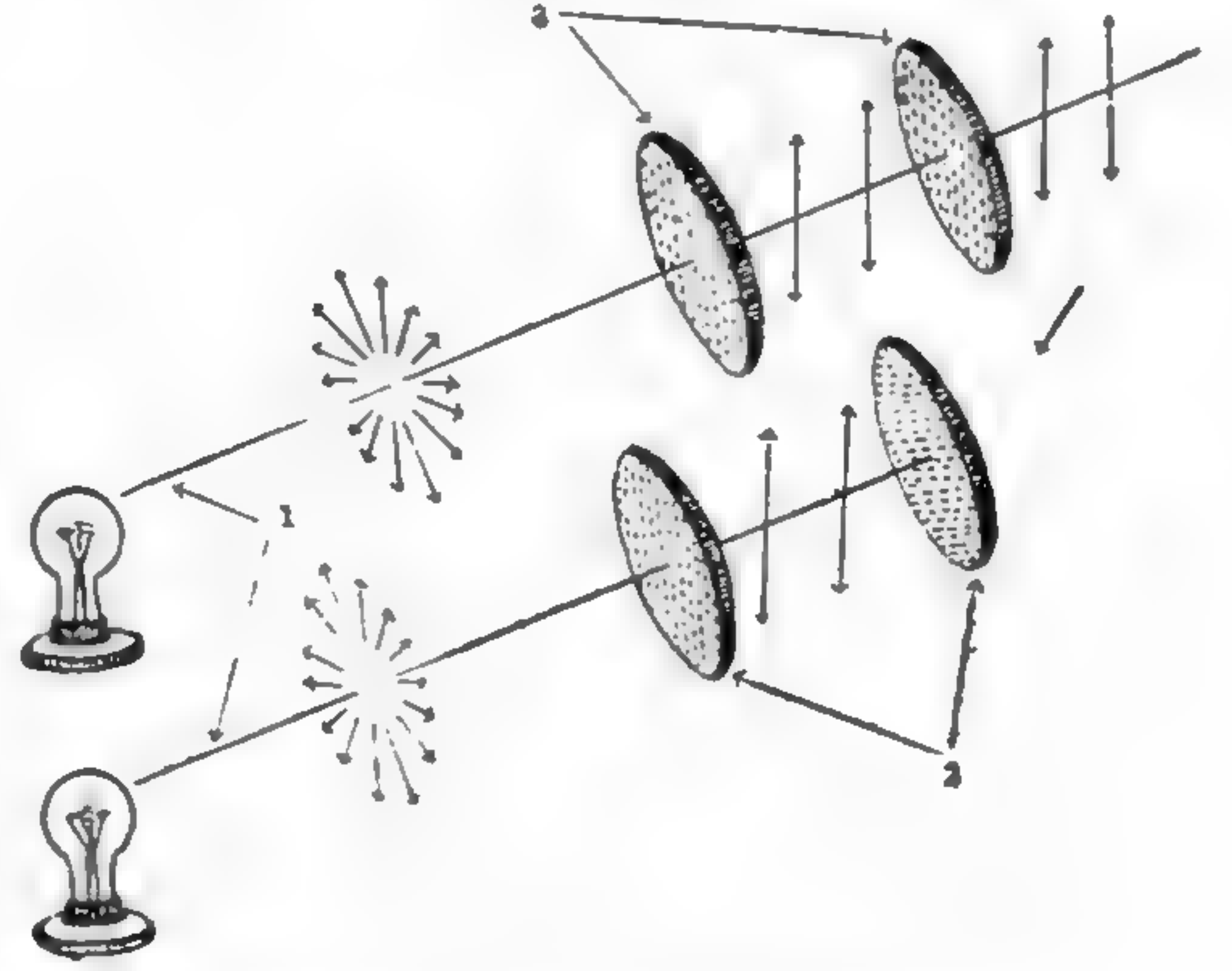
చిత్రములో మీది బొమ్మవలన తెలియగలదు. ఇట్లే రెండవ కిటికీగుండా కూడా త్రాడునుదూర్చి, త్రాడుయందు తిర్యక్ తరంగము నొక దానిని కల్పించిన ఆ తరంగము రెండు కిటికీలలోనుంచి నిరాఘాటముగా సాగిపోవును.

రెండవ ప్రయోగములో మొదటి కిటికీఊచలు ఊర్ధ్వముఖముగానుంచి, రెండవ కిటికీఊచలు దానికడ్డముగా ఉండునట్లు ఉంచిన, త్రాడుయందు కల్పించిన తిర్యక్ తరంగము మొదటి కిటికీగుండా అడ్డులేకుండా పోవును (రెండవ చిత్రములో క్రిందిబొమ్మ). కాని రెండవ కిటికీ గుండా తరంగము బయటికి వెడలదు. అనగా, మొదటి కిటికీగుండా వెడలిన తరంగములను రెండవ కిటికీ ఆపు చేయును. ఈ ప్రయోగప్రకారము మొదటి కిటికీని 'ద్రువనకారి' అని పిలవవచ్చును. ఏలన, దీనినుండి బయటకువచ్చు తరంగములు ఒకే తలములో స్పందించునవిగా ఉండును. రెండవ కిటికీని ఈ అర్థములోనే 'ద్రువన విశ్లేషకము' అనవచ్చును. తరంగము ఏ తలములో స్పందించునో దానికి 'ద్రువనతలము' అనిపేరు. అందుచేత ద్రువీకరణము తిర్యక్ తరంగముల స్వభావము. త్రాడువంతు కిటికీ ఊచలుమధ్యను త్రాడు వ్యాసమంతే వ్యాసముగల స్ప్రింగ్ నొక దానిని దూర్చి, అదిమి విడిచిపెట్టిన దాని యందు సంపీడన తరంగములు ఉద్భవించును. ఇవి అనుదైర్ఘ్యముగా చలించును. వీటిని ఆవుశక్తి ఆ కిటికీచట్రమునకులేదు. అందుచే కిటికీచట్రమువంటి పరికరముచే ఆపబడు తరంగములన్నియు తిర్యక్ తరంగములు అనియే విశదమైనది.

విద్యుత్ అయస్కాంత సిద్ధాంత ప్రకారము కాంతి తరంగము పరస్పరము లంబముగానున్న రెండు భిన్న జాతుల తరంగముల సంపుటి. ఇందు ఒకటి: విద్యుత్

స్పందన రూపము; రెండవది: అయస్కాంత స్పందన రూపము. ఈ ప్రకరణములో మనచర్చకు ముఖ్యమైన కాంతి స్పందనములు కాంతి తరంగమును ఆశ్రయించి ఉండు విద్యుత్ జేత్రస్పందనములే.

సాధారణప్రభవ స్థానములనుండి ప్రసరించు కాంతి అద్రువితము. కాంతిద్రవ్యముతో సంధించినపుడు తలద్రువితము అగును. ఒక పారదర్శకతలముపై ప్రతిబింబితము లేదా పరావర్తితమైనప్పుడుగాని ఒక స్పటికముద్వారా వక్రీభూతమైనపుడుగాని కొన్ని స్పటికద్రవ్యములచే విశిష్టముగా శోషితమైనపుడుగాని లేదా సూక్ష్మకణములచే



పటము 3. ద్రువిత కాంతికిరణములు

1. అద్రువితకాంతి
2. పరస్పరములంబముగా ఉన్న ద్రువనాక్షములు
3. సమాంతరముగా ఉన్న ద్రువనాక్షములు

విశిష్టమైనపుడుగాని కాంతి కొద్దియో, గొప్పయో ద్రువితమగుట తటస్థించును. సామాన్య పరిస్థితులలో మన కన్ను ద్రువితకాంతికిని, అద్రువితకాంతికిని భేదమును గుర్తించలేదు. అందుచేత కాంతి ద్రువితమైనదో, లేదో, ద్రువితమైన ఏ తలములో ద్రువితమైనదో, నిర్ధరించుటకు 'ద్రువనవిశ్లేషకము' (నికల్)ను ఉపయోగించ వలెను. (చూ. నికల్ పు. 433). మే. వ. న.

ధ్వని: చెవిద్వారా గ్రహింపబడు సంవేదనకు, ఈ సంవేదనమును కలుగజేయు బహిష్సంక్షోభమునకుకూడ ధ్వని అనుమాట వాడుకలో ఉన్నది. ధ్వనిఉత్పాదకములు అగు వీణతీగ, ఫిడెలుతీగ, స్వనద్విభుజము, స్వరపేటికా తంతువులు మొదలగునవి అన్నియు ధ్వనించునపుడు స్పందించు స్థితిలో ఉండును. ఈ స్పందనములు పరిసర యానకముగుండ (సాధారణముగగాలి) తరంగరూపమున ప్రసరించును. ఈ తరంగములు శ్రవణత్వచమును తాకి దానిని స్పందింపజేయును. దీని మూలమున శ్రవణ



ధ్వని

సంవేదన సంభవించును; ఈ తరంగములు అను దైర్ఘ్యములు.

వాయుశూన్య ప్రదేశమందు ధ్వని ప్రసరించలేదన్న విషయమును తొలిని నిరూపించినవాడు రాబర్ట్ బోయిల్. మామూలు తాపక్రమ పరిస్థితులలో వాయుయానకమందు ధ్వని సెకనుకు 1100' (గంటకు 750 మైళ్లు) వేగముతో ప్రసరించును. ద్రవములందు ధ్వని ప్రసారవేగము సెకనుకు 4700' అడుగుల రేటులో ఉండును. ఘనములందు ధ్వని ఇంతకన్న ఎక్కువ వేగముతో ప్రసరించును. ఏ వాయు యానకమందైనను ధ్వనియొక్క వేగము  $V = \sqrt{\gamma p/d}$  అను లాప్ లాస్ చే లభ్యమైన సమీకరణముచే నిర్ణీతము. ఈ సమీకరణమందు  $p =$  వాయుప్రేషము,  $d =$  వాయుసాంద్రత,  $\gamma$  (గామా) ఆ వాయువుయొక్క స్థిర ప్రేష విశిష్టోష్ణతకును, స్థిరాయతన విశిష్టోష్ణతకును గల నిష్పత్తి (చూ. వాయువులు); గాలికి  $\gamma$  విలువ 1.41 కు సమానము. గాలికాక ఇతర యానకము లందు ధ్వని వేగమునకంత వ్యవహార సార్థకతలేదు. అనుదైర్ఘ్యముగ స్పందించు ఘన వస్తువునందు ధ్వనివేగము

$V = \sqrt{\frac{Y}{d}}$  అను సమీకరణముచే లెక్కించవచ్చును.

ఇచ్చట  $Y =$  యంగ్ మోడ్యులస్ (స్థితిస్థాపకతా గుణకము). దృష్టాంతమునకు ఉక్కులో ధ్వనివేగము సెకనుకు 5 మైళ్ళకన్న కొంచెము ఎక్కువ. ఘనములందులట్టి వేగాతిశయమునను రైలురోడ్డు పట్టాలపై గుర్తించవచ్చును. రైలుపట్టాను రాతితో కొట్టినపుడు, ఈ కొట్టిన స్థలమునకు 100' దూరములోఉన్న ఒక ప్రత్యవేక్షకునికి రెండు ధ్వనులు వినిపించును. మొదటిది పట్టాలద్వారాను, మరి కొంతకాలము గడచిన తరువాత రెండవది వాతావరణము ద్వారాను ఈతని చెవిని చేరును.

కాని ధ్వనివేగము తాపక్రమముతో మారును. దృష్టాంత

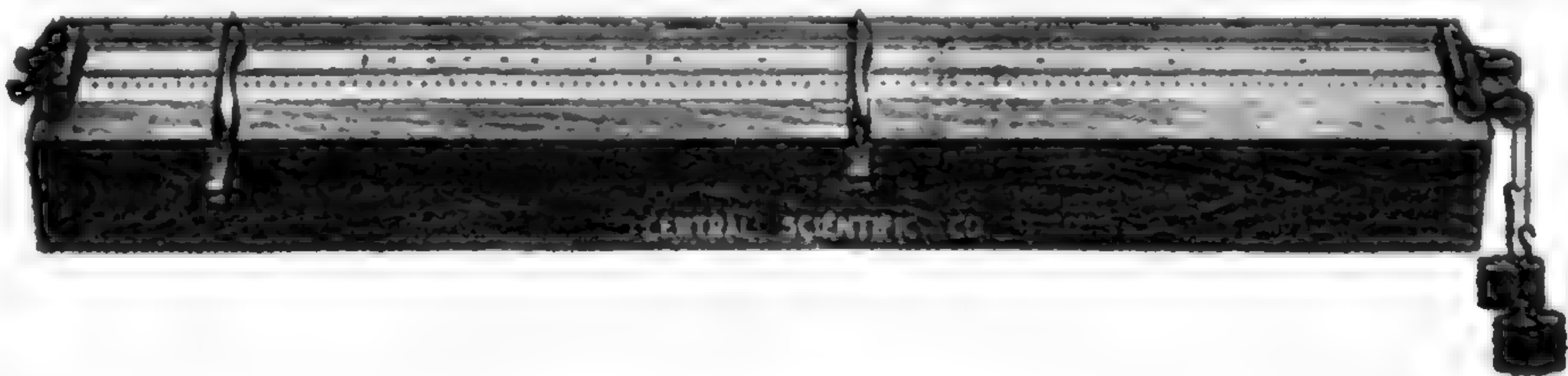
వాయువు నందు ఈ వేగము పరమ తాపక్రమముయొక్క వర్గమూలముతో అనులోమ

నిష్పత్తిలో ఉండును. ఇట్లు వేడిగాలిలో, చల్లని గాలిలో కన్న ధ్వనికి ఎక్కువ వేగము ఉండును.

తీవ్రత, ఉచ్చత, గుణము: మనచెవి గ్రహింపతగు ధ్వనికి మూడు విశిష్టలక్షణములు ఉన్నవి; అవి తీవ్రత, ఉచ్చత, గుణము. ఏదేని స్వరముయొక్క తీవ్రత ధ్వనించు వస్తువుయొక్క కంపన విస్తారముపై ఆధారపడియుండును; ఈ కంపన విస్తారము వస్తువుయొక్క పరిమాణముబట్టి ఉండును; స్వరోచ్చత ధ్వనించు వస్తువుయొక్క కంపన పౌనఃపున్యమునుబట్టి ఉండును. ఈ విషయమును తిరుగుచున్న సావర్థ్యపండ్ల చక్రము సహాయమున నిరూపించవచ్చును. ఆ చక్రపుపండ్లను ఆనుకొనునట్లు ఒక అట్టముక్కను ఉంచినచో దానినుండి ఉద్గతమగు స్వరముయొక్క ఉచ్చత, చక్రపువేగముతో ఎక్కువగు చుండును. ఇంతేగాక రెండు స్వరముల పౌనఃపున్యముల నిష్పత్తి 2:1 అగుచో ఈ రెండును స్వరాష్ట్రక సంబంధమును కలిగి ఉండును. స్వరముయొక్క గుణము దానికి కారణమగు వాయు తరంగస్వరూపమునుబట్టి ఉండును. ఈస్వరూపము మరల కంపించువస్తువుయొక్క ఆకృతి, దానిని కొట్టరీతి, ఆ కంపించు వస్తువుయొక్క ఆధారఫలక స్వభావము-వీటినిపట్టి ఉండును.

ఆతత తంతువుల కంపనము: రెండువైపుల కీలితమై రెండు మేకులమధ్య సాగదీసి కట్టబడిన తీగ (తంబూర తీగ, వీణ తీగ) మీటినపుడు ఆ తీగగుండ ఇటునటు ఒక తరంగము పయనించును. ఈ తరంగము పయనించువేగము తీగ ఆతతి (బిగువు)ని, ఆతీగయొక్క ప్రమాణదైర్ఘ్యమునకు ఉండు భారమునుపట్టి ఉండును. ఈ నియమమును సోనా మీటరు అను పరికరముచే రుజువుచేయవచ్చును. సోనా మీటరు అనగా ఒక ధ్వని ఫలకముపై రెండు అసిధారలపై సాగదీసి ఉంచిన తీగ. తీగ ఒక కొన స్థిరబద్ధమై, రెండవకొనకు తెలిసిన భారమును వేలాడదీయుదురు. ఈభారము ఆ తీగ బిగువును నియమించును. ఆ ధ్వని ఫలకముపై తీగ క్రింద ఒక ఇటునటు జరుపుటకు వీలుగానుండి, కత్తి మొనవంటి

అంచు కలి కొయ్యపీటను ఉంచుటవలన ఆ తీగయొక్క పని చేయు పొడవును మార్చవచ్చును



1 వ చిత్రము. సోనామీటరు

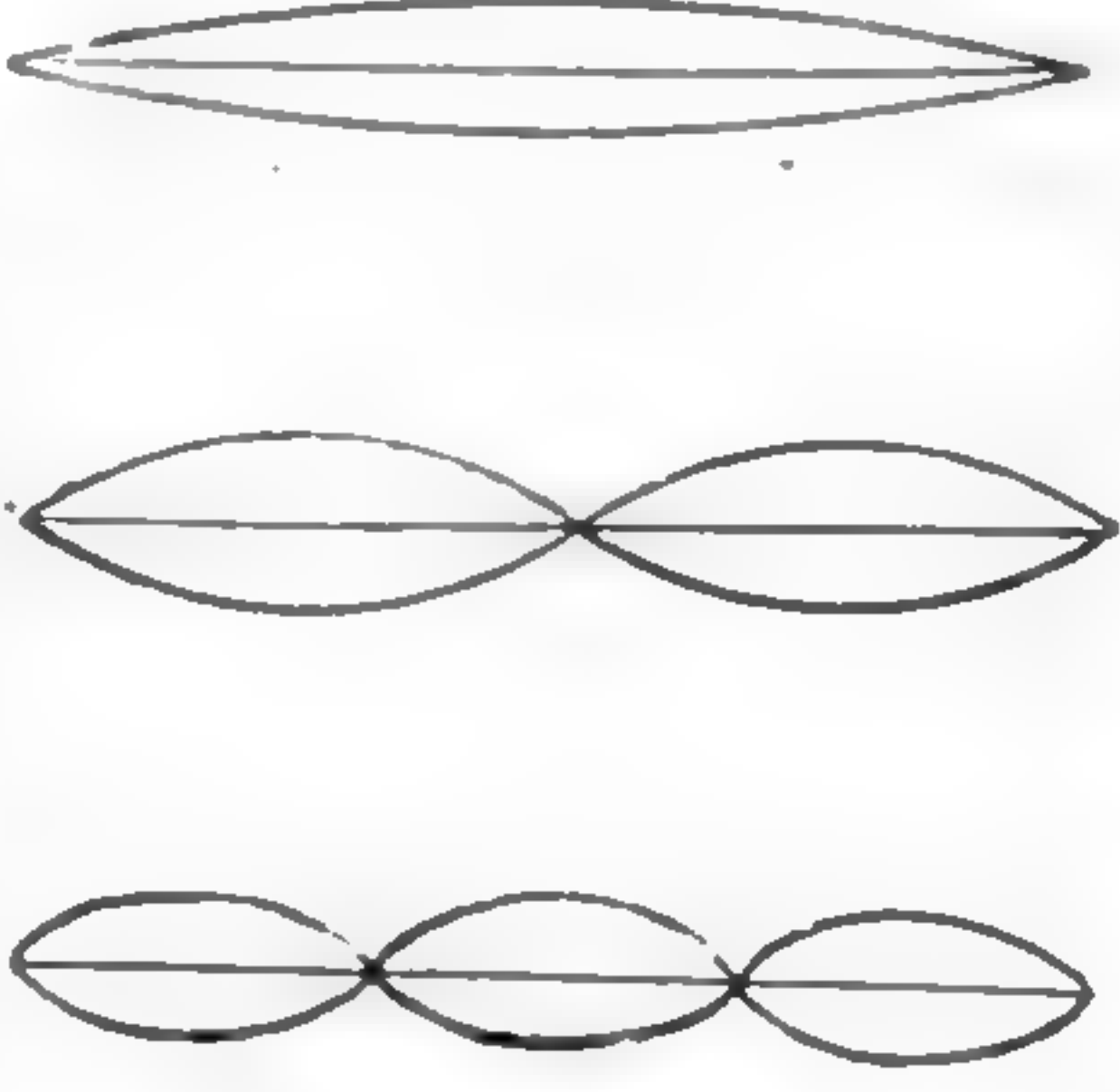
వేలాడదీసిన భారముల మార్పుటవలన తీగ బిగువును మార్చవచ్చును. భిన్నద్రవ్యములతో చేయబడిన తీగలను



ఉపయోగించి తీగయొక్క ప్రమాణదైర్ఘ్య భారమును మార్చవచ్చును. తీగ క్రిందనున్న పీటను ఇటునటు జరుపుట వలన ఒక స్వనద్విభుజముతో ఆ తీగ సమానమగు స్వరోన్నతి కలిగిన స్వరమును ఇచ్చునట్లు చేయవచ్చును.

ఉపస్వరములు : ఒక బిగింపబడిన తీగను మధ్యగా వేలుతో మీటుటవలన అది 2వ చిత్రములో చూపిన రీతిని కంపించును. ఈ తీగ

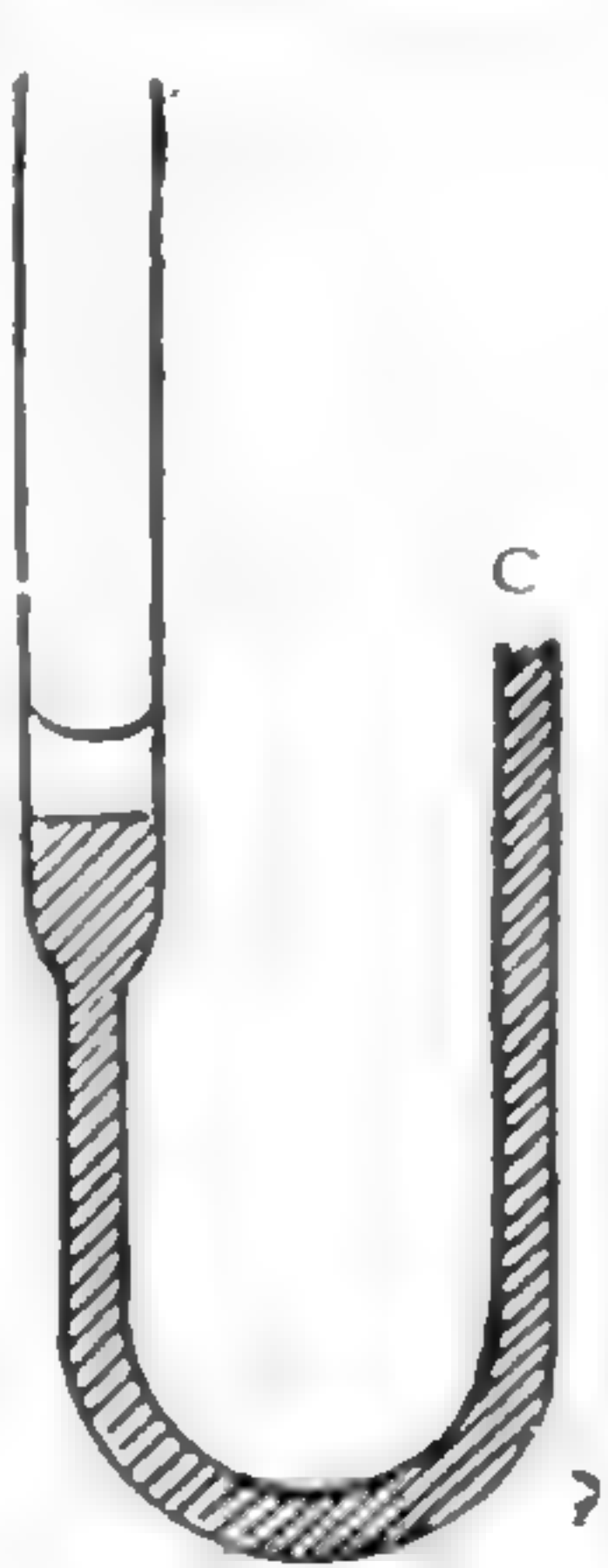
ఇచ్చు స్వరమును ఆ తీగ యొక్క మౌలిక స్వరము అందురు. ఆ తీగనే దాని బిందువువద్ద కదలకుండ నిరోధించి ఇంకొకచోట మీటినచో, అదిప్రక్క చిత్రములో చూపిన రీతిని మౌలిక స్వరమునకు అష్టకముగా ఉన్న స్వరమును ఇచ్చుచు, కంపించును. ఈ రెండవసారి వినబడు స్వరము



2 వ చిత్రము

నకు మొదటి స్వరమునకున్న పౌనఃపున్యముకన్న మూడింతల పౌనఃపున్యము ఉండును. ప్రయోగముల ఫలముగ ఈ తీగయొక్క ప్రవర్తనను సాధా

స్వనద్విభుజము రణికరించినచో స్థిరబంధన బిందువు A గల ఆ తీగ పొడవులో  $1/n$  వ భాగము వద్దకున్న బిందువు వద్ద నిరోధించినచో, ఉద్గతమగు స్వరము, ప్రాథమిక స్వరము కన్నను  $n$  ఇంతలు పౌనఃపున్యము కలిగి ఉండును, అని నియమము ఒకటి ప్రకటితమగును : ఇప్పుడు ఈ స్వరమునకు  $(n-1)$  వ ఉపస్వనము అని పేరు. పైచిత్రము చూపిన కంపించు తీగవిషయమై ఫోరియర్ విశ్లేషణములను, గణితశాస్త్ర విశ్లేషణ విధానమును వినియోగించి 2b



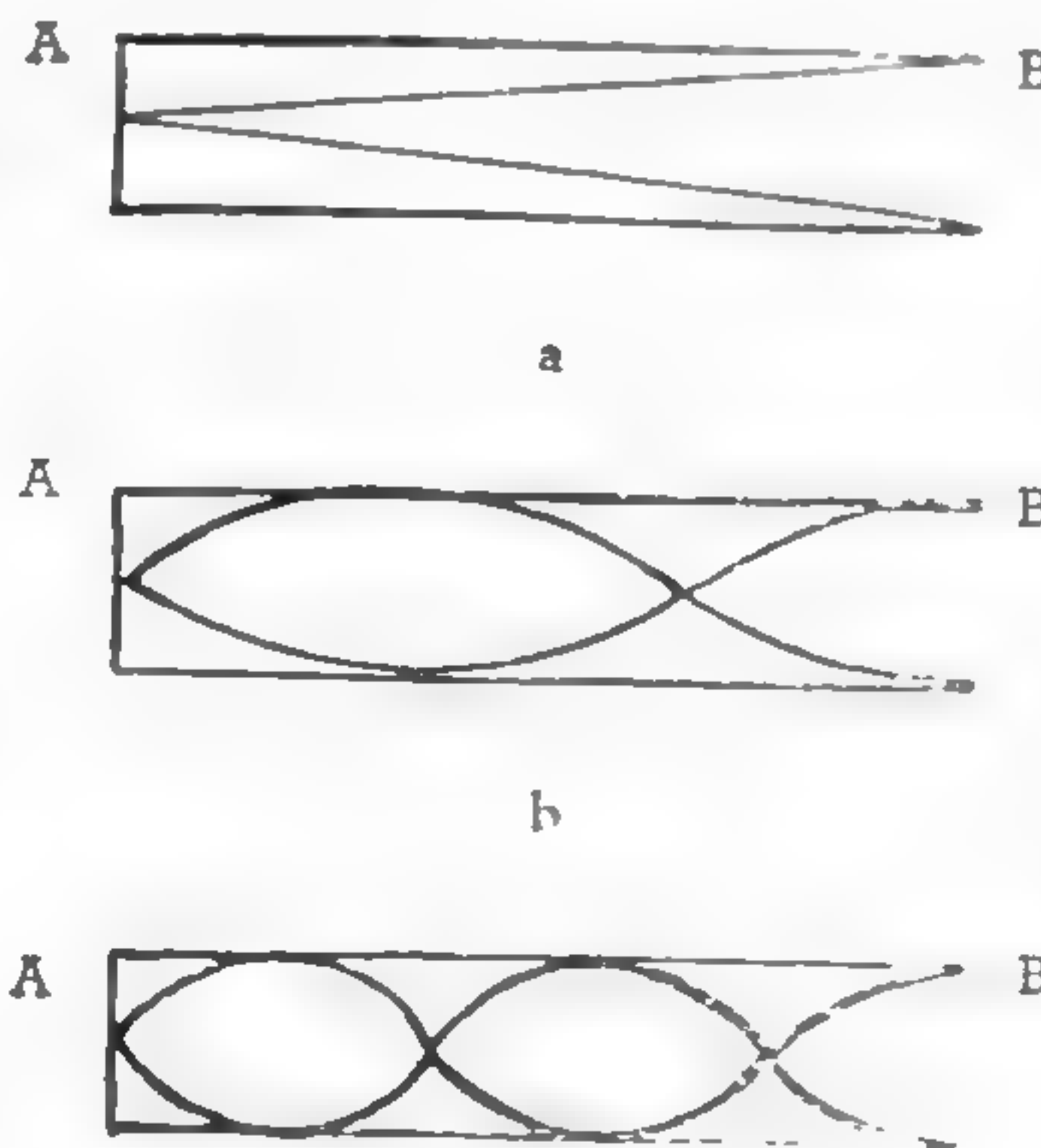
3 వ చిత్రము

చిత్రములోని వక్రరేఖ a, b, c వంటి చిత్రములలో ప్రదర్శింపబడిన వక్రరేఖల సంమిశ్రమని చూపవచ్చును. అనగా ఒక ఫిడెలు తీగయొక్క స్వరము దాని మౌలిక స్వరము యొక్క పౌనఃపున్యముతో పూర్ణాంక గుణిజ నిష్పత్తిలో ఉండు భిన్న పౌనఃపున్యములుగల ఉపస్వరముల కలయిక; అనగా దాని ప్రధాన స్వరమును దానికి సంబంధించు ఉపస్వరములను కూడ, మీటునపుడు

తీగ ఉత్పాదించును. ఈ వేరువేరు ఉపస్వనముల తీక్షణతలు ఆ తీగను ఫలకముపై బిగించినరీతిని, దాని మీటు రీతిని బట్టి ఉండును. ఉద్గతస్వరముయొక్క గుణము ప్రధానస్వర ఉపస్వరముల కలయికపై ఆధారపడి ఉండును ఇదియే భిన్నభిన్నతంత్రీ వాద్యములనుండి ఉద్గతమగు స్వరముల విలక్షణతకు కారణము.

గొట్టములలో కంపించుచుండు వాయుశలాక, అనేకములగు సుషిర వాద్యములందు ధ్వనిని కలుగజేయును. చిత్రములో AD అనునది, మీదకొనను వివృతమై, క్రింది కొనను ఒక జలస్తంభముచే సంవృతమై ఉన్నది. BC అను రబ్బరు గొట్టము సహాయమున, జలస్తంభపు మట్టమును క్రిందికి, మీదికి మార్చవచ్చును. ఒక కంపించుచున్న స్వనద్విభుజమును A ప్రక్క చిత్రములో చూపిన రీతిని ఉంచినచో, ఆ స్వనద్విభుజము యొక్క కంపన కాలమునకు సమానమగు కంపన కాలముతో ఆ గొట్టమందలి వాయుశలాక AD కంపించును; ఆ వాయుశలాకయొక్క సహజకంపన కాలమునకు సమానమగు కంపన కాలముతో కంపించునట్టి లేదా ఆ స్వనద్విభుజము కలుగజేయు స్వరము యొక్క ఉపస్వరము ప్రదర్శించునట్టి కొన్ని స్థానములు ఆ నీటి మట్టమునకు ఉండును. ఈ పరిస్థితిలో అనునదనము సంభవించి ఆ వాయుశలాక ప్రబలమైన స్వరమును జనింప

జేయును. ఇట్టి పరిస్థితులలో AD పొడవు  $\frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \dots$



4 వ చిత్రము

ఒకవైపు మూసిన నాళమందు తరంగరూపములు

శ్రేణిలో ఉండును (ఇచ్చట  $\lambda$  ఆస్వరము యొక్క తరంగదైర్ఘ్యము లేక అలపొడవు). ఈ భిన్న పక్షములందు ఈ వాయు శలాక యందు సంభవించు కంపనముల రీతులను ఈ క్రింది స్థానచ్యుతి చిత్రము చూపును. Aలో దాని మౌలిక స్వరమును గొట్టము ఇచ్చుచున్నది. B

మొదటి ఉపస్వరము యొక్క స్థానచ్యుతి రూపమును చూపుచున్నది. దీనిపౌనఃపున్యము మౌలికస్వరపు దానికి మూడింతలు ఉండును.



## నత్రజని

చిత్రము Cలో గొట్టము దాని రెండవ ఉపస్వరమును వెలి  
బెట్టుచున్నది. దీని పానఃపున్యము మౌలిక స్వరపుదానికి  
అయిదింతలు ఉండును. క్రింద మూయబడిఉండు ప్రత్యక్ష  
సుషిర వాద్యమునందు, ప్రధానస్వరముతో కలిసి ఉపస్వర  
ములు ఉండును. వాటి సాపేక్షతీక్షణతలు ఆవాద్యపుధ్వని  
యొక్క విశిష్టతను నియమించును. చిత్రము 5లో రెండు  
వైపుల తెరచియున్న గొట్టమందు గాలియొక్క స్థానచ్యుతి  
రూపములు కననగును. A,B,C అనునవి క్రమముగ  
మొదటి మౌలిక

స్వరము రెండవ,  
మూడవ, ఉప  
స్వరముల స్థాన  
చ్యుతి రూపముల  
తెలియజేయును.

రెండవ మూడవ  
ఉపస్వరముల

పానఃపున్యములు  
మొదట దానికి

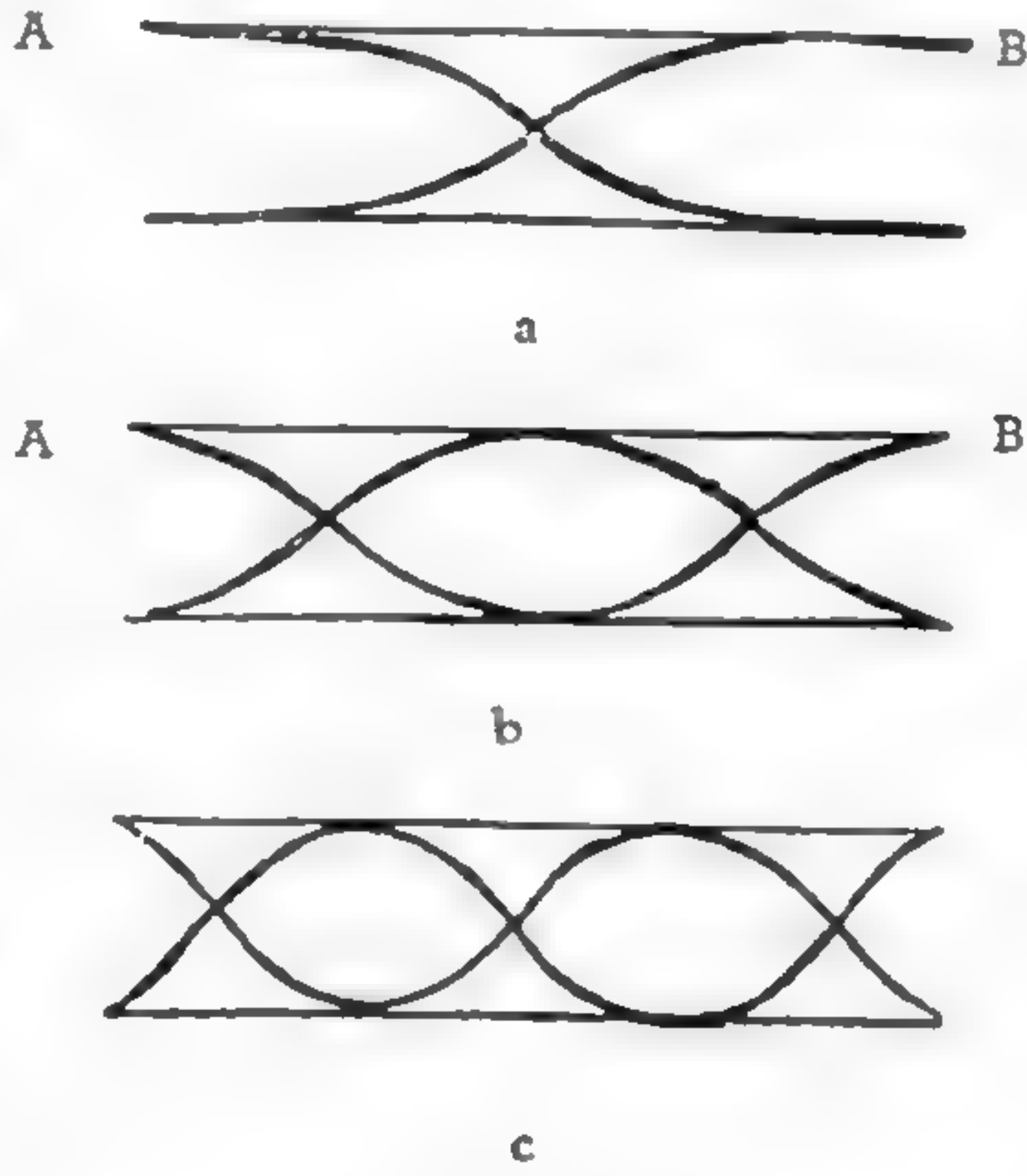
రెండింతలు,  
మూడింతలుక్రమ

ముగా ఉండును.  
రెండు వైపుల

తెరచిఉన్న గొట్టములో ఉపస్వరముల సరిచేసి రూపము  
లన్నియు ఉండును. కాని ఒకకొనను మూసియున్నదానిలో  
జేసి అంకెలచే నిరూపించబడు ఉపస్వరములే ఉండును.

ధ్వని - వక్రీభవనము : ఏక రూపమగు యానకమందు  
ధ్వని మారని వేగముతో పయనించును. యానకము ఏక  
రూపము కానపుడు, ధ్వని ఏకరూపముగా ప్రసరించదు.  
దాని ప్రసరణ దిశ మారును. ఏలన దాని ద్రుతి యానకము  
యొక్క వేరువేరు భాగములందు వేరువేరుగ ఉండును.  
ద్రుతియందు గలుగు భేదకారణమున కలగు వంపుడు  
'వక్రీభవనము' అని పేరు.

గాలియందు గోచరించు ధ్వని ప్రసారవిధము దీనికి  
చక్కటి దృష్టాంతము. వాయువు శరీరమంతట తాప  
క్రమము ఏకరూపమై, చలించని స్థితిలో వాయువు  
ఉన్నపుడు, ధ్వని అన్నిదిశల ఆ వాయువునందు ఏక  
రూపమున పయనించును. ఈస్థితి చాల అరుదుగ సంభ  
వించును. ఏలన వాయువు నిశ్చలముగ ఉండుటగాని ఏక  
రూప తాపక్రమము కలిగి ఉండుటగాని ఎప్పుడోగాని సంభ  
వించదు. నిర్మలమైన వేసవి రోజున భూమియొక్క పై  
భాగము వేడెక్కును. దానిని అంటిపెట్టుకొనిన గాలి పొర



5 వ చిత్రము

వివృతవాళమందు తరంగరూపములు

లలో పైపొరలలోకన్న తాపక్రమము ఎక్కువ. ధ్వని  
వేగముతాపక్రమముతోఎక్కువగును.కనుక పైపొరలలోకన్న  
క్రింది పొరలలో ఎక్కువ వేగముతో ధ్వని పయనించును.  
ఈ వ్యత్యాసము కారణముగ ధ్వనితరంగము భూతలము  
నుండి వెడత్రోవను మల్లిపోవును. అందువలన భూమిపై  
నున్న ప్రత్యవేక్షకునికి ధ్వని అట్టిరోజున దూరముగ  
ప్రసరించునట్లు తోచదు. ఏలన అతనినుండి ఆ తరంగము  
మల్లి పైకిపోవును.

ధ్వని-పరావర్తనము : గోడల, కొండల, మేఘముల,  
భూతలములనుండి ధ్వని తరంగము పరావర్తనము చెందును.  
పరావర్తనముకాని ధ్వని వినబడదు. ముఖ్యముగా ఇండ్ల  
లోపలనున్న గోడలు, పరికరములు, పరావర్తన తలము  
లుగా ఆచరించి ధ్వనిని వినబడునట్లు చేయును.

ధ్వని తరంగములను వక్రతలములనుండి ప్రతిఫలింపజేసి  
ఇష్టదిశలో ఎక్కువ ధ్వనిశక్తి ప్రసారితమగునట్లు చేసి దాని  
వలన ఎక్కువ దూరమున ఆధ్వని వినబడునట్లు చేయ  
వచ్చును. బూరాల ఉపయోగమే ఇది.

ధ్వని-మిథోఘట్టనము: చూ. ఆఘాతస్వరములు పు. 188.

ధ్వని విచూషణ : ఏదేని తరంగ చలనము ఒక యాన  
కముగుండ పోవునపుడు, ఆతరంగ చలనమందు పాల్గొను  
కణముల సక్రమగతి కొంత అక్రమగతి (తాపము)గ  
మారును. దీనినే తరంగమునుండి శక్తి విచూషించబడినది  
అందుము. కొన్ని వస్తువులకు ధ్వని విచూషణ గుణము  
చాలతక్కున ; కొన్నిటికి ఎక్కువ. ఫెల్ట్ వంటి రంధ్రములు  
గల ద్రవ్యము ధ్వనిని ఎక్కువగ విచూషించును, ఏలన ఆ  
ధ్వనిశక్తి ఆ రంధ్రములలో తాపముగ మారును. అందు  
కనియే గోడలగుండ, నేలగుండ పోవు, లేదా వాటినుండి  
పరావర్తితమైన ధ్వనిని తగ్గించవలెననినచో వాటిని విచూ  
షణశక్తి ఎక్కువగాగల రగ్గులు, దుప్పట్లు, ఫెల్ట్లు మొద  
లగు మెత్తటి వస్తువులతో కప్పుదురు. మనుజుని చెవి  
30-20,000 సైకిళ్లు మధ్యనున్న పానఃపున్యముగల ధ్వనులనే  
గుర్తించగలదు. క్రింది మితికి క్రిందనున్న పానఃపున్య  
ములను గబ్బిలము, మీది మితికి మీదనున్న వాటిని కొన్ని  
టిని కుక్కలును గుర్తించగలవు. 20,000 సైకిళ్లుపైనున్న  
పానఃపున్యముగల ధ్వనులకు 'పారస్వనికములు' (అల్ట్రా  
సానిక్స్) అని పేరు. (చూ. ఆఘాతస్వరములు, డప్లర్  
సూత్రము, పారస్వనికములు, సంగీత ధ్వనులు). మే. వ. న.

నత్రజని : చూ. నైట్రోజన్ పు. 438.

నత్రజని యౌగికములు : చూ. నైట్రోజన్  
యౌగికములు పు. 441.

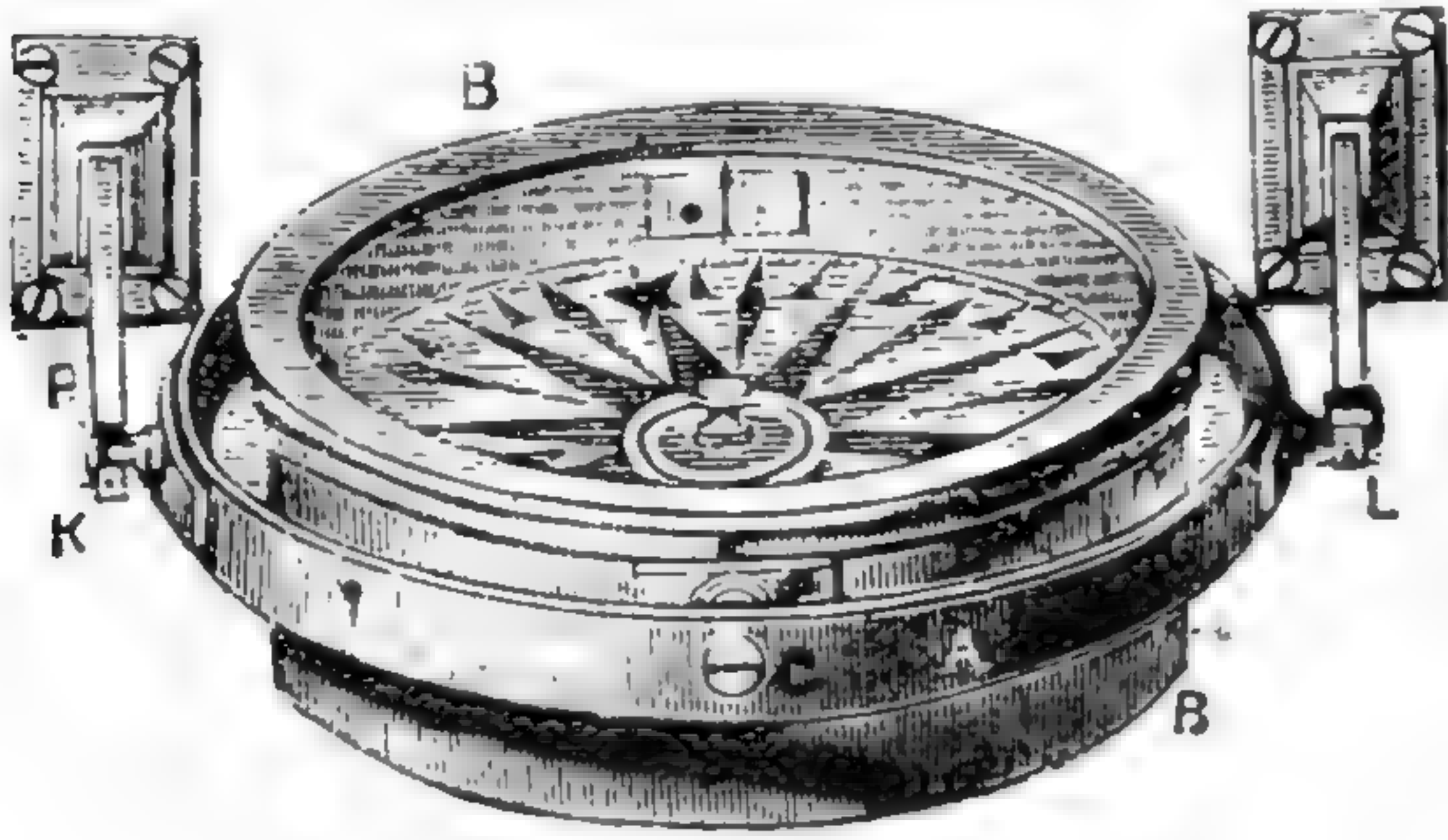
నత్రికామ్లము : చూ. నైట్రోజన్ : నైట్రిక్ ఆసిడ్.



నాణకధాతువులు : చూ. రాగి వర్ణము.

నావికదిక్సూచి : రాత్రింబగళ్ళు అనుభేదము లేకుండ ఎల్లప్పుడు మహాసముద్రములమీద ప్రయాణముచేయు నావికులకు దిక్కులను చూపించు మహోపకారియైన పరికరమే 'నావికదిక్సూచి' ఒక అయస్కాంతపు సూచిని ఒక నిలువు ముల్లుమీద నిలబెట్టినను, లేదా పురిలేనిదారముచే వ్రేలాడదీసినను అది ఎప్పుడును ఉత్తర, దక్షిణములను మాత్రమే చూపునను నియమముమీద ఈ దిక్సూచి పనిచేయును.

సాధారణముగ ఈ నావికదిక్సూచిలో ఒక అట్టముక్క అడుగుభాగమున దానినంటియుండి రెండు మొదలు ఎని



నావిక దిక్సూచి

మిది వరకు అయస్కాంతపు సూదులు సమానాంతరముగ సరూపద్రువములు ఒకేదిక్కును సూచించునట్లు అమర్చబడి ఉండును. మీది పటములో కన్నడునట్లు అట్టముక్కమీది భాగము 32 భాగములుగ విభజింపబడి ఉండును. నక్షత్రపు గుర్తు ఉత్తరద్రువమును సూచించును. ఈ అట్టకు మధ్యగ 'ఆగిట్' అను రాతితో చేయబడిన ఒకటోపి అమర్చబడి ఉన్నది. ఈ టోపి ఒక అర్ధగోళాకారము గల చిప్పలో నిలువుగ అతుకబడిన ఒక మొనమీద ఆని ఉండి, ఈ అట్ట షితిజ సమానాంతరముగ రాపిడిలేకుండ తిరుగుటకు అవకాశము ఏర్పరచును.

కెరటములవలన ఓడలు ప్రక్కకు డిగినను, ఈ అట్ట మాత్రము ఎల్లప్పుడు షితిజసమానాంతరముగ ఉండుటకు దానిని 'గింజాల్స్' అను ఒకవిధమైన ఆధారముమీద అమర్చెదరు. అనగా, B అను అర్ధగోళాకారపు చిప్పను స్వేచ్ఛగా తిరుగునట్లు A అను గుండ్రనిచట్రములో ఎదురెదురుగ రెండుచోట్ల (వీనిలో C అనునది ఒకచోటు) వ్రేలాడదీసి తిరిగి ఈ చట్రముకూడ పైచిప్పతిరుగుడుకు 90° లలో స్వేచ్ఛగ తిరుగుటకు K, L అను రెండు నిశ్చిత ఆధారములనుండి వ్రేలాడదీయబడిఉండును. కాని, ఈ సందర్భములో క్రింది విషయములను మాత్రము జాగ్రత్తగ గ్రహింపవలసిఉన్నది :

అయస్కాంతపు ఉత్తరము (అనగా, అయస్కాంతపు సూదిచే నిర్దేశింపబడు ఉత్తర, దక్షిణదిక్కులు) భూగోళపు ఉత్తరమునకు (అనగా సూర్యగమనముచే నిర్దేశింపబడు ఉత్తర, దక్షిణదిక్కులు) కొంచెము కుడివైపునకు గాని, ఎడమవైపునకు గాని తిరిగి ఉండును. ఈ తిరుగుడుకు 'వినమనము' (డెక్లినేషన్) అని పేరు. ఒక ప్రదేశము లోని డెక్లినేషన్ తెలిసిన దిక్సూచి సహాయముచే భూగోళపు ఉత్తర దక్షిణములు ఖచ్చితముగ నావికులు తెలిసికొనగలరు. కాన, ప్రపంచములోని వివిధ ప్రదేశముల డెక్లినేషన్ కనుగొనుటకు 1700 లో ఎడ్మండ్, హాడ్లీ అను ఇద్దరు సమానదిక్సూచి తేడాలుగల ప్రదేశములను కలుపు సమదిక్సూచి తేడాపటమును ఒకదానిని ప్రపంచమున కంతకు తయారుచేసిరి. కాని, భూగర్భమునందలి అయస్కాంతపు మార్పులనుబట్టి ఈ తేడా మారుచుండును. నావికుల ఉపయోగార్థము అట్టి రేఖాపటములు తగు మార్పులతో అప్పుడప్పుడు ప్రకటింపబడుచుండును (చూ. అభినవవర్ణనము - పు. 143).

ఇంకను ఓడలోని వివిధభాగములు మెత్తని ఇనుము, ఉక్కుచే చేయబడుటచే అవి భూగర్భములోని అయస్కాంతముచే అశాశ్వతముగను, శాశ్వతముగను అయస్కాంత ప్రేరితములు కాబడి దిక్సూచిలోని అయస్కాంతపు సూదులుచూపు దిక్కులో మార్పు తేవచ్చును. ఈ మార్పు ఓడవెళ్ళు దిక్కునుబట్టికూడ ఉండును. ఈ మార్పులుకూడ నావికులు తెలిసికొని దానికి విరుగుడుగ దిక్సూచికి సమీపమున కొన్ని అయస్కాంతములను, మెత్తని ఇనుపముక్కలను తగినట్లు అమర్చెదరు.

ఇంతే గాక, భూమి మీదను, సముద్రము లోనికిని చొచ్చుకొనిపోయి ఉండు అయస్కాంతపు రాళ్ల వలన కూడ అయస్కాంతము చూపు దిక్కులో మార్పులు ఉండును. వీనిని గూడ నావికులు తెలిసికొని భూగోళపు ఉత్తర, దక్షిణములు సరిగ నిర్ణయించుకొనవలెను.

దిక్సూచిలోని అయస్కాంతపుసూదుల అయస్కాంతత్వము ప్రకృతిలోని భీకరమైన మార్పులకు చెడకుండ ఉండుటకు వీనిలోని అయస్కాంతత్వము బాగుగ ప్రేరేపింపబడిఉండి ఆ సూదుల సంఖ్యకూడ రెండు మొదలు ఎనిమిదివరకు పెంపొందింపబడి ఉండును. జి. సు. రె.

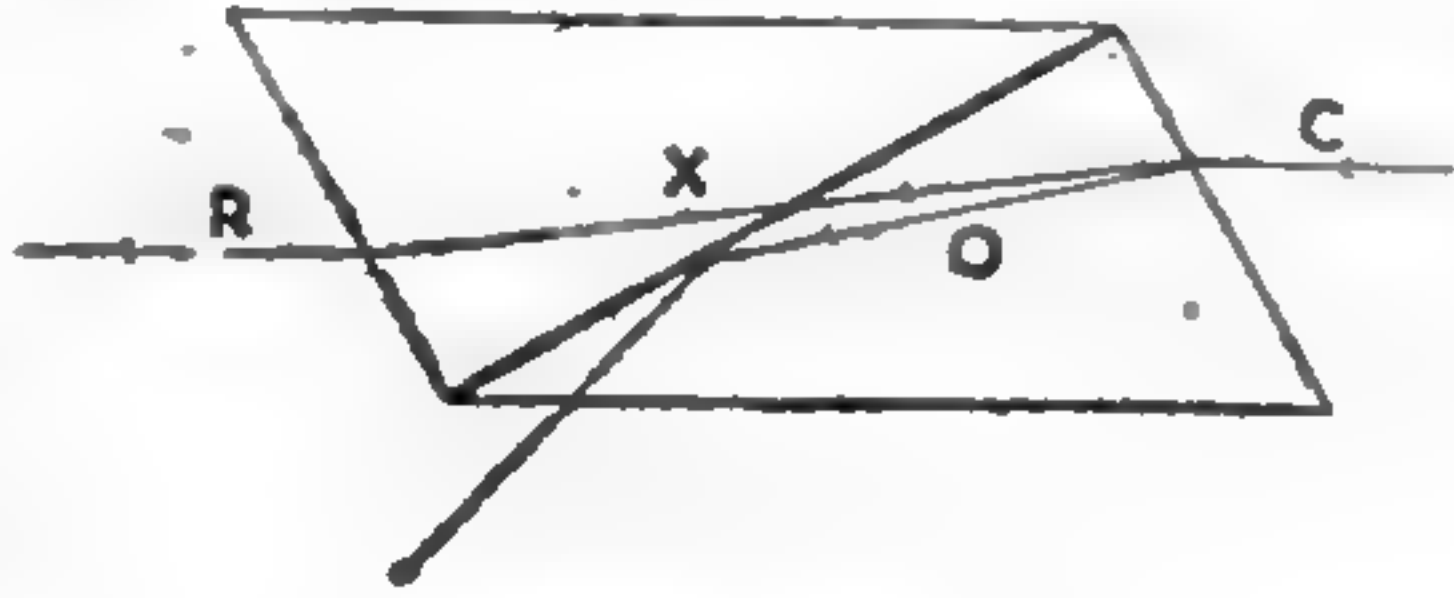
నికల్ : తలద్రువిత కాంతిని జనింపజేయుటకు ఉపయోగించు పరికరమునకు 'నికల్' అని పేరు. నికల్ అను పేరుగల స్కాట్లండ్ రేళపు భౌతికశాస్త్రజ్ఞునిచే నిర్మింపబడుటచే దీనికి ఈపేరు వచ్చినది. ఈ పరికరమును ద్వీవక్రీ భవన గుణము (చూ. ద్వీవక్రీభవనము - పు. 423) కల



నికెల్

‘ఐస్లాండు స్పార్’ అను స్ఫటికమునుండి తయారు చేయవచ్చును.

కాల్సైట్ స్ఫటికమును పటాలుగా కోసి, తిరిగి ఆ రెండు ముక్కలను కెనడా బాల్సమ్ అను ఒక రకమైన జిగురుతో అతికించెదరు. ఈ పరికరపు రూపము ఈ చిత్రములో కననగును. C అను సాధారణ కాంతి



నికెల్ పటకము

కిరణము స్ఫటికమును ప్రవేశించగనే, అది O, X అను రెండు కిరణముల క్రింద విడిపోవును. ఈ రెండిటిలో ‘O’ అనునది సాధారణ కిరణము; X అనునది అసాధారణ కిరణము. సాధారణకిరణము(O) కెనడా బాల్సమ్ తలముచే ప్రక్కకు పూర్తిగా పరావర్తింపబడును. రెండవది అగు అసాధారణ కిరణము (X) పరికరముగుండా పైకి ప్రసరించును. పైకి ప్రసరించిన ఈ కిరణము R పూర్తిగా ధ్రువితమగును. ఈ ధ్రువిత కిరణముయొక్క కంపనము చిత్రములో కాగితపు తలములోనే జరుగును.

ఏదేని కాంతికిరణము ధ్రువీకృతమైనదో, లేదో నిర్ణయించుటకుకూడ నికెల్ పనికివచ్చును. ఆ కాంతిని నికెల్ ద్వారా పంపించి బయలు వెడలిన కాంతిపై మనదృష్టిని లగ్నముచేసి, నికెల్ ను దాని అక్షముపై త్రిప్పుచుండిన ఒక సన్నివేశములో కాంతి నికెల్ నుండి బయటకురాదు. అప్పుడు మనము నికెల్ ను ప్రవేశించిన కాంతి ధ్రువితము అని చెప్పవచ్చును. అట్లుగాక, నికెల్ ను ప్రవేశించిన కాంతి అధ్రువితమగుచో ధ్రువితమైన కాంతి నికెల్ నుండి బయటపడి కాంతి బొత్తిగా నశించదు (చూ. ధ్రువీకరణము; పు. 428).

సి. రా. శ.

నికెల్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 28; సంకేతము Ni; పరమాణుభారము 58.71; విశిష్టగురుత్వము 8.9; ద్రవాంకము 1455°C; క్వథనాంకము 3075°C. నికెల్ కలిపిన ధాతుమిశ్రములు చాల కాలముక్రిందటనే చీనాలో ఉన్నట్లు తెలియుచున్నది. రాగితో కలిపిన ఖనిజమునుండి ఈ ధాతువును 1751 లో క్రుస్టెట్ సాధించెను. కాని దీని సమగ్రనిరూపణను 1774 లో కావించినవాడు బెర్గ్మాన్.

వ్యాప్తి; సంగ్రహణము : నికెల్ కోబాల్ట్ కన్న విస్తరించిఉన్న ధాతువు; కాని ఇనుమంతసమృద్ధిగా దొరకదు. ఇనుముతో కలిసి ఉల్కలలో ఈ ధాతువు కననగును. భూగర్భము అంతయు ఇనుము. నికెల్ మిశ్రమయము. ఈ ధాతు

సాధనకు ముఖ్యములయిన ఖనిజములు అంటారియోలో (కెనడా) విరివిగా ఉన్నవి. అందు ఈ ధాతువు సాధారణముగా సల్ఫైడ్ గాను, ఆరెస్సెనైడ్ గాను కాపర్ పై రిటీన్ తో కలిసి ఉండును. గార్నియరైట్ అను మరొక ముఖ్యఖనిజము మగ్నీషియమ్, నికెల్, సిలికేట్ ల మిశ్రము. ఇది కాలిడోనియా (ఆస్ట్రేలియాకు తూర్పున ఉన్న చిన్న దీవి)లో దొరకును; ఇదికూడ ధాతుసాధనకు పనికివచ్చును.

ఈ ఖనిజమును పొడి చేసి ఉత్పలవన (తేలగొట్టు) పద్ధతిని సాంధ్రీకరించును. తరువాత దానిని గాలిలో కాల్చి సల్ఫైడ్ లను కొంతవరకు ఆక్సైడ్ లుగా మార్చుదురు. ఈ ఆక్సైడ్ లను ఇసుక, బొగ్గు, సున్నపురాతితో కలిపి గాలికొలిమిలో కరగించినచో కొంచెము ఇనుముతో కలిసిన కాపర్, నికెల్ సల్ఫైడ్ లు ఏర్పడును. దీనిని కన్వర్టర్ లో కరగించి వాయుప్రవాహమును పంపినచో ఇనుము సిలికేట్ గా బయటికి వెడలి, కాపర్, నికెల్ సల్ఫైడ్ లు మాట్టిగా నిలిచిఉండును. ఈ మాట్టిని తరువాత గాలిలో కాల్చినచో సల్ఫైడ్ లు పూర్తిగా ఆక్సైడ్ లక్రింద మారును. గంధకద్రావణములో ఈ ఆక్సైడ్ లను కరగించినచో కాపర్ ఆక్సైడ్ కరగి నికెల్ ఆక్సైడ్ మడ్డిగా నిలుచును. ఈ మడ్డిని ఆర పెట్టి 300°C కు వేడిచేసి వాటర్ గాస్ (కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ మిశ్రము) ప్రవాహమును పంపించినచో నికెల్ ఆక్సైడ్ ధాతుచూర్ణముగా ఆక్సీహరించబడును. ఈ చూర్ణమును 80°C వరకు వేడిచేసి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ వాయుప్రవాహమునకు గురి చేసినచో నికెల్ కార్బోనిల్  $[Ni(CO)_4]$  అను వాయురూపద్రవ్యముగా నికెల్ అంతయు పై కెగయును. తరువాత ఈ వాయువును 150°C వరకు వేడిచేసి గోపురములలో అమర్చిన నికెల్ గుండ్రమీదుగా పంపించినచో కార్బోనిల్ విశ్లేషించి అందలి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ పైకి ప్రసరించి ధాతువు నికెల్ గుండ్రమీద నిక్షిప్తము అగును. విడివడిన కార్బన్ మోనాక్సైడ్ వాయువును మరల వాడుక చేయవచ్చును. ఈ విధానమునకు ‘మాండ్ విధానము’ అని పేరు.

గుణములు, ఉపయోగములు : ఇది ఒక తెల్లని కఠినమైన ధాతువు, బాగా మెరుగుపెట్టవచ్చును విలీన అష్టసంపర్కమున అతివిరళముగా హైడ్రోజన్ ను ఇచ్చును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ తో మట్టుకు త్వరితముగా సంఘట్టించును. ఉక్కును తయారుచేయుట ఈ ధాతువుయొక్క ముఖ్య ఉపయోగము. మోనెల్ ధాతుమిశ్రము (70% నికెల్ + 30% రాగి), జర్మను సిల్వర్ మొదలగు ఇనుము కలవని ధాతు మిశ్రములకూడ చాల ముఖ్యములు. అందు మొదటిది షారములలో మార్పు చెందనిది అగుటచే



సోడాజాతమును తయారుచేయు పాత్రలుగా ఉపయోగింతురు. పెండవ ధాతుమిశ్రము గృహోపకరణనిర్మాణమునకు విరివిగా పనికివచ్చును. ఈ ధాతువు ఇనుము మీద, ఇత్తడిమీద, రాగిమీద పైపూతగా ఎక్కువ ఉపయోగములో ఉన్నది: వనస్పతిభృతమును తయారు చేయుటయందు ప్రేరకద్రవ్యముగా ఈ ధాతుచూర్ణమును వాడుదురు.

యోగికములు : ముఖ్యమైన ఆక్సైడ్లు నికెల్ ఆక్సైడ్ ( $\text{NiO}$ ), నికెల్ పెర్ఆక్సైడ్ ( $\text{NiO}_2$ ).

నికెల్ ఆక్సైడ్ : లవణాధారధర్మము కలది, యోజనీయత రెండు. ఫెర్రస్, కోబాల్టస్ లవణములలో సదృశములగు నికెల్ లవణములను ఇచ్చును. ఈ నికెల్ లవణములు ఇనుము, కోబాల్ట్ లవణములవలె ఆక్సిహరణములుగావు. నిర్జలస్థితిలో ఇవి పసుపువర్ణముగా ఉండును. తడివి ఆకుపచ్చగా ఉండును.

నికెల్ సల్ఫేట్ ( $\text{Ni}_2\text{SO}_4$ ): చాలప్రచురముగాఉన్న లవణము. నికెల్ ఆక్సైడ్ నుగాని, కార్బోనేట్ నుగాని విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లోకరించినప్పుడు ఏర్పడును. ఈ ద్రావణము సాంద్రీకరించినచో ఆకుపచ్చనిరంగుగల నికెల్ సల్ఫేట్ స్పటికములు ఏర్పడును. అమోనియమ్ సల్ఫేట్ లో నికెల్ సల్ఫేట్ ద్వితీయలవణము  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ ను ఇచ్చును. ఈ ద్వితీయలవణమును నికెల్ ధాతువిద్యున్మలామా చేయుటకు ఉపయోగింతురు.

నికెల్ కార్బోనిల్  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$  వివర్ణమగు ద్రవ ద్రవ్యము. నికెల్ ధాతువుపై కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ను  $80^\circ \text{C}$  వద్ద పంపించినప్పుడు ఏర్పడును. మరల  $150^\circ \text{C}$  వద్ద ధాతువుగాను, మోనాక్సైడ్ గాను సంపూర్ణముగా విశ్లేషించును. ఇది మాండ్ విధానమునందు నికెల్ ధాతువును సాధించుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. కోబాల్ట్ వలె నికెల్ కూడ కొన్ని క్లిష్టయోగికములను ఇచ్చును. ఎన్. బి. వి. కె. రావ్.

నియోబియమ్ : రాసాయనిక ధాతుమూలద్రవ్యము, పరమాణ్వంకము 41, సంకేతము Nb, పరమాణుభారము 92.91. దీని ఉనికిని 1801లో చార్లెజ్ హాచెట్ కనుగొన్నారు. విశిష్టగురుత్వము 8.5; ద్రవాంకము  $1950^\circ \text{C}$ . దీనికి కొలంబియమ్ అను మరొక పేరుగలదు. ఇది సాధారణముగా టాంటాలమ్ లో కూడ కలిసి దొరకును. సామర్ స్కెట్, కొలంబైట్  $[\text{Fe}(\text{NbO}_3)_2]$  అనునవి మరిరెండు దీని ప్రధాన ఖనిజములు (చూ. వెనేడియమ్ వర్ణము). మే. ప. స.

నిర్వాతాభిషవణము : చూ. రాసాయనిక సామాన్య విధానములు.

నిష్క్రియత : క్రోమియమ్, ఇనుమువంటి కొన్ని ధాతువులు సాంద్ర నైట్రిక్ ఆసిడ్ వంటి ఆక్సికరణ ద్రవముల సంపర్కమున కొద్దికాలము ఉంచినచో వాటి చురుకుదనమును కోలుపోయి హైడ్రోక్లోరిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లయందు రాసాయనిక ప్రవృత్తిని చూపవు. ఇట్టి స్థితికి 'నిష్క్రియత' అని పేరు. ఈ స్థితిని వేడిమి, ముఖ్యముగా హైడ్రోజన్, చెరచును. మే. ప. స.

నీయాన్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము, అపురూపవాయువు (జడవాయువు); పరమాణ్వంకము 10; సంకేతము Ne; పరమాణుభారము 20.183; వాతావరణపు గాలిలోను ముడి ఖనిజములలోను దొరకును. దీనిని 1898 లో ఇంగ్లీషువారైన రాష్టి, ట్రావెర్స్ కనుగొనిరి.

ఇది రంగు, రుచి, వాసనలేని వాయువు. ద్రవాంకము  $-248.8^\circ \text{C}$ ; క్వథనాంకము  $-248.6^\circ \text{C}$ ; విశిష్టగురుత్వము 0.0008; ఇది దేనితోనుకూడ యోగికములను ఇవ్వదు. (చూ. జడవాయువులు - పు. 340). \* \* \*

నీరు : భూమిమీది జలాశయములలో ద్రవరూపమునను, పర్వతాగ్రములందు మంచుగడ్డగను, గాలిలో ఆవిరి రూపమునను ప్రకృతిలో నీరు వ్యాపించిఉన్నది. సజీవ వస్తుసముదాయమునందు నీరు విశేషముగా కలదు. ఇది అది అననేల, ప్రపంచములోని అన్ని వస్తువులయందును సంయుక్తస్థితిలోగాని, విలీనమైగాని, ఆవరించిగాని ఏ కొలదిగనైన నీరు కలదు. ప్రత్యేకపద్ధతులను ఉపయోగించినగాని ఏ వస్తువునైన జలరహితముగ చేయలేము.

భౌతికధర్మములు : స్వచ్ఛమైన నీటికి వాసన, రుచి, రంగు లేవు. కాని జలాశయములో రాశిగాఉన్న నీటికి ఒకవిధమగు నీలవర్ణము ఉండును. ఇది నీటినిచొచ్చు కాంతిని దాని అణువులు విశేషించుటవలన కలుగును.

అనేక భౌతిక మానవిధానములందు నీటియొక్క భౌతిక ధర్మములు ప్రమాణములుగా గ్రహించబడినవి. నీటి ద్రవాంకము తాపక్రమమాపనముయొక్క  $0^\circ \text{C}$ . శూన్య తాపక్రమముగను, క్వథనాంకము  $100^\circ \text{C}$  తాపక్రమ మానముగను అంగీకరించబడినవి. ఒకగ్రాము నీటియొక్క తాపక్రమమును ఒక సెంటీగ్రేడ్ అంశము ఎక్కువచేయుటకు వలయు ఉష్ణతారాశి (1 కేలోరీ) ఉష్ణతయొక్క పరిమాణగణనకు ప్రమాణముగా తీసికొనబడినది.  $4^\circ \text{C}$  వద్ద ఘ. సెం. మీ. ఆయతనముగల నీటిభారము ఒకగ్రాము అని నిర్దేశింపబడినది.

$4^\circ \text{C}$  వద్ద నీరు గరిష్ఠసాంద్రతను కలిగి ఉండును. ఈ తాపక్రమములోఉన్న నీరు శీతలీకరించినను, వేడిచేసినను వ్యాకోచించును. నీటియొక్క ఈ విశిష్టలక్షణము ప్రకృతిలో



నీరు

ప్రముఖపాత్రను నిర్వహించుచున్నది. ఈ లక్షణమే పెద్ద పెద్ద జలాశయములందలి నీరు అంతయును గడ్డకట్ట కుండుటకు కారణము. నీరు 4°C లకు చల్లబడగానే బరు వెక్కి క్రిందికి దిగిపోయి, పైనున్ననీరు గడ్డకట్ట మంచు అగును. ఈ మంచుపొర క్రిందనున్న నీటిని ఘనీభవించ కుండ, జలచరసంచారమునకు ప్రతిబంధములేకుండ కాపాడుచున్నది.

చాలద్రవ్యములకు నీరు మంచిద్రావణము. జలద్రావణము లను శీతలీకరించినపుడు, ముందుగా శుద్ధజలమే స్ఫటిక రూపమున విడిపోయి తాపక్రమముతగ్గినకొలది ద్రావ్యము కూడ నీటితోపాటు ఘనరూపమున మిశ్రమై బయటికి వచ్చును. ద్రావణములనుండి నీటిని శాష్పీకరించినచో ద్రావ్యము(శాష్పశీలము కాని దై నపుడు) మిగిలి ఉండును.

రాసాయనికముగా నీటికి ఆమ్లగుణముగాని, ఊర గుణముగాని లేవు. నిజమునకు నీరు ఆమ్లముల, ఊర ముల మధ్య జరుగు తటస్థీకరణ ప్రక్రియాఫలము అని చెప్పవలెను :



అయన్ సిద్ధాంతప్రకారము ఒకకోటినీటి అణువులలో ఒకఅణువు ప్రోట్రోజన్ ( $\text{H}^+$ ), హైడ్రాక్సిల్ ( $\text{OH}^-$ ) అయన్లుగా విడిపోయిఉండును. ఇంత స్వల్పము అయిన విచ్ఛేదనమును పొందియుండుటచే దీని విద్యుద్వాహకత్వము అత్యల్పము. ఇంత స్వల్పాంశమైనను నీటియొక్క అయన్ విచ్ఛేదనము లవణములను విశ్లేషణమునకు కారణమగు చున్నది. నీటియొక్క అయన్ విశ్లేషణాంశము తాప క్రమము హెచ్చైనకొద్ది హెచ్చగుచుండును.

అత్యధిక తాపక్రమములలో (1000° C పై ని) ఆక్సిజన్ గాను, హైడ్రోజన్ గాను నీరు రాసాయనిక విచ్ఛేదనమును పొందును. కొన్ని ధాతువులు, అధాతువులు, నీటిఆవిరిని హెచ్చుతాపక్రమమువద్ద విచ్ఛేదించి, అందలిఆక్సిజన్ తో సంయోగించి, హైడ్రోజన్ ని విడిచి పెట్టును (చూ. హైడ్రోజన్).

నీరు, నీటిఆవిరి అనేకరాసాయనిక ప్రక్రియలలో ప్రేరక ద్రవ్యములుగా ఆచరించును. బొత్తిగా తడిలేని అమోనియా, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువులు రాసా యనికముగా సంయోగించవు. పూర్ణముగా నిరార్థమైన ద్రవ్యములు వాటిస్వాభావికధర్మములనే కోలుపోవును. సాధారణ బెన్జిన్ 78°C వద్ద మరుగును. పూర్ణముగా నిరార్థీకృతమైనబెన్జిన్ 180°C వద్ద మరుగును.

స్ఫటికజలము : జలద్రావణములనుండి స్ఫటికీభవించు నపుడు కొన్నిలవణములు నియతసంఖ్య జలాణువులతో

స్ఫటికీభవించును. సోడియమ్ సల్ఫేట్ 10 నీటిఅణువులతో సంయోగించును ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ); మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ 7 అణువులతో కలసిఉండును ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ). లవణములలోఉండు ఈ జలమునకు 'స్ఫటికజల'మని పేరు. ఈ లవణములను వేడిచేసినచో ఈ నీరు ఆవిరిగా వైకిపోవును. నిర్జలలవణము ఇంకొకస్ఫటికరచనను స్వీకరించును. ఇది కారణముగా ఉదకితస్ఫటికము చూర్ణమగును. ఉదకిత సోడియమ్ సల్ఫేట్ వంటి లవణము వేడిచేయ నక్కర లేకుండగనే గాలిలోపెట్టినపుడు చూర్ణమగును. ఈ చూర్ణ మగుటకు కారణము, స్ఫటికమందలి జలము ఆవిరి రూపమున గాలిలో కలిసిపోవుట. దీనికికారణము ఉదకిత స్ఫటికముయొక్క జలశాష్పప్రేషము గాలిలోని నీటి ఆవిరిప్రేషముకన్న ఎక్కువగా ఉండుట. వాయువులు ఎక్కువ ప్రేషమున్నచోట్లనుండి తక్కువ ప్రేషమున్న చోట్లకు చేరునుకదా; అందువలన స్ఫటికము ఆ జలశాష్ప మును కోలుపోయి నిర్జలసోడియమ్ సల్ఫేట్ నకు సహజ మగు స్ఫటిక రచనను స్వీకరించుటలో ఉదకితస్ఫటికము చూర్ణమైనది. ఉదకితస్ఫటికము ఇట్లు జలమును కోలు పోయి చూర్ణమగుటకు 'ప్రస్ఫురణము' అని పేరు.

దీనికి విరుద్ధసంఘటన ఆర్థీకరణము (చెమ్మగిలుట). వర్ష కాలమందు ఉప్పు చెమ్మగిలి ద్రవముగానగుట ప్రతి గృహిణికిని అనుభూతవిషయమే. మామూలు ఉప్పులో ఉండు మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ అను మాలిన్యము దీనికి కారణము. నీటిలో మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ యొక్క ద్రావ్యత చాల ఎక్కువ. అందువలన గాలిలోఉన్న తేమతో సంపర్కము తగిలినవెంటనే మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ ఆ తేమలో కరగి సాంద్రద్రావణము ఏర్పడును. ఏతాప క్రమము వద్ద నైనను సాంద్రద్రావణముల శాష్పప్రేషము, నీటిశాష్పప్రేషముకన్న చాలతక్కువ. అందువలన శాష్ప ప్రేషము ఎక్కువగాఉన్న గాలిలోని తేమనుండి సాంద్ర ద్రావణము నీటి ఆవిరిని ఆకర్షించుకొని విలీనద్రావణము అగును. ఈ ద్రావణము ఏర్పడు సంఘటనలలో ఇదివరకు ఘనముగాఉన్న ద్రవ్యము ద్రవముగా మారును.

కాల్షియమ్ క్లోరైడ్, ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్, జింకు క్లోరైడ్, గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వంటివి పరిసరములలో ఉన్న నీటి ఆవిరిని పీల్చుకొనును. అందువలన ఈ ద్రవ్య ములు వస్తువులను నిరార్థముగా చేయుటకు ప్రబల శోషక ములుగా ఉపయోగపడుచున్నవి.

నీటియొక్క రాసాయనిక సంఘట్టన నిర్ణయము : నీటిని వైద్యుతముగా విశ్లేషించినపుడు ప్రతిరెండు ఆయతనముల హైడ్రోజన్, ఒక ఆయతనము ఆక్సిజన్ జనించునని చూపి



ఉంటిమి (చూ. రాసాయనిక శాస్త్రములభావములు) అందువలన నీటియొక్క ఆయతనాత్మక సంఘట్టన హైడ్రోజన్ ఆయతనము : ఆక్సిజన్ ఆయతనము :: 2:1 అని నిర్ణీతమైనది.

గురూదకము (హెవీవాటర్): హైడ్రోజన్ కు మామూలు కన్న ఎక్కువ (2) పరమాణుభారముగల సమస్థానీయము (డోయిటీరియమ్) ఉన్నదని చెప్పిఉంటిమి. ఇట్లే ఆక్సిజన్ కు 16కాక 17, 18 పరమాణు భారములుగల సమస్థానీయములు కలవని సూచించితిమి. డోయిటీరియమ్ తో  $O_{18}$  రాసాయనికముగా సంయోగించుటవలన మామూలు నీటికన్న ఎక్కువ అణుభారముగల నీరు (గురూదకము) ఏర్పడుటకు అవకాశము కలదు. వాస్తవికముగా జి. ఎన్. లూయీచే 20 లీటరుల నీటితో  $1\frac{1}{2}$  ఘ. సెం. మీ. శేషించు వరకు విద్యుత్ విశ్లేషణమును జరిపించినపుడు, ఆ శేషించిన నీరు గురూదకమని రుజువు చేయబడినది.

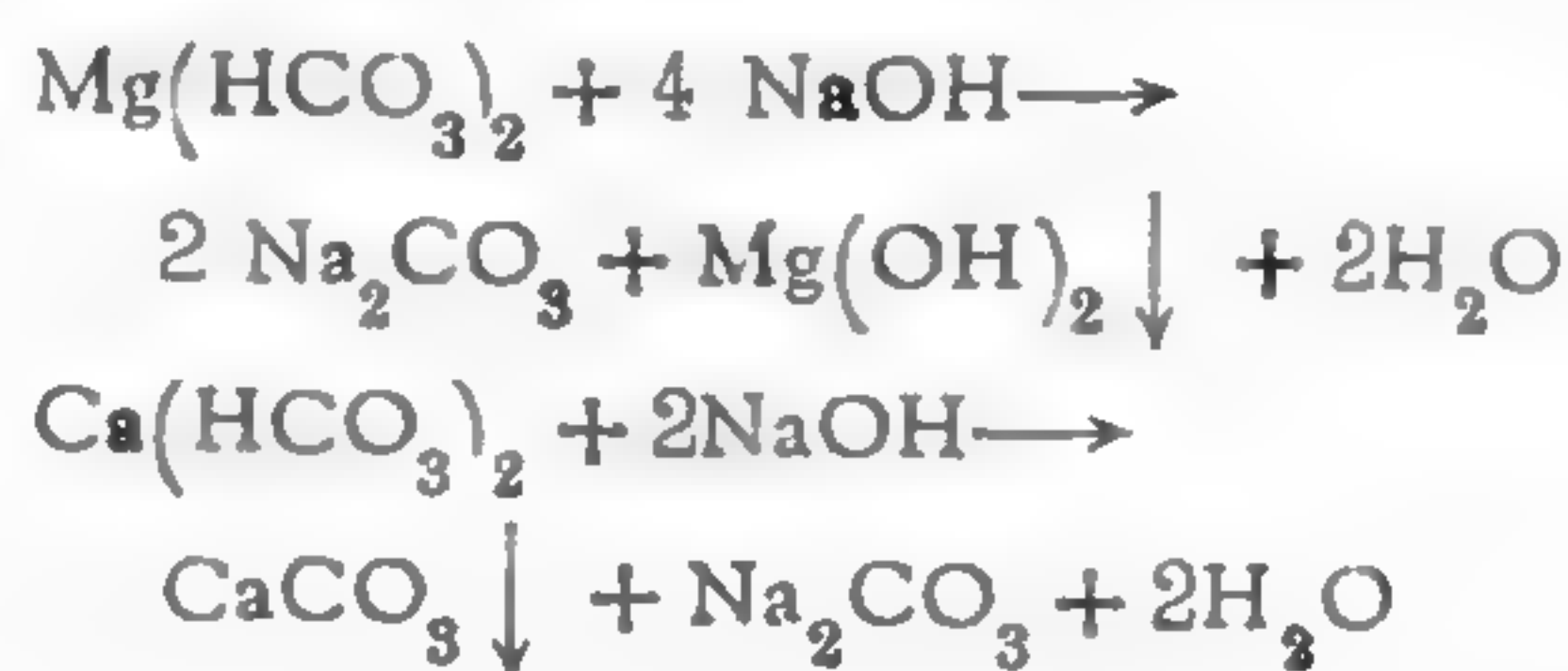
గురూదకము సాధారణోదకమువలె ఉండును. దీని సాంద్రత 1.1071; క్వథనాంకము  $101.42^{\circ}C$ ; ద్రవాంకము  $3.8^{\circ}C$ ; విశిష్టోష్ణత 1.018. దీనిలో లవణములు మామూలు నీటిలోకన్న 15% తక్కువగా కరుగును. రాసాయనిక ధర్మములలో గురూదకమునకు, లఘూదకమునకు వ్యత్యాసమే లేదని చెప్పవచ్చును. ప్రాణికోటికి గురూదకము అంత ఆరోగ్యకరము కాదనియు, కణజాలములను నశింప చేయుననియు కొందరి అభిప్రాయము; ఇది ఏవిధమగు హానిని ప్రాణులకు ఒనగూర్చదని మరికొందరి అభిప్రాయము.

నీరు - వినియోగము: నీరు మానవుల యొక్క స్నానము, పానము, ఆహారపచనమునకేకాక, అనేక రాసాయనికపరిశ్రమలయందుకూడ ఆవశ్యకమైన షాలన ద్రవ్యము. ఆవిరిఇంజనులకు, కాగితపుగుఱ్ఱముకడుగుటకు, తోళ్ళను పదునుచేయుటలో, బట్టల నేతపరిశ్రమలో, ఇంకను ఇట్టి అనేకపరిశ్రమలకు నీరు చాల ఆవశ్యకమైన ద్రవ్యము.

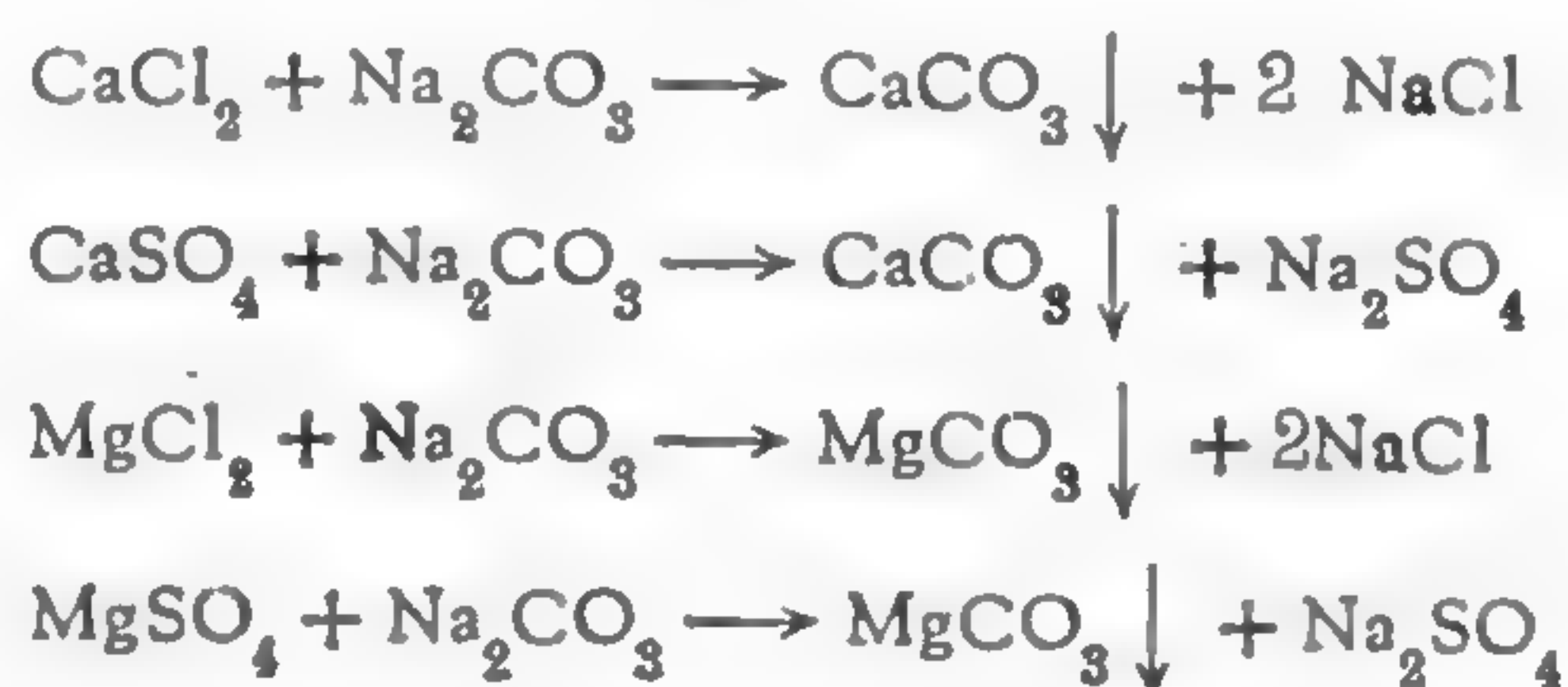
మనుష్యోపయోగమునకుగాని, పారిశ్రామికోపయోగమునకుగాని పనికివచ్చు నీటికి మార్దవము అను ముఖ్యగుణము ఉండవలయును. మార్దవమనగా సబ్బుతో సులభముగా నురుగునిచ్చుగుణము. దీనికి విరుద్ధమైనగుణము కఠినమైనది, అనగా సబ్బుతో సులభముగా నురుగును ఈయకుండుట.

కఠినమైనది: కఠినమైనది రెండువిధములు: తాత్కాలికము, 2. శాశ్వతము. అందు మొదటిది నీటిలో మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, జైకార్బోనేట్లు లీనమై ఉండుట

వలన కలుగునది. నీటిని మరగబెట్టినపుడు ఇది పోవుటచే దీనికి 'తాత్కాలిక కఠినమైనది' అని పేరు.



రెండవది శాశ్వతకఠినమైనది, కాల్షియమ్, మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్లు, సల్ఫేట్లు నీటిలో విలీనమై ఉండుటవలన సంభవించును. మరగపెట్టుటవలన ఈ కఠినమైనది పోదు. కనుక దీనికి శాశ్వతకఠినమైనది అని పేరు. నీటిలో సోడియమ్ కార్బోనేట్, సున్నము మిశ్రమును కలిపి నప్పుడు ఈ రెండు రకముల కఠినమైనదలను అంతరించును. ఇందు జరుగు రాసాయనికప్రక్రియలను క్రింది విధముగ సంకేతించవచ్చును:



ఏరకపు కఠినమైనది నీటియందు దోషమే. మామూలు ప్రజాశస్త్రము వాడుకలో సబ్బు పెచ్చుగా భర్తగుటయే కాక ఆవిరిబాయిలర్లకు ఇట్టి నీరును ఉపయోగించుట వలన బాయిలర్ లోపలి ఇనుపగోడపై కాల్షియమ్, మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్లు పెచ్చుగా ఏర్పడి, ఎంతబొగ్గు కాల్చినను, బాయిలర్ లలో నీరు వేగముగా వేడెక్కుకుండుట అను దుస్థితి సంభవించును. అంతేకాక బాయిలర్ చల్లారునపుడు లవణములపెచ్చు బీటలువారి ఆ బీటలసందు నుండి పెచ్చులకు, బాయిలర్ గోడకు మధ్యను నీరు ఇరుకు కొనును. తరువాత బీటలువారినపెచ్చుపై మరియొక లవణములపొర సాంద్రముగా ఏర్పడినపుడు నీరు బాయిలర్ గోడకును, పెచ్చునకును మధ్య ఖాళీస్థలములో బంధితమగును. బాయిలర్ కాగినపుడు ఈ ఇరుకుచోట ఉన్న నీరు ఆవిరియై దాని ఒత్తిడికి బాయిలర్ గోడ ఆగలేక బ్రద్దలగుటకూడ తటస్థించును. ఇంతేకాక లవణములు విలీనమైఉన్న నీటిని, బాయిలర్ లకు ఉపయోగించినపుడు అమితముగా నురుగుకట్టుట సంభవించును. అందువలన నీటినుండి ఆవిరి సులభముగా వేరై బయటికి వెళ్ళదు. ఇట్టి ఉపద్రవములు రాకుండ చేయుటకు బాయిలర్ లకు వాడు నీటినుండి కఠినమైనదలను తొలగించుట అత్యవసరము.



నీవోడిమియమ్

త్రాగుటకు ఉపయోగించునీటిలో కొంతమట్టుకు కారిన్య మున్నను హానిలేదు. కాని దానియందు శరీరమునకు రోగ మును కలుగజేయుసూక్ష్మజీవులుఉండరాదు. సూక్ష్మజీవులు లేకుండచేయుటకు, పట్టణములలో నీటిసరఫరా సంస్థలలో సూక్ష్మజీవినాశకములగు రాసాయనికద్రవ్యములనునీటిలో కలుపుదురు. బురదకణములు లేకుండ ఇసుకలో నుండి నీటిని వడపోయుదురు. ఓజోన్ వాయువును నీటితోకలుపుట సూక్ష్మజీవులను తొలగించుటకు ముఖ్యమైన ఉపాయము.

నీటిని ముడిద్రవ్యముగా ఉపయోగించి, విద్యుత్విశ్లేషణమువలన ఆక్సిజన్ ని, హైడ్రోజన్ ని, ఆవిరిని కాలుచున్న ఇనుముపై పంపినపుడు హైడ్రోజన్ ని, కాలుచున్న బొగ్గుపై పంపినపుడు హైడ్రోజన్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ మిశ్రమును, పారిశ్రామికముగా తయారు చేయుచున్నారు. పి. వి. కృ. మూ.

నీవోడిమియమ్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 60; సంకేతము Nd; పరమాణుభారము 144.27. దీని ఉనికిని 1885 లో ఖార్ ఫాన్ వెల్జ్ బాక్ కనుగొనెను. విశిష్టగురుత్వము 0.90; నీవోడిమియమ్ యొక్క ఆక్సైడ్  $Nd_2O_3$  నీలము రంగులో ఉండును. దీనిని గాఢ పరిశ్రమలో ఉపయోగింతురు. \* \* \*

నెప్ట్యూనియమ్: ఇది ఒక రేడియోధార్మిక స్వభావము కల రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 93; సంకేతము Np. పరమాణుభారము 237; ఆవర్తక్రమపట్టికలో యురేనియమ్ తరువాత వచ్చును. పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తియంత్రము (నైక్లోట్రాన్, బీటాట్రాన్) లలో మాధ్యమిక ద్రవ్యముగ జనించును. \* \* \*

నెర్న్స్ట్, వాల్టర్ (1864 - 1941): జర్మను భౌతిక రాసాయనికుడు. జూరిచ్, బెర్లిన్, గ్రాజ్, విట్టెబర్గ్ యూనివర్సిటీలలో విద్యనభ్యసించి లీప్సిగ్ లో గాటింగ్స్ లో కొన్నాళ్లు పనిచేసెను. తరువాత బెర్లిన్ యూనివర్సిటీ యందు భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా మరికొన్నాళ్లు పనిచేసి, తరువాత పార్లటన్ బర్గ్ లో ఫిసికాలిమె టెక్నికల్ రైషాన్సాన్డ్ కు దర్శకుడుగాఉండి కొనకు బెర్లిన్ యూనివర్సిటీ భౌతికశాస్త్ర సంస్థకు నిర్దేశకుడుగా నియమితుడయ్యెను. ఈతని పరిశోధనలు భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్ర పరిధిలోనివి; పరివర్తనీయ విద్యుత్ ఘటములు, ద్రావణ సిద్ధాంతములందు ముఖ్యముగా విద్యుత్ విశ్లేషణముల ప్రసరణము, జలీకరణము, విద్యుత్ విశ్లేషణము అను విషయముల గురించిన పరిశోధనలు ఈయన చేపట్టి అద్భుత ఫల పర్యవసానములకు తెచ్చెను. నిమ్న తాపక్రమములవద్ద ఘనముల విశిష్టోష్ణతను గురించి ఈతడు గావించిన ప్రయో

గములు ఘనస్థితిని గురించిన సిద్ధాంతములకు తోడ్పడి, తృతీయశక్తి నియమప్రతిపాదనకు దారితీసినవి 1920 లో ఈతని రాసాయనిక శాస్త్ర పరిశోధనలకై నోబెల్ బహుమతి లభించినది. మే. వ. స.

నేలబొగ్గు : చూ. కార్బన్ ; పు. 257.

నైట్రోజన్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 7; సంకేతము N; పరమాణుభారము 14.008. దీని ఉనికిని 1772 లో డేనియల్ రూతర్ ఫర్డు కనుగొనెను. ఈ వాయుమూలద్రవ్యము భూమిని ఆవరించి ఉండు వాతావరణమునందు ఆయతనములో 78%ను, బరువులో సుమారు 76%ను కలదు. అంతేకాక ఇది సూర్యుని యొక్కయు, నక్షత్రములయొక్కయు, కొన్ని నెబ్యులాల యొక్కయు వాతావరణములలో ఉన్నట్లు స్పెక్ట్రోస్కోప్ ద్వారా తెలిసినది. దీనిని 'నత్రజని' అనికూడ అందురు.

ఇది నైటర్ (సురేకారము లేదా బెంగాల్ సాల్ట్ పీటర్ లేదా పొటాసియమ్ నైట్రేట్) గాను, చిలీసాల్ట్ పీటర్ (సోడియమ్ నైట్రేట్) గాను భూపృష్ఠమున దొరకును. జంతుశరీరనిర్మాణములో ప్రాముఖ్యమును వహించు జీవ పదార్థమగు ప్రోటోప్లాజమ్ లోను, రక్తమునందు ఉండు వర్ణద్రవ్యమగు హెమోగ్లోబిన్ లోను నైట్రోజన్ సంయుక్తస్థితిలో ఉన్నది.

భౌతికధర్మములు : ఇది రంగు, రుచి, వాసనలేనటువంటి వాయువు. గాలికంటె కొంచము తక్కువ బరువైనది. హైడ్రోజన్ తో పోల్చినప్పుడు దీని పరమాణుభారము 14.008; ఇది నీటిలో ఆక్సిజన్ కన్న కొద్దిగ తక్కువగా కరుగును.

కొద్దిగా ప్రయోగశాలలోను, విరివిగా పరిశ్రమలలోను నైట్రోజన్ వాయువును తయారుచేయుటకు చాలవద్దతులు అమలులో ఉన్నవి.

ప్రయోగశాలలో నైట్రోజన్ తయారీ : ప్రయోగశాలలో నైట్రోజన్ ని దాని యోగికములనుండిగాని, గాలినుండిగాని రాసాయనికవిభాగముగలన తయారుచేయుదురు. గాలి నుండి మంచుచున్న భాస్వరముచే ఆక్సిజన్ ను తొలగించి దీనిని విడదీయవచ్చును. తేమగాఉన్న గాలిలో వచ్చు భాస్వరపుముక్కలనుగాని, ఇనుపపొడినిగాని ఉంచిన అవి ఆక్సిజన్ తో రాసాయనికసంయోగమునొంది నైట్రోజన్ మిగులును. పైరోగెలాల్ అను కార్బన్ యోగికము యొక్క ఊరద్రావములతో గాలిని కలిపినచో ఆ ద్రావణము ఆక్సిజన్ ని హరింపగా నైట్రోజన్ శేషించును. అమోనియావాయువును కాలుచున్న కాపర్ ఆక్సైడ్ ముక్కలపై పంపించిననుకూడ నైట్రోజన్ ను పడయవచ్చును.



అమోనియమ్ నైట్రేట్ \* అను లవణమును వెచ్చబెట్టినచో నైట్రోజన్ శీఘ్రముగా వెలువడును. అమోనియమ్ డైక్రోమేట్ నుకూడ వెచ్చజేసిన నైట్రోజన్ చురుకుగా వెలువడును. ఇది చాల శక్తిమంతమైన మార్పు. ప్రమాదము లేకుండుటకుగాను దీనికి నవాసారము (అమోనియమ్ క్లోరైడ్) కూడ చేర్చి, వేడి చేసెదరు.

పారిశ్రామిక పద్ధతి: గాలిని చల్లార్చి ఒత్తిడిచే ద్రవీభూత మొనర్తురు. దీనిని వాయుద్రవము అందురు. ద్రవీభూతమైన గాలిని ఆంశిక స్వేదన మొనరించినపుడు నైట్రోజన్ సులభముగా వాయురూపము పొంది పైకి వెడలును. ఆక్సిజన్ ద్రవీభూతముగనే మిగిలి ఉండును. ఇట్లు తయారైన నైట్రోజన్ను రాసాయనిక సంయోగము ద్వారా అమోనియా, నైట్రేట్ ఆసిడ్ల తయారీలో ఉపయోగింతురు.

సూక్ష్మజీవులు - నైట్రోజన్: నైట్రోజన్ అమోనియమ్ లవణరూపముగను, నైట్రేట్ లవణరూపముగను ఆకాశము నుండి తొలకరివానలలో భూమిని చేరును. బోసింగో అను ఫ్రెంచ్ శాస్త్రవేత్త మొక్కలు వాతావరణపు నైట్రోజన్ను ఉపయోగించుకొనలేవు అనియు, అమోనియా లవణములు కూడ చాల భాగము నిరుపయోగములు అనియు నిరూపించెను. 1891 లో విన్ గ్రాడ్ స్కీ అను శాస్త్రవేత్త కొన్ని జాతుల బాక్టీరియాలకు నైట్రోజన్ను బంధించుగుణము కలదని నిరూపించెను. ఈ సందర్భమున రెండుజాతుల బాక్టీరియాలను ఇతడు వర్ణించెను. ఒకటి అమోనియాను నైట్రేట్ లుగను, రెండవది నైట్రేట్ లను నైట్రేట్ లుగను మార్చును. బంగాళాదుంప, వరి మొదలగు కొన్ని వృక్షములు మాత్రము అమోనియా లవణములను మాత్రమే వాడుకొను శక్తి గలవి. ఇవి ఆప్లుస్ త్రములలో వృద్ధిచెందును. 1886 లో హెల్ రీగెల్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ విషయమును తిరిగి వర్ణించువరకు ఇది ప్రసిద్ధికెక్కలేదు. 1891 లో హెల్ రీగెల్, విల్ ఫార్త్ అనువారల కృషిఫలితముగ కొన్ని క్రిమిజాతులను భూసారమును హెచ్చించుటకై భూమిలో పెంచుట ప్రారంభించిరి. భూమిలోని సూక్ష్మజీవులు, ముఖ్యముగా బాక్టీరియా, అమోనియా లవణములను ఇంకను మార్పు చెందించి నైట్రేట్ ల ద్వారా నైట్రేట్ లుగ మార్చును. ఈ నైట్రేట్ లను ఉపయోగించి తమ శరీరమందు జరుగు

రాసాయనికవిభాజకసంయోజక ప్రక్రియలద్వారా వృక్షములు మాంసకృత్తులను నిర్మించుకొనును.

బెర్ట్ లే అను శాస్త్రజ్ఞుడు జీవరహితమైన భూములలో నైట్రోజన్ రాసాయనికముగ బంధింపబడదని నిరూపించెను. విన్ గ్రాడ్ స్కీ, జరిన్ అనువారు చేసిన కృషి ఫలితముగా ఆక్సిజన్ నొల్లని క్లాస్ట్రీడియమ్ జాతికి చెందిన పాస్పరేనియస్ వర్గములోని బాక్టీరియా నైట్రోజన్ నైట్రేట్ లుగ మార్పుచెందించునని నిరూపించిరి. ఈ బాక్టీరియాను ప్రోటోజోవా అను ప్రాథమికజీవులు భక్షించును. కాని ఆశ్చర్యమగుసంగతి ఏదన ప్రోటోజోవా అభావములో ఈ బాక్టీరియా పనిచేయవని నిరూపింపబడెను. ప్రకృతిలో నైట్రోజన్ బంధనమునకు మరొక చక్కటి పద్ధతికూడ కలదు. ముఖ్యముగా 'లెగ్యూమి నోసే' అను వృక్షజాతికి చెందినవాటిలో ప్రేక్షపై కంతులు (నాడ్యూల్స్) ఉండును. ఇందుండు బాక్టీరియా నేలలో కలిసిఉన్న నైట్రోజన్ను రాసాయనికముగ బంధించును. వేరుజాతుల సూక్ష్మజీవులు నైట్రోజన్ యాగికముల నుండి నైట్రోజన్ను విడుదలచేయగలవు. వీటిమూలమున ప్రతి సెకనుకును చాల నైట్రోజన్ వాయురూపమున గాలిని చేరుచుండును. దీనికి వినశ్రీకరణము అని పేరు.

ప్రకృతిలో ఉన్న నైట్రోజన్ యొక్క బంధన: భూమిలో నైట్రోజన్ను సమకూర్చుట వృక్షాహారవ్యవస్థకు మిక్కిలి ముఖ్యము. వ్యవసాయములో మిక్కిలి ప్రముఖ సమస్య రాసాయనికపు ఎరువులసమస్య. నైట్రోజన్ వృక్షములకు ఆహారముగా ఉపయోగించెడి ద్రవ్యములలో మిక్కిలి ముఖ్యము. ఒక్క వ్యవసాయమునకే 75% ప్రకృతిలో నుండి, పరిశ్రమనుండి తయారగు సోడియమ్ నైట్రేట్, అమోనియమ్ సల్ఫేట్ రూపములలో నైట్రోజన్ ఉపయోగింపబడుచున్నది.

వ్యవసాయ పరిశ్రమకు ప్రపంచములో సమృద్ధిగా ఫాస్ఫేట్ లు, పొటాసియమ్ లవణములు ఉన్నను నైట్రోజన్ విషయములో మాత్రము పారిశ్రామికముగా గొప్ప విప్లవము జరిగెను. వ్యవసాయమునకు కావలసిన నైట్రోజన్ అందజేయుచున్న ఎరువు చిలీదేశపు నైటరులవణముల గుట్టలు. 1830 లో ఇవి కనుగొనబడిననాటినుండి 1880 వరకు విరివిగా ఉపయోగించబడెను. దీని కారణమున దేశముల మధ్య పోటీ ఎక్కువయ్యెను.

సర్ విలియమ్ క్రుక్స్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ లవణముల నిలువలు ఎక్కువ కాలమువరకు చాలవని ప్రపంచమును హెచ్చరించెను. గాలిలో ఉన్న నైట్రోజన్ వృక్షములకు నిరుపయోగము; అమోనియారూపములో ఉన్న

\* అమోనియమ్ నైట్రేట్ శోధనాగారమందు సిద్ధముగా ఉండు ద్రవ్యములలో ఒకటికాదు. అందువలన ఈ ప్రయోగమున సోడియమ్ నైట్రేట్, అమోనియమ్ సల్ఫేట్ మిశ్రమును వాడుక చేయుదురు.



## నైట్రోజన్

నైట్రోజన్ కూడ మొక్కలకు నిరుపయోగమే. కొన్ని పద్ధతులవలన దానిని నైట్రేట్ గా మార్చిన పిదపనే అది మొక్కలకు ఉపయోగించును. గాలిలోని నైట్రోజన్ ను

ఇట్లు బంధించుటకు ప్రపంచమంతట విరివిగా ప్రయత్నములు జరిగెను. నైట్రోజన్ రాసాయనికముగా బంధించుటకు మూడు పద్ధతులు ఉన్నవి. విద్యుచ్ఛక్తిచే గాలి, రాసాయనిక శక్తిచే గాలి, నైట్రోజన్ ను

నైట్రేట్ గా మార్పుపద్ధతులు నైట్రేట్ అసిడ్, తయారీ సందర్భములో విశదముగా చర్చించబడినవి. వాయురూపమున చదరపు గజమునకు 58 టన్నులవరకు నైట్రోజన్ ఉన్నను 5,000 పాళ్ళలో ఒక్క పాలు మాత్రము ప్రకృతిలో చలామణి అగుచున్నది. ఈ నైట్రోజన్ చలామణికిని, అనేక జీవజాతుల జీవితపథములకును గల సన్నిహిత సంబంధము చూడదగినది. గాలిలోని నైట్రోజన్ రాసాయనిక సంయోగము ద్వారా జీవులకు ఉపయోగించి తిరిగి వాయురూపమున గాలిలో లీనమగుట చక్రమును పోలుటచే దీనికి రాసాయనిక పరిభ్రమణము లేక 'నైట్రోజన్ చక్రము' అని పేరు.

ఉత్తేజిత నైట్రోజన్: నైట్రోజన్ అణువును విచ్ఛేదించుటకు అపరిమితమైన శక్తి ఆవశ్యకమగుటచే సాధారణతాప విధానములచే దాని అణువుల నుండి పరమాణువులను

సాధించలేము. కాని పరమాణురూపమున ఉన్న నైట్రోజన్ దాని వర్ణమాలలో సూచితమగును.

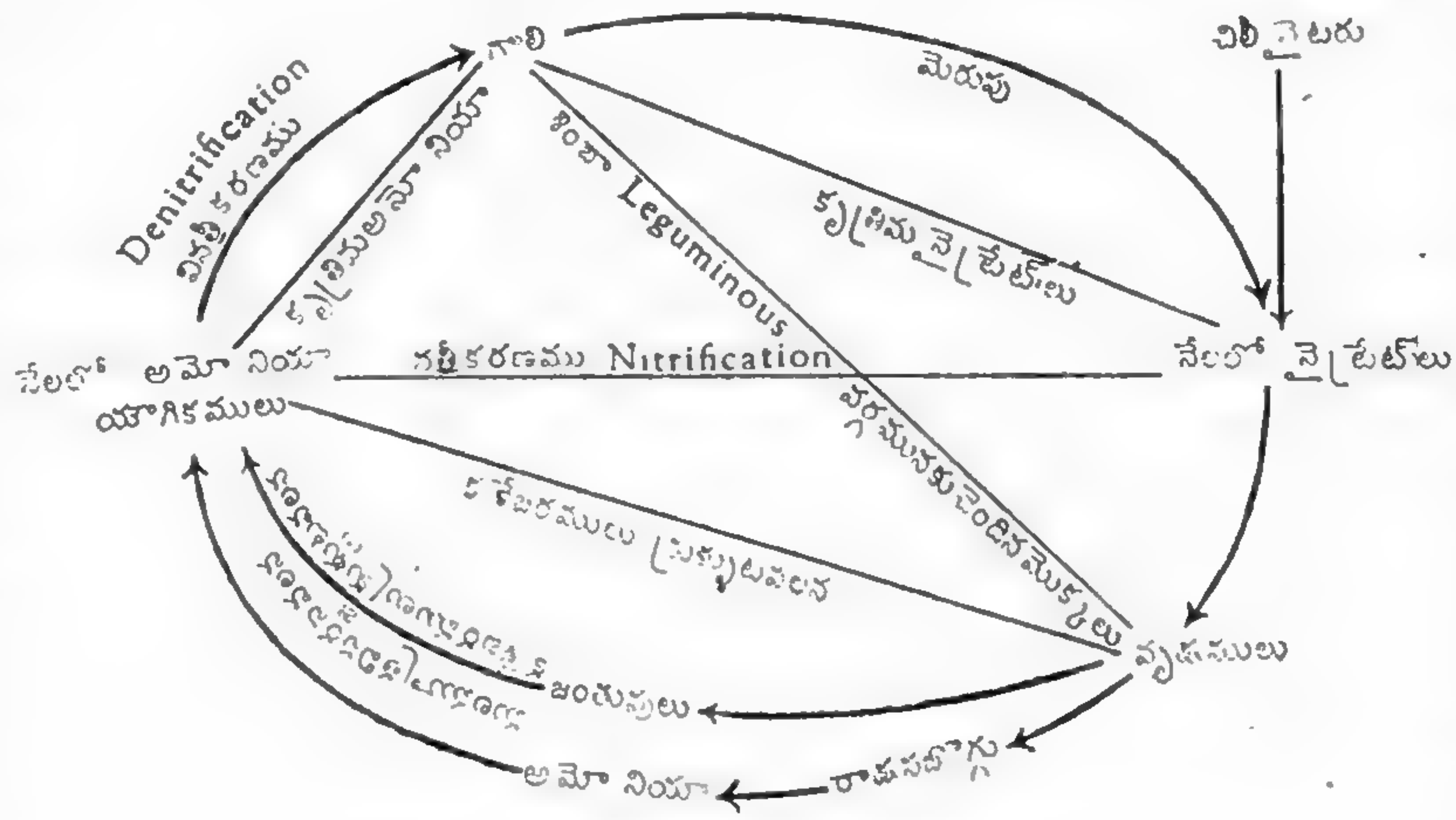
చాల తక్కువ ఒత్తిడిలో నైట్రోజన్ గల నాళము

గుండా విద్యుదుత్పర్గము జరిగినపుడు రాసాయనికముగా మిక్కిలి చురుకైన నైట్రోజన్ జనించును. విద్యుదుత్పర్గమును ఆపివేసిన తరువాత కొన్ని గంటల వరకు నాళమందు పసుపు

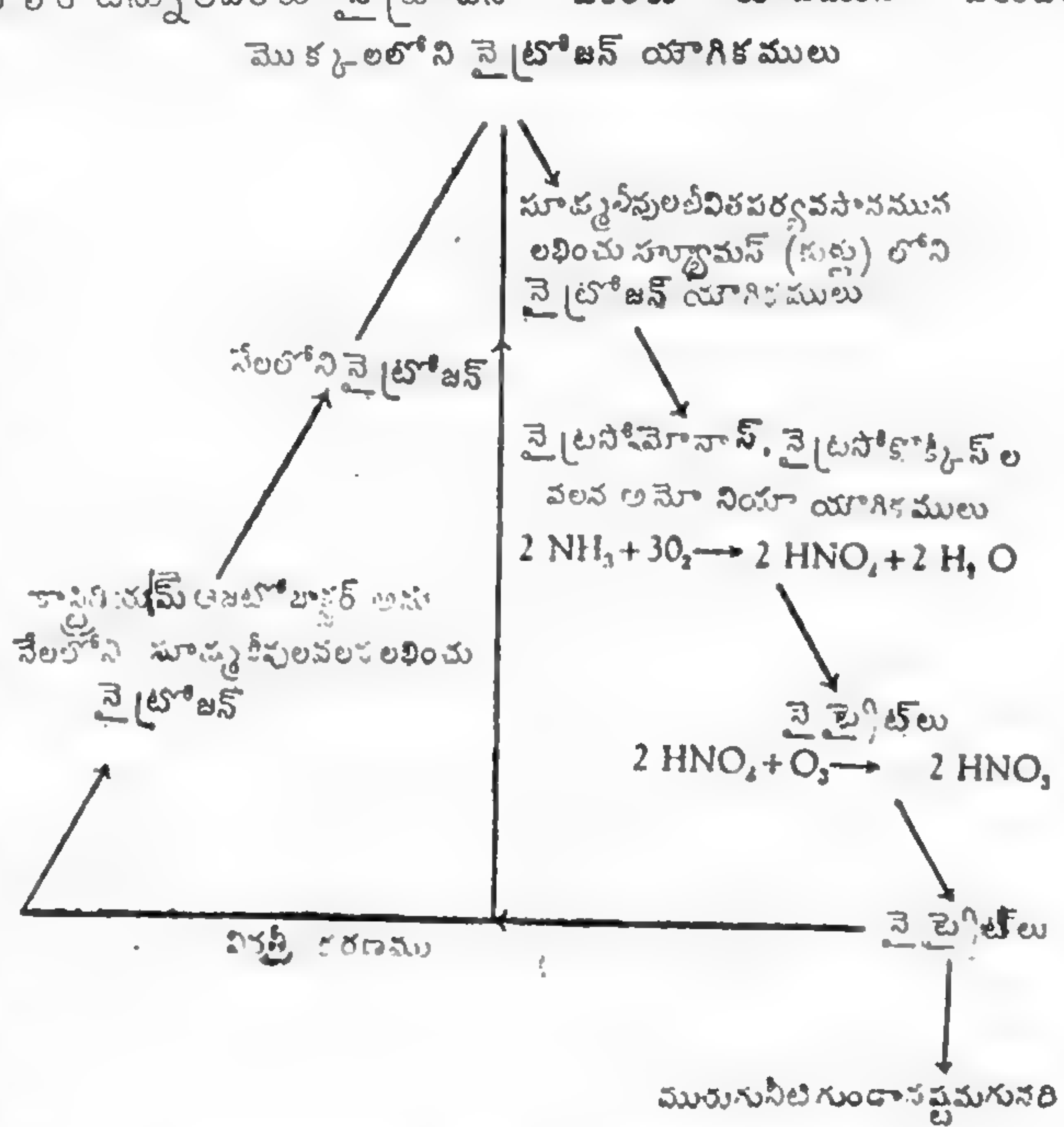
కాంతి గోచరించును. ఈ శేషప్రకాశము ఉత్తేజిత నైట్రోజన్ సాధారణ నైట్రోజన్ గా మారుప్రక్రియలో వికిరణ రూపమున వెలువడిన శక్తి అని శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించిరి. చురుకైన నైట్రోజన్ తో కాంతి వర్ణమాల పరీక్ష చేసినప్పుడు ఆ నైట్రోజన్ యందు పరమాణువుల జాడపమియు కానరాలేదు. అందువలన ఉత్తేజిత హైడ్రోజన్ వలె చురుకైన నైట్రోజన్ పరమాణురూపమున ఉన్న మూలద్రవ్యము కాదని నిశ్చితమైనది.

ఉత్తేజిత నైట్రోజన్ ని శుద్ధమైన నైట్రోజన్ నుండి రూపొందించవచ్చును. లేశమాత్రము ఆక్సిజన్ నికలిపినచో అది శీఘ్రముగా జనించును.

సోడియమ్, ఆర్సెనిక్, భాస్వరము వీటి బాష్పములతోను, పాదరసముతోను, అయిడిన్ బాష్పముతోను, ఉత్తేజిత నైట్రోజన్ రాసాయనికముగా సంయోగించి



ప్రకృతియందు సంభవించు నైట్రోజన్ సంచారచక్రము



సూక్ష్మజీవులవలన కలుగు నైట్రోజన్ సంచారము



నైట్రైడ్లను ఇచ్చును; రాగి, బంగారము వంటి ధాతువులు నైట్రైడ్లుగా మారక, దానిని అణు నైట్రోజన్ గా మార్చుటకు ప్రేరకములుగా ఆచరించును.

ఉత్తేజిత నైట్రోజన్ యొక్క నిజస్వభావము ఈవరకును తెలియలేదు. దాని రాసాయనిక ప్రవృత్తికిని, ప్రకాశాంతరస్థితికిని సంబంధము ఉన్నట్లు అగపడదు. ఏలన ప్రకాశాంతరస్థితి అంతరించిన తరువాతకూడ రాసాయనిక ప్రవృత్తి కొంతకాలము నిలిచి ఉండును. పి.ఎస్.ఎస్.

నైట్రోజన్ యోగికములు : నైట్రోజన్ ముఖ్యముగా హైడ్రోజన్ తో, ఆక్సిజన్ తో సంయోగించును. హేలోజన్ యోగికములు కలవు గాని అవి మిక్కిలి ఉపద్రవకరములైన విచారకద్రవ్యములు.

హైడ్రోజన్ యోగికములు : అమోనియా ( $\text{NH}_3$ ); హైడ్రజీన్ ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ); హైడ్రోజోయిక్ ఆసిడ్ లేదా ఆజోఎమైడ్ ( $\text{HN}_3$ )

అమోనియా : ఇది రంగులేని ఘాతైనవాయువు. గాలిలోను, కొన్ని నూతులలోను, భూమిలోను ఆప్లుములతో లవణరూపమున ఇది విరివిగా కనబడును. ఇటలీలోని 'టస్కనీ' అను రాజ్యమున 'సోఫానీ'లో అమోనియమ్ సల్ఫేట్ గాను, పెరూదేశపు గ్వానోలవణరాశులలో అమోనియమ్ కార్బోనేట్ గాను ఇది కానవచ్చును.

ఉనికి : వాతావరణమందు విద్యుత్ చే ఉత్తేజితములు అయినపుడు నైట్రోజన్ కిని, హైడ్రోజన్ కిని సంయోగము కలిగి 2% అమోనియా గాలి పర్పడును.

శోధనాగారమందు అమోనియాను, నవాసారము ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) ను తడిసున్నముతో వేడిచేసి తయారుచేయవచ్చును.

$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
గాఢఅమోనియాద్రావణమును ప్లాస్క్ లో వేడిచేయుట వలనకూడ అమోనియాను తయారుచేయవచ్చును.

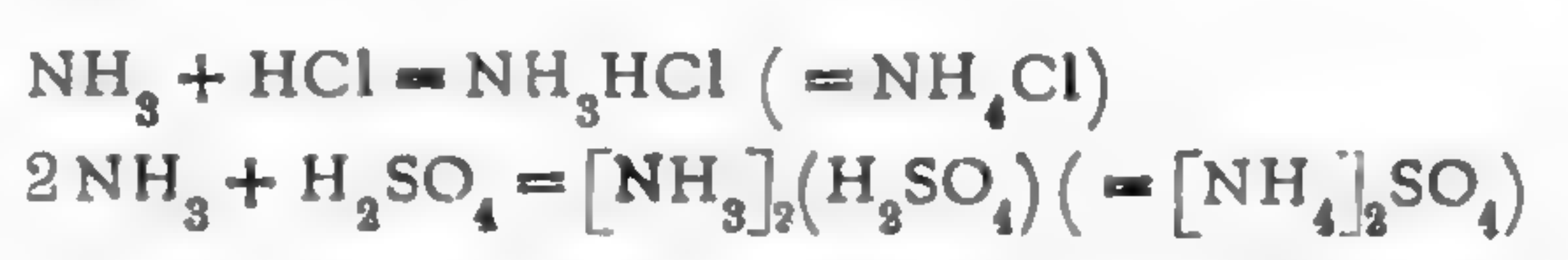
భౌతికధర్మములు : గాలికన్న చురుకైనవాయువు; నీటిలో కరుగును. అందువలననే తలక్రిందులుగా పెట్టిన పాత్రలోనికి అమోనియా వచ్చెడి మోచకనాళమును దూర్చి ఈవాయువును సంగ్రహించవచ్చును. ఆల్కహోల్, ఈతర్ ద్రవములలోకూడ అమోనియా కరుగును. జలుబుచేసినప్పుడు ఉపశాంతికై దీనిని ఆఘ్రూణించురు; ఎక్కువైనచో ముక్కు మందును.

రాసాయనికధర్మములు : ఆక్సిజన్ వాయువులో అమోనియామందును. వాసనవల్ల నేకాక ఎర్రలిట్మస్ ద్రావణమును నీలిరంగుగా చేయుగుణమువలన కూడ అమోనియాను గుర్తించవలెను; ఈ గుణము ఊరములకు కలదు.

అందువలన అమోనియా ఊరగుణము కలది. నీటిలో అత్యల్పరాశిలో కలిసి ఉన్న అమోనియాను నెస్లర్ ద్రావణముచే గుర్తించవచ్చును. ఈద్రావణము ఊరముకలిపిన మర్క్యూరిక్ పొటాసియమ్ అయిడైడ్ ( $\text{K}_2\text{HgI}_4$ ) యొక్క జలద్రావణము. అమోనియా ఎంత కొంచెము ఉన్నను నెస్లర్ ద్రావణము పసుపురంగును కలుగచేయును. ఈరంగు యొక్క గాఢత పరీక్ష్యద్రావణములో అమోనియా యొక్క పాలునుపట్టి ఉండును.

ఊరగుణముకలది కనుక అమోనియా ఆప్లుములతో కలిసి లవణములను ఇచ్చును (చూ. ఆప్లుములు, లవణాధారములు - పు. 172). ధాతుగుణములచే తొలగించబడగల హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఆప్లుము రచనలో ఎన్ని ఉండునో అన్ని అమోనియా అణువులు ఆప్లుములతో సంయోగించి లవణము ఏర్పడును.

ఉదా :



ఇట్టి లవణములలో అమోనియా అణువు ఆప్లుము యొక్క హైడ్రోజన్ అయన్ తో కలిసి ధనావిప్ల అమోనియమ్ గణము ( $\text{NH}_4^+$ ) ఏర్పడును. అందువలన అమోనియమ్ లవణములు అన్నిటిలో అమోనియమ్ గణము ( $\text{NH}_4^+$ ) ఉన్నట్లు భావించవలెను. అమోనియమ్ లవణములు ఊర లవణములను పోలిఉండును. కనుక ( $\text{NH}_4^+$ ) గణమునకు సోడియమ్, పొటాసియమ్ అనునట్లు అమోనియమ్ అను పేరు వచ్చినది. అనగా సోడియమ్, పొటాసియమ్ మొదలగు ఏకయోజనీయగణములు ఆప్లుములోఉన్న హైడ్రోజన్ యొక్క స్థానమును ఆక్రమించి ఎట్లు లవణమేర్పడునో అట్లే ఏకయోజనీయ అమోనియమ్ గణము కూడ ఆచరించును. అందువలననే సోడా, పొటాష్ ఊరములను  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  అని నిరూపించినట్లుగా అమోనియమ్ ద్రావణమును కూడ  $\text{NH}_4\text{OH}$  అని నిరూపించవలెను. ఊరముల ఊరత్వగుణము హైడ్రాక్సిల్ ( $\text{OH}$ ) గణము యొక్క ఉనికినిపట్టి ఉండును. అందువలన అమోనియా ద్రావణమందు కూడ ( $\text{OH}$ ) గణము ఉన్నది:



అమోనియా పారిశ్రామికపద్ధతి : పారిశ్రామికముగా అమోనియాను తయారు చేయుపద్ధతులు అమోనియా లవణముల ప్రాముఖ్యమునుబట్టి ఉండును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ నకు ఇది ప్రధానపారిశ్రామిక ప్రస్తానద్రవ్యమగుటచేత ఇది ప్రాధాన్యమును వహించుచున్నది.



## నైట్రోజన్ యోగికములు

దీపమునుండి అమోనియా తయారీ : విద్యుచ్ఛక్తి అమలులోనికి వచ్చుటకు పూర్వము ఇల్యూమినేటింగ్ గాస్ అనేది వాయువును (దీపవాయువును) నేలబొగ్గుయొక్క నిర్వాత స్వేదనముద్వారా తయారుచేసెడివారు. దీనిలో గాస్ లిక్కిర్ అను నీటిద్రావణము ఒకటి వచ్చెడిది. దీనిని సున్నముతో మరగించినప్పుడు నీటిఆవిరితో అమోనియా పైకిపోయెడిది. ఇదియే అమోనియాతయారీలో ప్రథమయత్నము. ఈ అమోనియాను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లోనికి పంపినప్పుడు అమోనియమ్ సల్ఫేట్ తయారయ్యెడిది. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఖరీదు ఎక్కువగాఉన్నచోట అయోనియాలిక్కిర్ లేక గాస్ లిక్కిర్ ను జిప్సమ్ తో మరగించిన 17% అమోనియా వ్యర్థమగునని, శేషించినది అమోనియమ్ సల్ఫేట్ గా మారునని వార్త అనునతడు 1903 లో అంచనావేసెను. ఈవిధముగా లభ్యమగు అమోనియా కొన్ని విషవాయువులతో మిశ్రిత మగుట వలన నిష్కల్మషమని చెప్పలేము. నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ మొదలగునవి చాలవరకు దీనియందు మాలిన్యములుగా ఉండును; ఇవి ఆరోగ్యమునకు హానికరములు.

కర్రనుండి తయారయ్యెడి అమోనియా విషయమున గూడ పారిశ్రామికముగా కృషిజరిగినది, మాంసకృత్తులు ప్రధానముగాగల జంతువులయొక్క లేదా మొక్కలయొక్క శిథిలములను సున్నముతో వేడిచేసిన అమోనియా విడివడునని ఇదివరకే నిశ్చితమైనది. వృక్షములు శిథిలమైనపుడు లభించు పీట్ అను ద్రవ్యమును తేమ గాలిలో 250°C వరకు వేడిచేసినపుడు దానిలోని నైట్రోజన్ 90% వరకు అమోనియాగా మారుటకు వీలు ఉన్నదని ఫ్రాంక్, కేరో అను శాస్త్రజ్ఞులు నిరూపించిరి.

వాతావరణ నైట్రోజన్ అమోనియా తయారీ : వాతావరణములో ఉన్న నైట్రోజన్ నుండి అమోనియాను తయారుచేయుపద్ధతులు రెండు విధములుగా విభజింపవచ్చును. 1. నైట్రోజన్ ను ధాతువులతోగాని, వాని ఆక్సైడ్ లతోగాని, కార్బోనేట్ లతోగాని, నైట్రైడ్ లుగా సంయోగింపజేసి వానిని నీటిచే అమోనియాగా విశ్లేషించుట; 2. స్వచ్ఛమగు నైట్రోజన్ ని హైడ్రోజన్ తో ప్రేరకద్రవ్యములసన్నిధిలో సంయోగింపజేసి అమోనియాను సిద్ధము చేయుట.

ధాతువులను ఉపయోగించుపద్ధతి : కొన్ని ధాతువులకు ముఖ్యముగా కాల్షియమ్, మగ్నీషియమ్, సైటానియమ్, అల్యూమినియము మొదలగువానికి నైట్రోజన్ తో నైట్రైడ్ లుగా పరిణమించు స్వభావము కలదు.

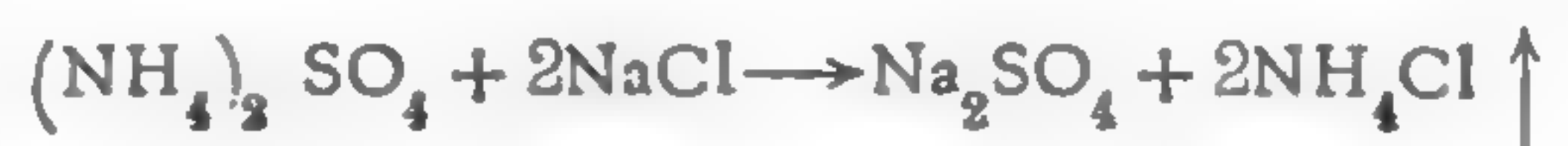
సర్పైకోపద్ధతి : అల్యూమినియముతయారీకి ఉపయోగించు బాక్సైట్ అను ఖనిజమును బొగ్గుతోకలిపి విద్యుత్ కొలిమిలో నైట్రోజన్ సంపర్కమున వేడిచేసినచో అల్యూమినియము నైట్రైడ్ అను యోగికము లభించును. దీనిని సోడా షారముతో వెచ్చబెట్టిన అమోనియా - అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ - సోడా షారమిశ్రము లభించును. ఈ మిశ్రము నే తిరిగి అమోనియాతయారీకి ఉపయోగింతురు.

సున్నమును బొగ్గుతోకలిపి విద్యుత్ కొలిమిలో వేడిచేసినపుడు కాల్షియమ్ కార్బైడ్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ లభించును. కాల్షియమ్ కార్బైడ్ నైట్రోజన్ తో కలిపి వేడిచేసినపుడు బొగ్గు, నైట్రోజన్ కలిసి సైనమైడ్ గా మారి కాల్షియమ్ తో సంయోగించి కాల్షియమ్ సైనమైడ్ లభించును. దీనిని జలముతో విశ్లేషించినచో అమోనియా లభ్యమగును. గాలిని ఎర్రగా కాలుచున్న రాగిపై పంపినపుడు అందుండు ఆక్సిజన్ తామ్రముతో సంయోగించి నైట్రోజన్ మిగిలిపోవును. ఈ నైట్రోజన్ ని పై పద్ధతిలో వాడుదురు. ఈ కాల్షియమ్ సైనమైడ్ నే రాసాయనికపు ఎరువుగా వాడవచ్చునని నిరూపించినవారు వాగ్నర్, గెర్లాఫ్ అనువారు.

హేబర్ పద్ధతి : ప్రఖ్యాత రాసాయనిక శాస్త్రవేత్త హేబర్ ఈ పద్ధతిని కనుగొనెను. దీనిమూలముగా అమోనియా పారిశ్రామికముగా తయారగుచున్నది. ఇందు ద్రవీభూతమైన గాలినుండి తయారగు స్వచ్ఛమగు నైట్రోజన్ ను నీటినుండి తయారుచేయబడిన హైడ్రోజన్ ని ఉపయోగింతురు.

అమోనియమ్ క్లోరైడ్ (నవాసారము) : ఇది నీటిలో కరుగును. వేడిచేసిన ఉత్పలితముగా పైకిపోవును. ఉత్పలితన క్రియలో ఈ లవణము కొంత రాసాయనిక విచ్ఛేదనమును చెందును.  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HCl}$  విచ్ఛిన్న అణువులు వేడి తగ్గినపుడు మరల కలసి అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ఏర్పడును.  $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

అమోనియమ్ సల్ఫేట్ తో సోడియమ్ క్లోరైడ్ కలిపి వేడిచేయుటవలన ఉత్పలితరూపమున నవాసారము లవణము లభించును:



నిరార్థ విద్యుత్ ఘటములను, లెక్ట్రాంపి ఘటములను తయారుచేయుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు; అమోనియా సోడా ప్రక్రియలో ఇది ఉపద్రవ్యముగా లభించును.

అమోనియమ్ సల్ఫేట్  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ : నేలబొగ్గు నుండి గాస్ ను తయారుచేయు ప్రక్రియలో, గాస్ ను కడు



గుటకు ఉపయోగించునీటిలో తారుతోపాటు అమోనియా కరగిఉండును. దీనికి విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ను కలిపి వడపోసి, స్ఫటికీకరించినచో అమోనియమ్ సల్ఫేట్ లవణము లభించును.

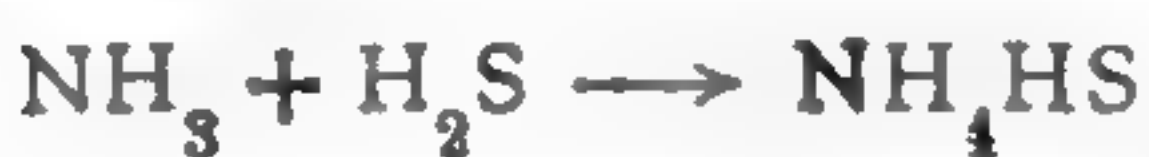
అమోనియమ్ కార్బోనేట్  $[(NH_4)_2 CO_3]$ : అమోనియాను కార్బన్ డైఆక్సైడ్తో సంతృప్తము చేసినచో అమోనియమ్ బై కార్బోనేట్  $(NH_4HCO_3)$  లభించును. దీనికి మరంత ఆయతనము అమోనియాను కలుపుటవలన కార్బోనేట్ లభించును :



వేడిచేసినచో ఇది సంపూర్ణముగా విచ్ఛేదనమును పొందును:

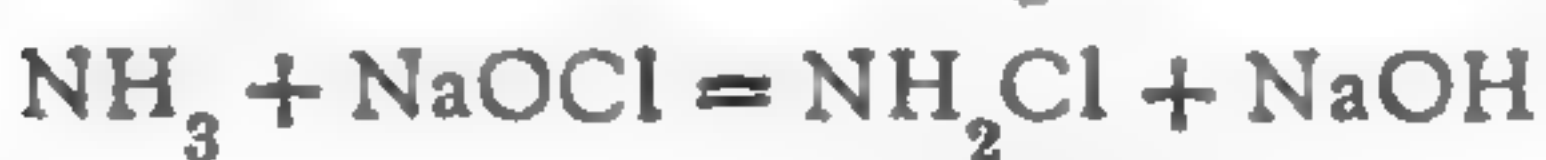


అమోనియమ్ హైడ్రోసల్ఫైడ్  $[(NH_4) HS.]$ : అమోనియా ద్రావణమును హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువుచే సంతృప్తపరచినప్పుడు లభించును :



ఈ ద్రావణములో గంధకము సులభముగా కరగి పసుపు పచ్చటి రంగుగల ద్రావణమును ఇచ్చును. దీనికి పసుపు అమోనియమ్ సల్ఫైడ్ అని పేరు. ఈ ద్రావణము ధాతువుల గుణాత్మక విశ్లేషణములో రెండవవర్గపు సల్ఫైడ్లను, ఆసిడ్ సల్ఫైడ్లు, లవణాధార సల్ఫైడ్లు అని రెండు తరగతులుగా విభజించుటకు సాధనమైనది. ఆసిడ్ సల్ఫైడ్లు [ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్  $(As_2S_3)$  వంటివి] ఊర సల్ఫైడ్ అయిన అమోనియమ్ హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్లో కరుగును; రెండవజాతి సల్ఫైడ్లు  $(CuS)$  వంటివి కరుగవు.

హైడ్రజీన్  $(N_2H_4)$ : అమోనియా ద్రావణమునకు సోడియమ్ హైపోక్లోరైట్ ద్రావణమును చేర్చినచో మోనోక్లోరేమిన్ మొదట ఏర్పడును :

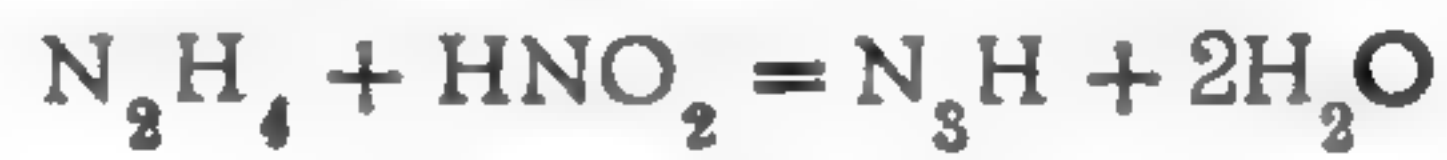


మోనోక్లోరేమిన్

ఈ పై యోగికమునకు అమోనియా కలిపినచో హైడ్రజీన్ లభించును.  $NH_2Cl + NH_3 = N_2H_4 + HCl$  హైడ్రజీన్ అమోనియావలె కొంత ఊరగుణముకలది. అమోనియా ఏకాష్టలవణాధారము; కాని హైడ్రజీన్ ద్విష్టలవణాధారము. ఇది రెండు రకములైన లవణములను  $(N_2H_4 \cdot HCl, N_2H_4 \cdot 2HCl)$  ఈయగలదు. ఇది నీటిలో కలిసి హైడ్రజీన్ హైడ్రేట్  $(N_2H_4 \cdot H_2O)$ ను

ఇచ్చును. పరిశుద్ధ స్థితిలో హైడ్రజీన్  $113.5^\circ C$  వద్ద మరుగుద్రవము. దీని లవణములన్నియు ప్రబల ఆక్సిహరణ సాధనములు. ఫోటోగ్రాఫీలో ఆక్సిహరణ సాధనములుగా వాడుకలో ఉన్నవి.

హైడ్రోజోయిక్ ఆసిడ్  $(HN_3)$ : నైట్రస్ ఆసిడ్ను హైడ్రజీన్ హైడ్రేట్ ద్రావణముతో కలిపినపుడు ఈ యోగికము ఏర్పడును.



దీనికి ఆజోఎమైడ్ అను పేరుకూడకలదు. దీని ఆప్లుత దీని వింతగుణము. ఆప్లుతలో ఇది హేలోజన్ ఆప్లుములను పోలిఉండును. దీని సీసపుయోగికము లెడ్ ఆక్సైడ్ తూటా కేవులలో ప్రథమవిచారక ద్రవ్యముగా ఉపయోగింతురు; దీని రచన  $H-N \equiv N \equiv N$

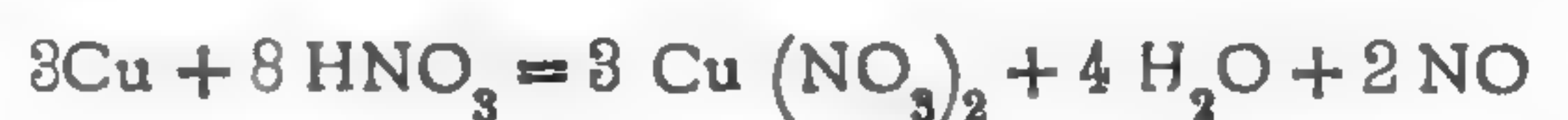
| ఆక్సైడ్లు                          | హైడ్రేట్లు                           |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| నైట్రస్ ఆక్సైడ్ $(N_2O)$           | ← హైపోనైట్రస్ ఆసిడ్                  |
| నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ $(NO)$            |                                      |
| నైట్రోజన్ ట్రిఆక్సైడ్ $(N_2O_3)$   | నైట్రస్ ఆసిడ్ $(HNO_2)$              |
| నైట్రోజన్ టెట్రాఆక్సైడ్ $(N_2O_4)$ | { నైట్రస్, నైట్రిక్ ఆసిడ్<br>మిశ్రము |
| నైట్రోజన్ పెంటాఆక్సైడ్ $(N_2O_5)$  | నైట్రిక్ ఆసిడ్ $(HNO_3)$             |

నైట్రస్ ఆక్సైడ్: అమోనియమ్ నైట్రేట్ను జాగ్రత్తగా వేడిచేసినచో లభించును :



ఇది రంగులేనివాయువు; పీల్చిన నవ్వు పుట్టించును. అందువలన దీనికి 'హాసవాయువు (లాఫింగ్ గాస్)' అని పేరు. దీనిని చిన్న చిన్న శస్త్రచికిత్సలకు సమ్మోహన సాధనముగా వాడుకచేయుదురు. ఇది చల్లని నీటిలో కరుగును; వేడినీటిలో కరుగదు. అందుచే వేడినీటిపై దీనిని సంగ్రహించవచ్చును. ఆక్సిజన్ వలె ఇది పుల్లకొనను ఉన్న నిప్పును మండునట్లు చేయును.

నైట్రిక్ ఆక్సైడ్  $(NO)$ : నైట్రిక్ ఆసిడ్తో, ముఖ్యముగా విలీనాష్టముతో అనేక ధాతువులు ఈ వాయువును జనింపజేయును; ఈ పనికి రాగిని సాధారణముగా వాడుదురు.



రంగులేనివాయువు; గాలి సంపర్కమున పసుపురంగు కలిసిన ఎరుపురంగు గల  $NO_2$  గా మారును.





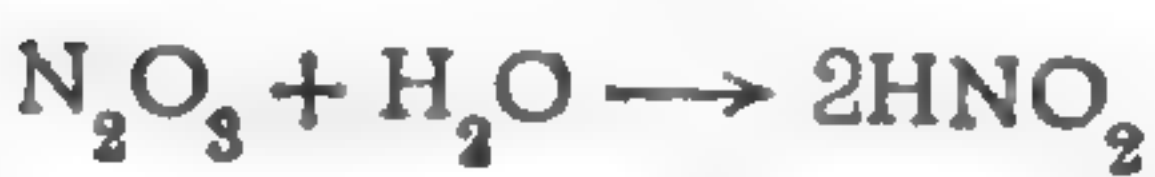
## నైట్రోజన్ యోగికములు

అందువలన దీని వాసననుకూడ గుర్తించుటకు వీలులేదు. నైట్రోజన్ ని యోగికరూపమున బంధించువద్దతులలో ఒక దానిలో విద్యుచ్ఛాపమందు ఈ వాయువును గాలిలోఉన్న నైట్రోజన్ - ఆక్సిజన్ మిశ్రమునుండి తయారుచేయుదురు. ఈ వాయువును నీటిపై సంగ్రహించవచ్చును.

నైట్రోజన్ ట్రై ఆక్సైడ్ ( $N_2O_3$ ):  $NO$ ,  $NO_2$  వాయువుల సమఅణుభారమిశ్రమును శీతలీకరించుటవలన నీలిరంగుగలద్రవముగా  $N_2O_3$  లభ్యమగును. ఆర్సెనీయస్ ఆక్సైడ్ ను నైట్ర్ ఆసిడ్ తో వేడిచేసినను లభించును :



ఇది నీటిలో కరగి నైట్ర్ ఆసిడ్ ఏర్పడును :



సోడా, పొటాష్ ఔరములతో సోడియమ్ నైట్రేట్ ను, పొటాసియమ్ నైట్రేట్ ను ఇచ్చును :



నైట్ర్ ఆసిడ్ : నైట్రోజన్ ట్రై ఆక్సైడ్ ( $N_2O_3$ ) నీటిలోకలసి నైట్ర్ ఆసిడ్ జనించును. కాని నైట్రోజన్ ట్రై ఆక్సైడ్, పెంటాక్సైడ్ పాటి స్థిరత్వముకలిగిన యోగికము కాదు. అయినను నైట్ర్ ఆక్సైడ్, నైట్రోజన్ డై ఆక్సైడ్ ల మిశ్రము ( $NO + NO_2$ ), నైట్రోజన్ ట్రై ఆక్సైడ్ యోగికమువలె పనిచేయును. అనగా అది నీటిలో, ముఖ్యముగా ఔరముతో కలసిన నీటిలో, లీనమై ఔరధాతు నైట్రేట్ లవణములను ఇచ్చును. సోడాఔరమును తీసికొనిన క్రింది ప్రక్రియ సిద్ధించును :



ఈవచ్చిన సోడియమ్ నైట్రేట్ ను విలీనమైన ఖనిజామ్లముతో ద్విపరివర్తనక్రియకు గురిచేసినచో అతిచంచలమగు నైట్ర్ ఆసిడ్ సిద్ధించును :



ఈఆమ్లము సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ వలె స్థిరమైనదికాదు. నిలవఉంచినచో శీఘ్రముగా రాసాయనికవియోగమును చెందును :



నైట్రేట్ లు: ధాతుఆక్సైడ్ లతో నైట్ర్ ఆసిడ్ సంయోగించునపుడు లభ్యమగు లవణములకు నైట్రేట్ లు అనిపేరు. ఈలవణములను తయారుచేయుటకు సుకరమైనద్రవ్యము సోడియమ్ నైట్రేట్. సోడియమ్ నైట్రేట్ ను సీసముతో వేడిచేయగావచ్చినద్రవ్యమును నీటిలోకరగించి స్ఫటికీకరణము

చేసిన సోడియమ్ నైట్రేట్ సులభముగా లభ్యమగును. పొటాసియమ్ నైట్రేట్ ఉంచి కూడ ఇట్లే నైట్రేట్ ఉత్పన్నమగును. తక్కినధాతువులనైట్రేట్ లను తయారుచేయుటకు సోడియమ్ నైట్రేట్ నుండి ద్విపరివర్తన ప్రక్రియయే మనకు శరణము. సిల్వర్ నైట్రేట్ ను తయారుచేయు విధానమునందు :



నైట్రేట్ లు నైట్రేట్ లకన్న తక్కువద్రావణీయతకలవగుటచే, అంశికస్ఫటికీకరణముచే వీటిని సుకరముగా వేరుచేయవచ్చును.

ఆచార్య ప్రఫుల్ల చంద్రచే తొలిసారిగా కనుగొనబడిన విచిత్రధర్మము ఒకటి నైట్రేట్ లవణములకు కలదు. ఘనస్థితిలో వాటిది చిన్న పసుపురంగు. నైట్రేట్ ల పసుపురంగు కొంచెమగుటచే తెల్లటిద్రవ్యములవ్రక్కనేగాని, ఈ పసుపు మనదృష్టికి గోచరించదు. నైట్రేట్ లవణములన్నిటిలో సోడియమ్ నైట్రేట్ పారిశ్రామికమహత్త్వము కలిగినది. ఆజోరంగులను, కార్బన్ వర్ణద్రవ్యములను తయారుచేయుటకు కావలసిన నైట్ర్ ఆసిడ్ నకు సోడియమ్ నైట్రేట్ ప్రస్తానద్రవ్యము.

నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్ ( $N_2O_4$ ): రెడ్ నైట్రేట్ లవణచూర్ణమును నాశములో వేడిచేయుటవలన ఇది లభించును.



ఇది  $N_2O_4$  రూపములో రంగులేనివాయువు; కాని సాధారణతాపక్రమములోకూడ దీని అణువులు నైట్రోజన్ డై ఆక్సైడ్ అణువులక్రింద విడిపోవుటవలన విడిపోయిన అణువులరంగు పిశంగవర్ణము దీనికి వచ్చును. దీనిని శీతలీకరించి రంగులేనిద్రవముగా పడయవచ్చును. దీనిని వేడిచేసినకొద్దీ అణుకూటములవిచ్ఛేదనము ఎక్కువై రంగుగాఢత ఎక్కువగును:



దీనివిచ్ఛేదనాంశము తాపక్రమమునుపట్టి ఉండును; ఇది నీటిలో కరగి నైట్ర్ ఆసిడ్ ను, నైట్ర్ ఆసిడ్ నుకూడ ఇచ్చును :



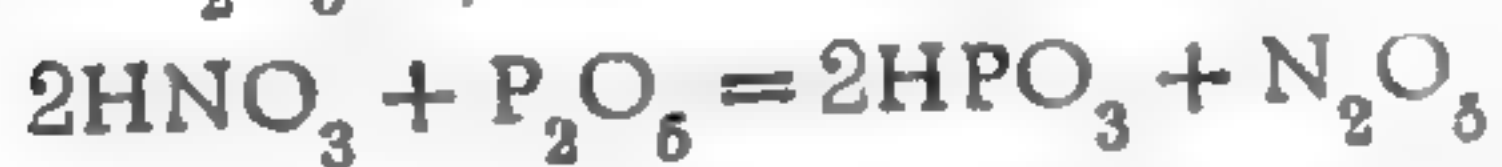
అందుచే ఇది రెండు ఆమ్లముల మొగినిరుదము. (ఆన్ హైడ్రేట్) ఈ వాయువును ఔరద్రావణములోనికి పంపినపుడు నైట్రేట్ లతోబాటు నైట్రేట్ లుకూడ ఏర్పడును:





ఈవాయువు బాగుగా జ్వలించుచున్న వస్తువుల జ్వలనమును పోషించగలదు. జ్వలించుచున్న వస్తువువేడికి ఈ వాయువు రాసాయనికవిచ్ఛేదమును చెందుటవలన జనించు క్విజన్ నిజముగా వస్తువులజ్వలనమును పోషించును.

నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్ ( $N_2O_5$ ): మంచుతో శీతలీకరించిన నైట్రిక్ ఆసిడ్ నకు ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ చేర్చితో  $N_2O_5$  స్ఫటికములు ఏర్పడును.



ఇది చాలలస్థిరమైన యోగికము. ఆకస్మికముగ విఛాళకవేగముతో విచ్ఛేదనమును పొందును. ఇది నీటిలో రగిలినైట్రిక్ ఆసిడ్ ను ఇచ్చును.  $N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$  అందుచే ఇది నైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్క నిరుదము\*

కార్బన్ యోగికములు ఏమాత్రము సంపర్కములోనికి వచ్చినను ఉపద్రవకరముగా ప్రేలి వాటిని అతిశీఘ్రముగా క్షీణింపజేయును.

నైట్రిక్ ఆసిడ్: ఇది లవణరూపమున ప్రకృతిలో విరివిగా లభించును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ గా మాత్రము విడిగా లభించదు. దీనినుండి తయారుచేసిన లవణములు నైట్రేట్ లు అని వ్యవహరింపబడుచున్నవి. వర్ష పాతము తక్కువగా ఉండు బొలివియా, పెరూ మొదలగు దేశములందు ఇది గుట్టలు గుట్టలుగా లభించును. సూక్ష్మజీవులు అమోనియాను ఆక్సికరణము జనర్పింపుడు నైట్రిక్ ఆసిడ్ లేదా నైట్రేట్ లు సిద్ధించును.

తయారుచేయుట: నైట్రేట్ లను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో రిటార్ట్ లలో  $130^\circ C$  తాపక్రమముకు వేడి చేసి కపుడు నైట్రిక్ ఆసిడ్, సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ లభించును. తాపక్రమమును  $200^\circ C$  కు పెంచుచినపుడు, సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ ఇంకను మరికొంత నైట్రేట్ తో రాసాయనికపుమార్పునొంది సోడియమ్ సల్ఫేట్ గా మారును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ కూడ మరింత లభించును. కాని పారిశ్రామికముగ దీనికి కొన్ని లోపములు ఉన్నవి. నైట్రిక్ ఆసిడ్  $200^\circ C$  వద్ద రాసాయనిక వియోగము నొందుటచే నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ లు ఏర్పడి నైట్రిక్ ఆసిడ్ నందు లీనమై పచ్చటి పొరలుగ్రక్కు నైట్రిక్ ఆసిడ్ తయారగును. దీనిని 'పొగలుగ్రక్కు (ఫ్యూమింగ్)' నైట్రిక్ ఆసిడ్ అని అందురు.

పారిశ్రామిక పద్ధతులు: నైట్రేట్ ల నుండి నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయునపుడు సోడియమ్ నైట్రేట్ ను ఉపయోగింతురు. ఇది పొటాసియమ్ నైట్రేట్ కంటె

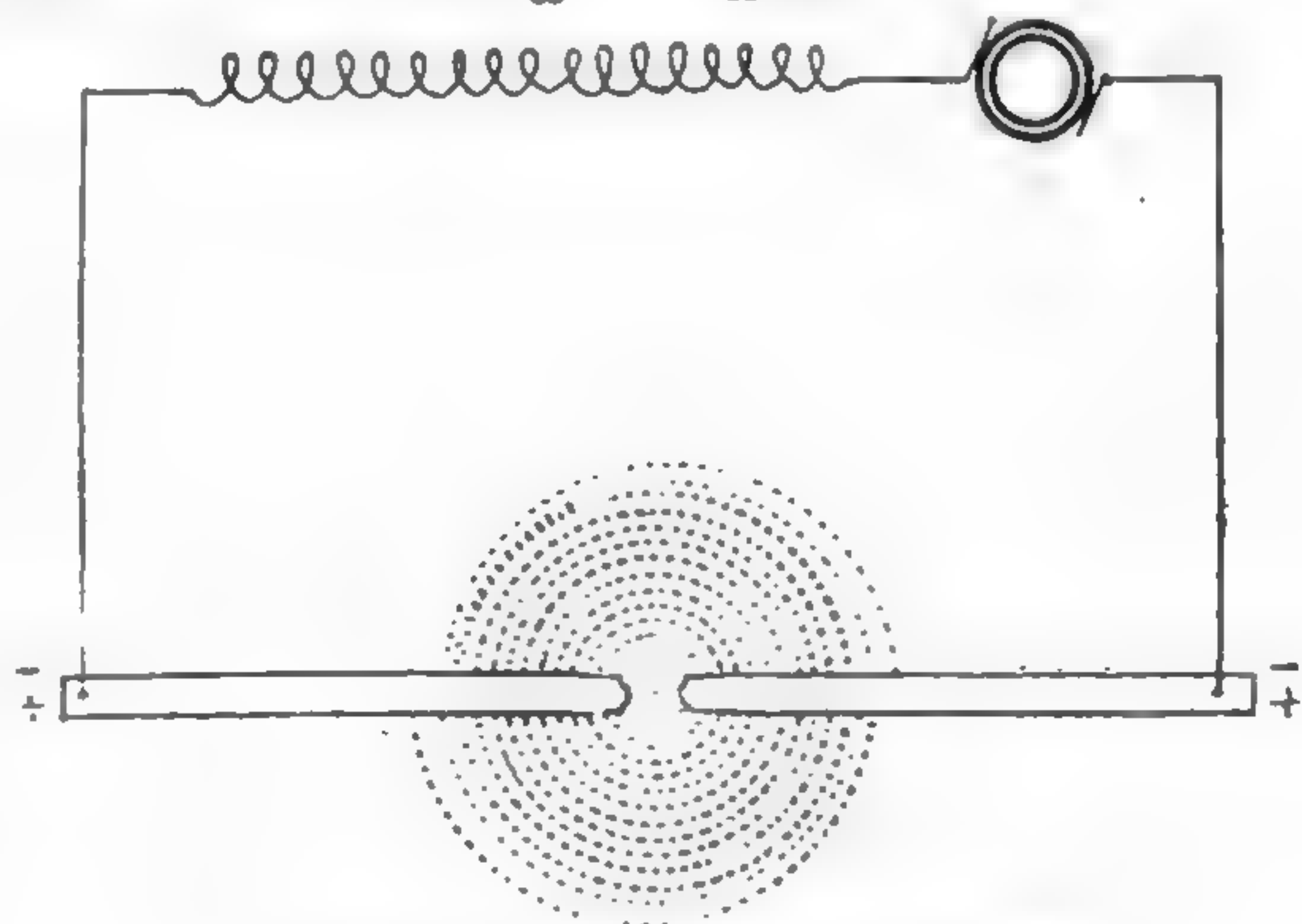
\* నిరుదమునగా ఆప్లుమునుండి నీటిని వేరుచేయగా లభించు యోగికము.

రెండింతలు చౌక. అంతేగాక లభించెడి నైట్రిక్ ఆసిడ్ కూడ దిగుబడిలో 20% ఎక్కువ.

రిటార్ట్ పద్ధతి: సీసముతో చేసిన బకయంత్రములందు సోడియమ్ నైట్రేట్ ను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో వేడి చేయుదురు. ఈ రాసాయనిక పరిణామమువలన నైట్రిక్ ఆసిడ్ వాయురూపమున బకయంత్రమును విడిచి పైకి పోవును. దీనిని రాతితో తయారుచేసిన సంఘనకములో చల్లార్చి జాడీలలో కాని, రాతి పీపాలలోగాని గ్రహింతురు.

గాలినుండి నైట్రిక్ ఆసిడ్: గాలిలోని నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ ల మిశ్రమును యోగికముగా మార్పుటకు పద్ధతులు కల్పించ బడినవి. ఇవి రెండు మార్గములను అనుసరించినవి. ఒకటి వాతావరణములోని నైట్రోజన్ ఆక్సిజన్ తో సంయోగింపజేయు పద్ధతి; మరొకటి అమోనియాను ఆక్సికరణ మొనర్చునది.

ఆక్సిజన్ తో సంయోగము: 1903 లో హెల్ బిగ్ అను నతడు రోమ్ లో విద్యుదుత్సర్గమును వాయుద్రవములోనికి పంపి  $190^\circ C$  వద్ద విరివిగా నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ లను తయారుచేసెను. ఈ సూత్రమును పారిశ్రామికముగ ఉపయోగించుట డాక్టర్ బర్క్ లన్డ్, ఆయన సహాయుడైన ఇంజనీరు యువకుడు ఐడ్ వీరి కృషివలన సాధ్యమయ్యెను. వీరు రెండు విద్యుత్ ధ్రువములమధ్య ఆర్క్ (విద్యుచ్ఛాపమును) అయస్కాంతముచే రెండు మీటరుల వ్యాసముగల బింబముగా విస్తరింప చేయవచ్చునని నిరూపించిరి. దీనికి (విద్యుత్ సూర్యబింబము) అని పేరు. బర్క్ లన్డ్, ఐడ్ అనువారు 5,000 వోల్టుల ఆల్టర్నేటింగ్ విద్యుత్ తో



వల్లెమువలె విస్తరించబడిన విద్యుచ్ఛాపము (బర్క్ లన్డ్ అండ్ ఐడ్)

ఆర్క్ ను నిర్మించిరి. దీనికి రాగిగొట్టములను ధ్రువములుగా ఉపయోగించి అవి ఆర్క్ వేడివలన అవిరిగా మారకుండ ఉండుటకు నీటిని గొట్టములద్వారా ప్రవహింపజేసిరి. ఇట్లు తయారైన నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ ఆక్సిజన్ తో చేరి



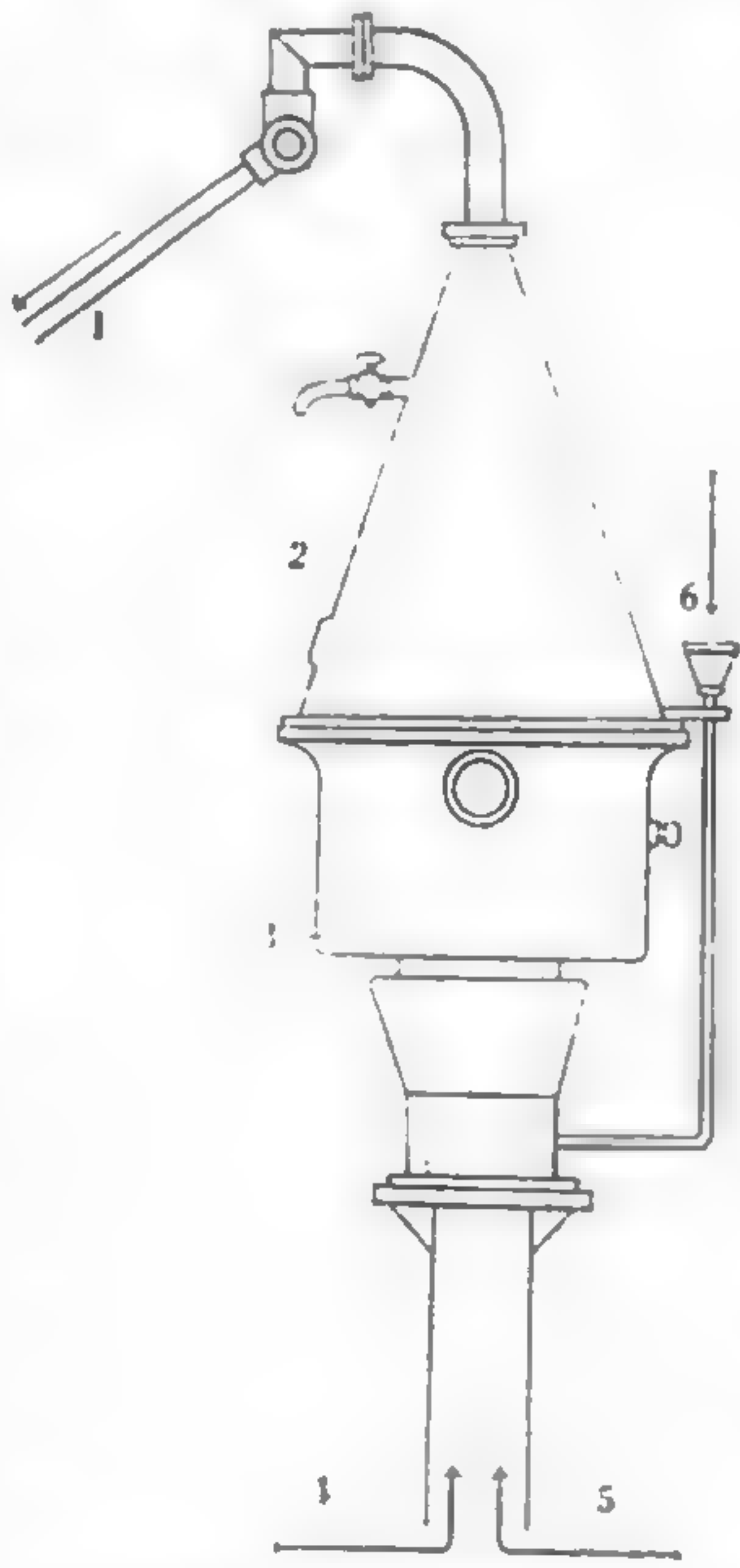
## నైట్రోజన్ యాగికములు

నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్ గా మారును. ఈ గాలులలోని వేడిమి బాయిల్ లను వేడిచేయుటకు ఉపయోగింతురు. ఈ నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ లను రాలిటవరులద్వారా పంపి, పైనుండి నీటి ధారలద్వారా నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను తయారు చేయుదురు. అది సున్నముతో చేర్చబడి కాల్షియమ్ నైట్రేట్ గా మారును. కాల్షియమ్ నైట్రేట్ సోడియమ్ నైట్రేట్ కంటే ఎరువుగా ఎక్కువ ఉపయోగకరము. ఇది నేలలోనిల్చి సోడియమ్ నైట్రేట్ వలె నేలయొక్క కొల్లాయిడ్ గుణములను చెరువదు. మొక్కలకు ఆవశ్యక మగు కాల్షియమ్ ను, నైట్రేట్ ను ఇది అందచేయును.

అమోనియా ఆక్సిజనీకరణపద్ధతి : అమోనియాను ఆక్సిజన్ లో మండునట్లు చేసి తయారుచేయు పద్ధతికూడ పారిశ్రామికముగా ప్రాధాన్యమును గడించినది.

ఓస్ట్ వార్డ్, విల్ హెల్మ్, శావర్ అను శాస్త్రజ్ఞులు 1900 లో ఈ పరిణామమును సమగ్రముగా భౌతిక, రాసాయనిక దృష్టితో పరిశోధించిరి. వీరి కృషి ఫలితముగా ఈ పద్ధతి పారిశ్రామికముగా ప్రాముఖ్యమునొందెను. వీరు ఉపయోగించిన ప్రేరకము ప్లాటినమ్ స్పాంజి. దీనిని రక్తోష్ణమునకు వేడిచేసి ఆక్సిజన్ ని, అమోనియాను కలిపి దీనిపై పంపి నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను తయారు చేసిరి. ఈ

వాయువుల ప్రసరణ వేగమును పట్టి కూడా నైట్రిక్ ఆసిడ్ దిగుబడి ఉండును. దీనికి ఉపయోగించు పాత్రలు విశిష్టమగు నిర్మాణము కలిగి నికెల్ తోగాని, అల్యూమినియముతోగాని, ఉక్కుతోగాని తయారు చేయబడవలెను. ఆప్లుము ప్రసరించు భాగములను రాలితోగాని, సీసముతోగాని తయారు చేయుదురు. ఈ పాత్ర నిర్మాణము పటములో చూపబడినది. సంయోగమున



అమోనియా పారిశ్రామిక రచన

1. పంపు; 2. కిటికీ; 3. ప్లాటినమ్ స్పాంజి; 4. గాలిమార్గము;
5. అమోనియా; 6. నీటివ్రవాహము

లభించు వాయువులు పంపు ద్వారా పైకి తీసికొని పోబడును. అమోనియా, గాలి పీటి మిశ్రమును వేరొక

భాగమున తయారుచేయుదురు. ఈ మిశ్రముయొక్క ప్రసరణ వేగమును తగ్గించుటకు గాని, హెచ్చించుటకు గాని వాల్వులు ఉన్నవి.

ధర్మములు : స్వేదనవిధానమున లభించు ఆప్లుము యొక్క సాంద్రత 1.30-1.50 వరకు ఉండును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ సాధారణముగా చిన్న పసుపురంగును కలిగిఉండును. దీనికి కారణము దాని విచ్ఛేదనఫలితమగు నైట్రోజన్ డై ఆక్సైడ్. నైట్రిక్ ఆసిడ్ ( $\text{HNO}_3$ ) (ఏకపదాప్లుము అనగా దాని అణువులో ఏకయోజనీయ ధాతువులచే స్థాః చ్యుతినిపొందించబడగల హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక్కలే ఉన్నది. అందువలన ఈఆప్లుము ఒకేతరగతిలవణమునిచ్చును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ ప్రబల ఆక్సీకరణ సాధనము ధాతువులను, అధాతువులనుకూడ ఆక్సీకరించును. గాలిలో కాల్చినపుడు ధాతువులు ఏ ఆక్సైడ్ ను ఇచ్చునో నైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్క చర్యవలన ఆ ఆక్సైడ్ లే లభించును.

ధాతువులు :



అధాతువులు : కార్బన్ ను కార్బన్ డైఆక్సైడ్ గాను, గంధకమును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గాను, భాస్వరమును ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ గాను ఆక్సీకరించును.

మగ్నీషియమ్ ధాతువుమట్టుకు చల్లటి 1 : 30 విలీన నైట్రిక్ ఆసిడ్ తో హైడ్రోజన్ నిచ్చును. సాధారణముగా నైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్క ఆప్లు ప్రవృత్తికన్న ఆక్సీకరణ ప్రవృత్తియే అధికముగా ఉండును.

నైట్రేట్ లు : నైట్రిక్ ఆసిడ్ లవణాధారములతో కలిసి నైట్రేట్ లను ఇచ్చును. ఇందు సోడియమ్ నైట్రేట్ చాల ముఖ్యమైనది. ఇది చిలీదేశములో భిజిముగా దొరకును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను పారిశ్రామికముగా తయారు చేయుటకు, పొటాసియమ్ నైట్రేట్ ను తయారుచేయుటకు ఇది నుడిద్రవ్యము.

పొటాసియమ్ నైట్రేట్ : దీనినే బెంగాల్ సాల్ట్ పీటర్ అందురు. క్రుశ్చుచున్న నైట్రోజన్ యాగికములుగల నేలమట్టిని, సున్నముతో కలిపినచో కాల్షియమ్ నైట్రేట్ లభించును. దీనిని నీటిలో కరగించి, వడపోసి, కర్రలు కాల్చిన బుగ్గితో (దీనిలో పొటాష్ షారముండును) కలిపి మరగించినచో పొటాసియమ్ నైట్రేట్ లభించును :



ఈ మిశ్రమును వడపోసి స్ఫటికీకరించినప్పుడు పొటాసియమ్ నైట్రేట్ విడిగా లభించును. బెంగాల్ లో ఈ విధానమును ఉపయోగించి ఈలవణమును తయారుచేయుట వలన దీనికి బెంగాల్ సాల్ట్ పీటర్ అని పేరు వచ్చినది.



ఇది తుపాకిమందును తయారుచేయుటకు ప్రధానమైన ముడిద్రవ్యము. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ను వేడినీటిలో ద్రావణముయొక్క విశిష్టగురుత్వము 1.2 అగువరకు కరించి, ఈ ద్రావణముయొక్క విశిష్టగురుత్వము 1.5 వరకు పెరుగువరకు సోడియమ్ నైట్రేట్ను కలుపుదురు. ఈ ద్రావణ మిశ్రమమునుండి ముందుగా సోడియమ్ క్లోరైడ్ స్ఫటికములు వైకివచ్చును. వీటిని వడపోతవలన తీసివేసి మిగిలిన ద్రావణమును చల్లార్చినచో పొటాసియమ్ నైట్రేట్ స్ఫటికములు లభించును.

నైట్రేట్లు అన్నియు నీటిలో కరుగును. అందువలన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్నకు, హేలోజన్ ఆసిడ్లకున్నట్లు నైట్రేట్ ఆసిడ్నకు గుర్తించుటకు అవశ్యకద్రవ్యములు వియు లేవు.

శోధననాళములో ఉంచిన నైట్రేట్ ఆసిడ్నకు గాని, నైట్రేట్ ద్రావణమునకుగాని కొంచెము ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ ద్రావణమును కలిపి నాళము ప్రక్కలనుంచి గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ను ద్రావణ మిశ్రమంలోనికి జాగ్రత్తగా గజార్చినచో బరువైన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ నాళము యొక్క అడుగున చేరును. పైనున్న తేలికైన ద్రావణ మునకు, దీనికి మధ్య ఉన్న సంపర్కతలమున నల్లటి రంగుగల యోగికము వలయాకారమున ఏర్పడుట ననగును. ఈ రంగు  $FeSO_4$ ,  $NO$  అను అణుయోగికమునది.

శోధననాళమును ఏమాత్రము కదల్చిన ఈ యోగికము మడిపోయి నైట్రేట్ ఆక్సైడ్ వైకిపోవును. ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ నైట్రేట్ ఆసిడ్చే ఆక్సీకరింపబడుటచే ఫెర్రస్ క్షయముయొక్క పసుపురంగు మిగిలి ఉండును. కాని ఈ శోధన ప్రక్రియ నైట్రేట్లను గుర్తించుటకుకూడ పనికి వచ్చును. కాని నైట్రేట్ శోధనకు విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కలిపినను ప్రక్రియ జరుగును. నైట్రేట్లకు మట్టుకు గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ అవశ్యకము.

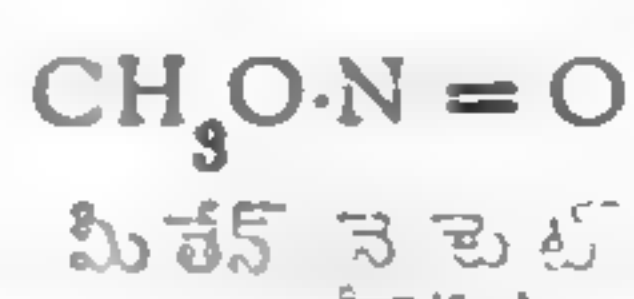
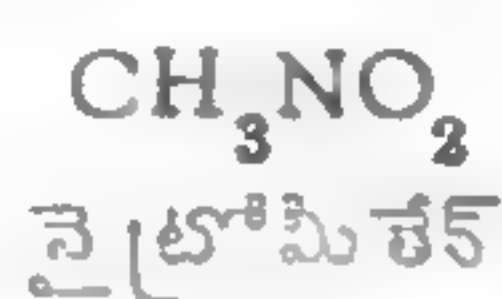
నైట్రోజన్ హేలోజన్ యోగికములు : 1. నైట్రోజన్ బ్రొమైడ్ ( $NBr_3$ ), 2. నైట్రోజన్ క్లోమైడ్ ( $NCl_3$ ), 3. నైట్రోజన్ అయడైడ్ ( $NI_3$ )

ఈ యోగికములు ఉపద్రవకరములైన విచారక ద్రవ్యములు. మొదటిది అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణములోనికి క్లోరిన్ను ప్రవేశపెట్టుటవలన పసుపు పచ్చరంగుల నూనెవలె క్రిందికిచేరును.  $NH_4Cl + 3 Cl_2 \rightarrow 3 ICl_3 + 4 HCl$ . రెండవది పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్పై మొదటిదాని చర్యవలన లభించును.  $3 KBr + NCl_3 = 3 KBr + 3 KCl$ . మూడవది అమోనియాకు అయిడిన్

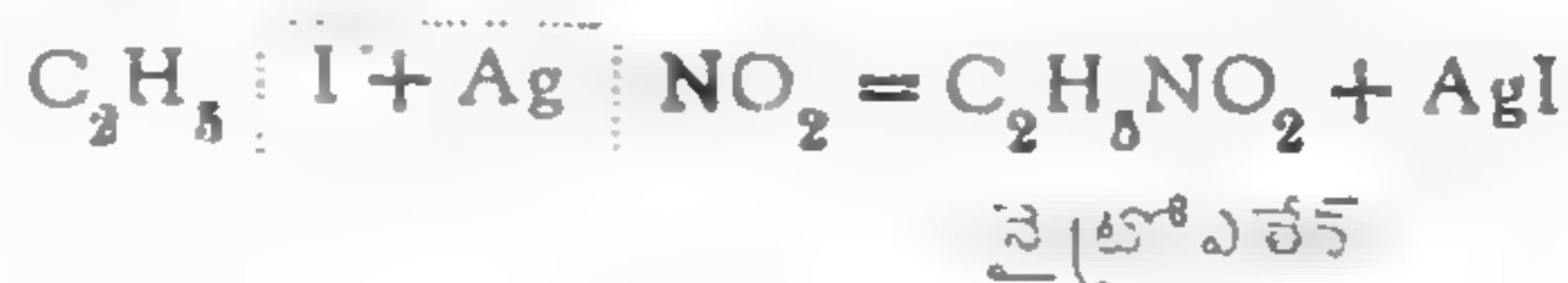
చూర్ణమును చేర్చుటవలన ఏర్పడును. దీని సాంకేతికము  $NH_3$ . మే. వ. స.

నైట్రోజన్ యోగికములు, ఆరోమాటిక్ : చూ. ఆరోమాటిక్ నైట్రోయోగికములు ; పు. 180.

నైట్రోయోగికములు ఆలిఫాటిక్ - నైట్రైట్లు : హైడ్రోకార్బన్నందు ఉండు హైడ్రోజన్ని, నైట్రో ( $-NO_2$ ) గణముచే తొలగించినచో నైట్రో యోగికములు ఏర్పడును. ఈ యోగికములు ఆల్కహాల్లతో నైట్రస్ ఆసిడ్ సంయోగించినపుడు ఏర్పడు నైట్రైట్ ఎస్టర్లతో సమాంగరూపములుగా ఉండును:



రచనావిధానము : ఆల్కహాల్ హైలైడ్లపై సిల్వర్ నైట్రైట్ చర్యవలన.



ఈ విధానమునందు నైట్రోయోగికములతో బాటు నైట్రైట్లుకూడ ఏర్పడును. ఇట్లుఏర్పడిన నైట్రోమీతేన్ రాశిలో సగము నైట్రైట్ ఉండును. యోగికమందు కార్బన్ పరమాణుసంఖ్య ఎక్కువగుకొలది నైట్రైట్ రాశి ఎక్కువ అగుచుండును. అందువలన నైట్రోయోగికములరచనకు ఈ ప్రక్రియ అంత అనుకూలము కాదు.

నేడు ఋజుశృంఖల, లేదా శాఖాశృంఖల హైడ్రో కార్బన్లను వాయుస్థితిలో నైట్రేట్ ఆసిడ్ బాష్పముచే  $420^\circ C$  వద్ద నత్రితీకరించి నైట్రోయోగికములను విరివిగా తయారు చేయుచున్నారు.

గుణము : ఆలిఫాటిక్ నైట్రోయోగికములు సాధారణముగా ద్రవ్యావస్థలోఉండును. సద్యోజాత హైడ్రో జన్చే ఇవి ఎమీన్లుగా ఆక్సీహరించబడును (చూ. ఆలి ఫాటిక్ ఎమీన్లు ; పు. 188).

ఆలిఫాటిక్ నైట్రోయోగికములు ఆరోమాటిక్ యోగికములంత పారిశ్రామికప్రసిద్ధిని గాంచలేదు. (చూ. ఆరో మాటిక్ నైట్రోయోగికములు పు. 180). మే. వ. స.

నైట్రోటాల్క్యూయిన్ : చూ. ఆరోమాటిక్ నైట్రో యోగికములు - పు. 180.

నైట్రోబెన్జీన్ : చూ. ఆరోమాటిక్ నైట్రోయోగికములు - పు. 180.

నోబెల్, బెర్నార్డ్ ఆల్ఫ్రెడ్ (1833 - 1891): స్వీడన్ దేశపు రాసాయనికుడు, డైనమైట్ అను ప్రచండ విచారక ద్రవ్యము ఈయన నిర్మించినదియే. నేడు ప్రకృతి



నోబెలియమ్

శాస్త్రములందు మహత్తర పరిశోధనలను చేసిన వారికి ఇచ్చు ప్రసిద్ధ నోబెల్ బహుమాన సంస్థ ఈయన స్థాపించినదియే.

ఈయన జన్మనగరము స్వీడన్ దేశపురాజధాని అగు స్టాక్ హోమ్. ఈయన ప్రస్తుతము లెనిన్ గ్రాడ్ అను పేరును మోయుచున్న నాటి రష్యా రాజధానియగు సెంట్ పీటర్స్ బర్గ్ లో విద్యప్రారంభించి, యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో ఇంజనీరింగు విద్యయందు నిష్ణాతుడాయెను. తనతండ్రిగారి కర్మాగారమందు తొలుత నైట్ రోగ్గిసరీన్ పై పరిశోధనలను ఈయన మొదలిడెను. ఈ ఉపద్రవకరముగు విచారకద్రవ్యమును ప్రమాదములేని విచారకద్రవ్యముగ మార్చవలెనని ఈయన ఆశ. తొలిప్రయత్నములందు కొంత విఫలుడైనను కొనకు దీనిని కీసల్ గుర్ \* పొడితో కలిపి నిరుపద్రవకరమైన డైనమైట్ ను తయారుచేయగలిగెను. దీనిని అమ్మి, ఆల్ ఫ్రెడ్ నోబెల్ మిక్కిలి ధనవంతుడాయెను. దీనినేగాక, ఈయన యుద్ధమునకువలయు ఆయుధములను, మరికొన్ని విచారక ద్రవ్యములను తయారుచేయగల కర్మాగారములను అనేకముల స్థాపించెను.

చివరిరోజులలో జనవిశాసకారణమగు యుద్ధసామగ్రిని తాను ఇదివరకు తయారుచేయుచున్నందులకు పశ్చాత్తాపపడి, తన ఉయిలులో లోకములో శాంతిస్థాపనకు, విజ్ఞానము విస్తరింపజేయుటకు బహుమానములను ఇచ్చుటకుగాను 4½ కోట్ల రూపాయలను కేటాయించెను. దానిపై వచ్చు వడ్డీవలన ప్రతిసంవత్సరము ఇచ్చుటకు క్రింది అయిదురకముల బహుమాన ధర్మసంస్థను నెలకొల్పెను: 1. భౌతికశాస్త్రమందలి మహత్తరవిషయావిష్కరణకు, 2. అట్లే రాసాయనికశాస్త్రమునందు; 3. శారీరకశాస్త్రము లేదా చికిత్సాశాస్త్రమందు; 4. భావప్రధానమగు విశిష్టవాఙ్మయ రచనకు; 5. ప్రపంచమందు శాంతిని నెలకొల్పుటకు చేయబడిన దక్షతతమోద్యమమునకు.

భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములలో నోబెల్ బహుమాన ప్రతిగ్రహీతలపట్టి చూడనగును. మే. ప. న.

నోబెలియమ్ : ఇది సరిక్రొత్తగా కనిపెట్టబడిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; రేడియోధార్మికపు స్వభావము కలది; పరమాణ్వంకము 102; సంకేతము No; పరమాణుభారము 253; (స్థూలరాశి); ఇప్పటివరకూ కృత్రిమంగా సాధించబడిన మూలద్రవ్యములు అన్నిటిలోను బరువైనది. \* \* \*

\* కొన్నిసూక్ష్మజీవుల అస్థివంజరములకు కీసల్ గుర్ అని పేరు; ఇది ఇసుకమయము.

న్యూటన్, సర్ ఐజక్ (1642 - 1727): కేంబ్రిడ్జి ట్రినిటీ కాలేజిలో విద్యను పూర్తిచేసికొని ఆకాలేజికి సభ్యుడుగా 1667 లో ఎన్నుకొనబడెను. 1684 నాటికి గురుత్వాకర్షణసిద్ధాంతమును సమగ్రముగా స్థాపించి, సూరకుటుంబచలనమునకు దానిని అన్వయింపజేసెను. తోచుక్కల దీర్ఘవృత్తచలనమును ఈయన నిరూపించగలిగెన యాంత్రికశాస్త్ర మూలనియమములగు మూడుగణినియఃములను ఉద్ఘాటించెను. 1689 మొదలు 1701 సంవత్సరము వరకు కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలో గణితాచార్యుడుగ ఉండెను. 1671 లో రాయల్ సంఘ సభ్యుడును, 1688 లో పార్లమెంటు సభ్యుడున అయెను. తరువాత టంకశాల అధ్యక్షుడుగ నియమితుడయినాడు. 1703 లో రాయల్ సంఘాధ్యక్ష పదవి; మరల స్వీకరింపఁ జూపఁబడెను. ఆజన్మాంతము అధ్యక్ష పదవిని అలంకరించెను.



సర్ ఐజక్ న్యూటన్

ఈయన ఆవిష్కరణములు చాల ఉన్నవి. అందులో శ్వేత కాంతివిశ్లేషణము, పరావర్తన దూరదర్శని నిర్మాణము, కాంతిమిథస్సంఘట్టనవలన జనించు వలయములు - (చూ. న్యూటన్ వలయములు) ఇవి భౌతికశాస్త్ర తేత్రమునక చెందినవి; బైనామియల్ సిద్ధాంతము, చలనగణితము తృతీయఘాత సమీకరణ సాధనము, ఇవి గణితశాస్త్రమునకు చెందినవి. కాంతి కణరూపమున ప్రసరించునని ఈయన వాదము. తన ఖగోళయాంత్రికశాస్త్ర సిద్ధాంతములన గణితశాస్త్రపద్ధతులతో మేళవించి 'ప్రిన్సిపియా' (మూల తత్వములు) అను ఉద్గ్రంథమును 1685-87 లో రచించెను. (చూ. పు. 19-27). బి. పూ. ర

న్యూటన్ వలయములు : అతిచదునైన గాజుపలక మీద ఒక ఉన్నతోదరకటకమును ఉంచినపుడు కనబడ కాంతిమిథ స్సంఘట్టనకు న్యూటన్ వలయములు అని పేరు.

ఏకవర్ణకాంతి ప్రభవస్థానమునుండి ఒకనిర్దిష్టకోణములో ప్రతిఫలించి ప్రత్యవేక్షకుని కంటిని ప్రవేశించునట్లు గాజుపలకపై కటకమును ఉంచినపుడు కటకపు అడుగు గాజుపలకను తాకిన బిందువుచుట్టు ఒకదానితరువాతఒక సమకేంద్రముగా వెలుతురు, చీకటి వలయములు క



## భౌతిక శాస్త్రము

|     |      |  |   |           |                   |
|-----|------|--|---|-----------|-------------------|
| 1.  | 1901 | విత్ హెల్మ్ క్రావాడ్ రస్తజన్               | — | 1845-1923 | జర్మనీ            |
| 2.  | 1902 | హెండిక్ ఆంటూన్ లోరెన్స్                    | — | 1853-1928 | హాలండ్            |
| 3.  | 1902 | పీటర్ జేమాన్                               | — | 1885-1943 | హాలండ్            |
| 4.  | 1903 | ఆంట్యూ ఆఫ్రి జెకెత్                        | — | 1852-1908 | ఫ్రాన్స్          |
| 5.  | 1903 | వియరీ క్యూరీ                               | — | 1859-1906 | ఫ్రాన్స్          |
| 6.  | 1903 | మేరియా స్కోడవ్ స్కా క్యూరీ *               | — | 1867-1934 | ఫ్రాన్స్          |
| 7.  | 1904 | లార్డ్ జాన్ విలియమ్ స్ప్రిట్ రాలి          | — | 1842-1919 | ఇంగ్లండు          |
| 8.  | 1905 | ఫిలిప్ ఇ. ఏ. ఫాన్ రెనార్డ్                 | — | 1882-1947 | జర్మనీ            |
| 9.  | 1906 | సర్ జోసెఫ్ జాన్ రామ్సన్                    | — | 1856-1940 | ఇంగ్లండు          |
| 10. | 1907 | ఆల్బర్ట్ ఏ. మైకెల్సన్                      | — | 1852-1931 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 11. | 1908 | గేబ్రియల్ లిప్ మన్                         | — | 1845-1921 | ఫ్రాన్స్          |
| 12. | 1909 | గూయెల్మో మార్కోనీ                          | — | 1874-1937 | ఇటలీ              |
| 13. | 1909 | కార్ల్ ఫెర్డినాండ్ బ్రౌన్                  | — | 1850-1918 | జర్మనీ            |
| 14. | 1910 | జోహానెస్ డిడెరిక్ వాన్ డెర్ వాల్స్         | — | 1837-1923 | హాలండ్            |
| 15. | 1911 | విత్ హెల్మ్ పీన్                           | — | 1864-1928 | జర్మనీ            |
| 16. | 1912 | నీల్స్ గస్తఫ్ డాలేన్                       | — | 1869-1937 | స్వీడెన్          |
| 17. | 1913 | హైకె కామర్లింగ్ ఆనెస్                      | — | 1853-1926 | హాలండ్            |
| 18. | 1914 | మాక్స్ పాన్ లవే                            | — | 1879      | జర్మనీ            |
| 19. | 1915 | సర్ విలియమ్ హెన్రీ బ్రాగ్                  | — | 1862-1942 | ఇంగ్లండు          |
| 20. | 1915 | సర్ విలియమ్ లారెన్స్ బ్రాగ్                | — | 1890      | ఇంగ్లండు          |
|     | 1916 | బహుమతి లేదు                                | — | —         | —                 |
| 21. | 1917 | చార్లెస్ గ్లోవర్ వార్క్లా                  | — | 1877-1944 | ఇంగ్లండు          |
| 22. | 1918 | మాక్స్ కార్ల్ ఎర్నెస్టు లుడ్విగ్ స్ట్రాంక్ | — | 1858-1947 | జర్మనీ            |
| 23. | 1919 | జోహానెస్ స్టార్క్                          | — | 1874      | జర్మనీ            |
| 24. | 1920 | చార్లెస్ ఎడ్వర్డ్ గేయోమ్                   | — | 1861-1938 | ఫ్రాన్స్          |
| 25. | 1921 | ఆల్బర్ట్ ఐన్ స్టయిన్                       | — | 1879-1955 | జర్మనీ            |
| 26. | 1922 | నీల్స్ బోర్                                | — | 1885-1962 | డెన్మార్క్        |
| 27. | 1923 | రాబర్ట్ ఆండ్రూస్ మిల్లికన్                 | — | 1886-1953 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 28. | 1924 | కార్ల్ మన్నెజార్టి పీగ్ బాన్               | — | 1886      | స్వీడెన్          |
| 29. | 1925 | జేమ్స్ ఫ్రాన్క్                            | — | 1882      | జర్మనీ            |
| 30. | 1925 | గస్తావ్ హెర్ట్స్                           | — | 1887-1950 | జర్మనీ            |
| 31. | 1926 | జీన్ బాప్టిస్ట్ పెర్రా                     | — | 1870-1942 | ఫ్రాన్స్          |
| 32. | 1927 | ఆర్థర్ హాబీ కాంప్టన్                       | — | 1892      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 33. | 1927 | చార్లెస్ టి. ఆర్. విల్సన్                  | — | 1869      | ఇంగ్లండు          |
| 34. | 1928 | ఓవెన్ విలాన్స్ రిచర్డ్ సన్                 | — | 1879      | ఇంగ్లండు          |
| 35. | 1929 | లూయీ విక్టర్ డీబ్రాయ్                      | — | 1892      | ఫ్రాన్స్          |
| 36. | 1930 | సర్ చంద్రశేఖర వెంకటరామన్                   | — | 1888      | ఇండియా            |
|     | 1931 | బహుమతి లేదు                                | — | —         | —                 |

\* మేరియా క్యూరీ 1911 లో రాసాయనిక శాస్త్రములో కూడ నోబెల్ బహుమతిని పొందినది.



|     |           |                                     |   |           |                   |
|-----|-----------|-------------------------------------|---|-----------|-------------------|
| 37. | 1932      | చెర్నర్ హైజన్బర్గ్                  | — | 1901      | జర్మనీ            |
| 38. | 1938      | పాల్ వడ్రిఎన్ మారిస్ డిరాక్         | — | 1902      | ఇంగ్లండు          |
| 39. | 1933      | ఎర్విన్ ష్రడింగర్                   | — | 1887      | ఆస్ట్రియా         |
|     | 1934      | బహుమతి లేదు                         |   |           |                   |
| 40. | 1935      | సర్ శేమ్స్ చాడ్విక్                 | — | 1891      | ఇంగ్లండు          |
| 41. | 1936      | కార్ల్ డేవిడ్ ఆండర్సన్              | — | 1905      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 42. | 1936      | విక్టర్ ఫ్రాన్సిస్ హెస్             | — | 1883      | ఆస్ట్రియా         |
| 43. | 1937      | క్లింటన్ జోసెఫ్ డేవిసన్             | — | 1881      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 44. | 1937      | జార్జి పి. రామ్సన్                  | — | 1892      | ఇంగ్లండు          |
| 45. | 1938      | ఎన్రికో ఫెర్మీ                      | — | 1901-1954 | ఇటలీ              |
| 46. | 1939      | ఎర్నెస్ట్ ఓ. లారెన్స్               | — | 1901      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
|     | 1940-1942 | బహుమతి లేదు                         | — | —         | —                 |
| 47. | 1943      | ఆటోస్టెర్న్                         | — | 1888      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 48. | 1944      | ఇసిడోర్ ఐజక్ రాబీ                   | — | 1898      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 49. | 1945      | ఫుల్ఫ్రాంగ్ పాబీ                    | — | 1900      | ఆస్ట్రియా         |
| 50. | 1946      | పెర్సివిలియమ్స్ బ్రిజ్మన్           | — | 1882      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 51. | 1947      | ఎడ్యుర్డ్ విక్టర్ ఆపిల్టన్          | — | 1892      | ఇంగ్లండు          |
| 52. | 1948      | పి. ఎమ్. ఎస్. బ్లాకెట్              | — | 1897      | ఇంగ్లండు          |
| 53. | 1949      | హెడీ యూకావా                         | — | 1907      | జపాన్             |
| 54. | 1950      | సి. ఎఫ్. పావెల్                     | — | —         | ఇంగ్లండు          |
| 55. | 1951      | సర్ జాన్ కాక్రేఫ్ట్                 | — | —         | ఇంగ్లండు          |
| 56. | 1951      | ఇ. టి. ఎస్. వాల్టన్                 | — | —         | ఇంగ్లండు          |
| 57. | 1952      | ఇ. ఫుల్నెల్                         | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 58. | 1952      | ఎఫ్. బ్లాచ్                         | — | —         | స్టాన్ ఫర్డ్      |
| 59. | 1953      | ఫ్రెడ్రిక్ జర్నికే                  | — | —         | హాలండ్            |
| 60. | 1954      | మాక్స్ బోర్న్ & వాల్టర్ బాథే        | — | —         | జర్మనీ            |
| 61. | 1955      | విల్లిస్ ఇలాంబ్ & పోలీ కార్పెకుమ్   | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 62. | 1956      | జాన్ బార్డిన్ & విలియమ్ బి. షాక్లే  | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
|     |           | వాల్టర్ ఎచ్. బ్రౌనెన్               |   |           |                   |
| 63. | 1957      | ట్యుంగ్ డా ఓలీ & చెన్ నింగ్ యంగ్    | — | —         | చీనా              |
| 64. | 1958      | పావెల్ ఎ. చెర్నకాన్,                | — | —         | —                 |
|     |           | ఇల్య ఎమ్. ఫ్రాంక్ & ఐగార్ ఇ. టామ్   | — | —         | సోవియట్ రష్యా     |
| 65. | 1959      | ఓవెన్ చేంబర్లెన్ & ఎమీలియోజి సెగ్రె | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 66. | 1960      | డొనాల్డ్ పి. గ్లాసర్                | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 67. | 1961      | రాబర్ట్ హాఫ్ స్టాటర్                | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 68. | 1961      | ఆర్. ఎల్. మన్జర్                    | — | —         | జర్మనీ            |
| 69. | 1962      | ఎల్. డి. లాండా                      | — | —         | సోవియట్ రష్యా     |
| 70. | 1963      | యూజీన్ బి. విగ్నర్                  | — | —         | హంగరీ             |
| 71. | 1963      | మేరియా గోపెర్ట్ మేయర్               | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 72. | 1963      | డి. టెన్సన్                         | — | —         | జర్మనీ            |



## రాసాయనిక శాస్త్రము

|     |      |                             |   |           |                   |
|-----|------|-----------------------------|---|-----------|-------------------|
| 1.  | 1901 | ఫాస్ఫోరస్ జాకోబస్ హెన్రికస్ | — | 1852-1911 | హాబిండ్           |
| 2.  | 1902 | ఎమిల్ ఫిషర్                 | — | 1852-1919 | జర్మనీ            |
| 3.  | 1903 | స్వాంతు ఆరెనీయుస్           | — | 1859-1927 | స్విడెన్          |
| 4.  | 1904 | సర్ విలియమ్ రామ్సీ          | — | 1852-1916 | ఇంగ్లండు          |
| 5.  | 1905 | ఎడార్ఫ్ ఫాన్ బెయర్          | — | 1885-1907 | జర్మనీ            |
| 6.  | 1906 | హెన్రీ మ్యాసాన్             | — | 1852-1907 | ఫ్రాన్స్          |
| 7.  | 1907 | ఎడ్వర్డ్ బుకనర్             | — | 1860-1907 | జర్మనీ            |
| 8.  | 1908 | ఎర్నెస్టు యాకర్ ఫర్డు       | — | 1871-1937 | ఇంగ్లండు          |
| 9.  | 1909 | విల్హెల్మ్ ఓస్టర్ వాల్డ్    | — | 1852-1932 | జర్మనీ            |
| 10. | 1910 | ఆటో వాలాక్                  | — | 1847-1931 | జర్మనీ            |
| 11. | 1911 | మేరియా క్యూరీ*              | — | 1867-1934 | ఫ్రాన్స్          |
| 12. | 1912 | విక్టర్ గ్రీన్ హార్డ్       | — | 1871-1934 | ఫ్రాన్స్          |
| 13. | 1912 | పాల్ సబట్టా                 | — | 1854-1941 | ఫ్రాన్స్          |
| 14. | 1913 | ఆల్ ఫ్రెడ్ వెర్నర్          | — | 1868-1919 | స్విజర్లండ్       |
| 15. | 1914 | తియోడోర్ విలియమ్ రిచర్డ్స్  | — | 1868-1928 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 16. | 1915 | రిచర్డ్ విల్ ఫ్రైటర్        | — | 1872-1942 | జర్మనీ            |
|     | 1916 | } బహుమతి లేదు               | — | —         | —                 |
|     | 1917 |                             |   |           |                   |
| 17. | 1918 | ఫ్రెడ్స్ హాబర్              | — | 1868-1934 | జర్మనీ            |
|     | 1919 | బహుమతి లేదు                 | — | —         | —                 |
| 18. | 1920 | వార్టర్ హార్మన్ వెర్నెర్    | — | 1864-1941 | జర్మనీ            |
| 19. | 1921 | ఫ్రెడరిక్ సాడి              | — | 1877      | ఇంగ్లండు          |
| 20. | 1922 | ఫ్రాన్సిస్ విలియమ్ ఆస్టన్   | — | 1877-1945 | ఇంగ్లండు          |
| 21. | 1923 | ఫ్రేగెర్ ఫ్రెడ్స్           | — | 1869-1930 | ఆస్ట్రీయా         |
|     | 1924 | బహుమతి లేదు                 | — | —         | —                 |
| 22. | 1925 | ఝిగ్ మాన్ డి రిచర్డ్        | — | 1905-1929 | జర్మనీ            |
| 23. | 1926 | తియోడోర్ స్వెడెరి           | — | 1884      | స్విడెన్          |
| 24. | 1927 | హెన్రీ విలాంట్              | — | 1877      | జర్మనీ            |
| 25. | 1928 | ఎడార్ఫ్ విండాన్             | — | 1876      | జర్మనీ            |
| 26. | 1929 | సర్ ఆర్థర్ హార్లేస్         | — | 1865-1940 | ఇంగ్లండు          |
| 27. | 1929 | హెన్స్ చాన్ ఆయిలర్ చెల్సిర్ | — | 1878      | స్విడెన్          |
| 28. | 1930 | హెన్స్ ఫిషర్                | — | 1881-1945 | జర్మనీ            |
| 29. | 1931 | కార్ల్ బాష్                 | — | 1874-1940 | జర్మనీ            |
| 30. | 1931 | ఫ్రెడరిక్ కెర్లియన్         | — | 1884-1949 | జర్మనీ            |
| 31. | 1932 | ఇర్వింగ్ లాస్ మ్యూర్        | — | 1881      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
|     | 1933 | బహుమతి లేదు                 | — | —         | —                 |
| 32. | 1934 | హెరాల్డ్ క్లెటన్ యూరీ       | — | 1898      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 33. | 1935 | ఫ్రెడరిక్ జోలియో క్యూరీ     | — | 1900      | ఫ్రాన్స్          |

\* మేరియా క్యూరీ 1903 లో ఆంట్యూరీ ఆఫ్ బెరెల్, పియరీ క్యూరీ అనువారలతో భౌతిక శాస్త్ర నోబెల్ బహుమతిని పంచుకున్నారు.

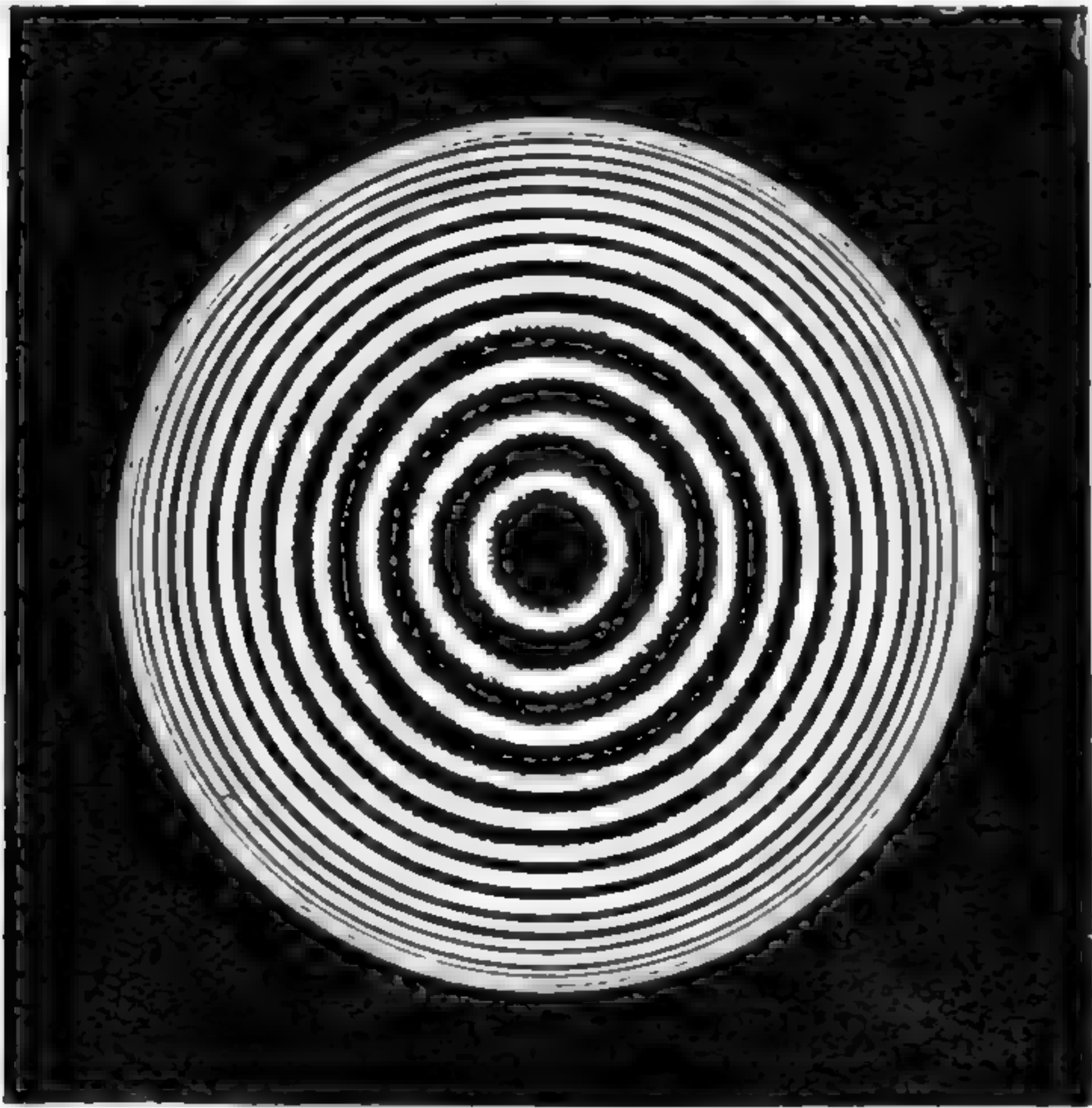


|     |               |                                 |   |           |                   |
|-----|---------------|---------------------------------|---|-----------|-------------------|
| 34. | 1935          | ఐరీస్ జోలియూ క్యూరీ             | — | 1897-1958 | ఫ్రాన్స్          |
| 35. | 1936          | పీటర్ జోసెఫ్ విల్ హెల్మ్ డీజై   | — | 1884      | హాలండ్            |
| 36. | 1937          | వార్జిన్ వార్మన్ హావర్          | — | 1883-1950 | ఇంగ్లండు          |
| 37. | 1937          | పాల్ కారర్                      | — | 1889      |                   |
| 38. | 1938          | రిచర్డ్ కూన్                    | — | 1900      | జర్మనీ            |
| 39. | 1939          | ఎడార్ఫ్ బూటెవాన్                | — | 1908      | జర్మనీ            |
| 40. | 1939          | లియోపాల్డ్ రుచికా               | — | 1887      | యుగోస్లావియా      |
|     | 1940-<br>1942 | } బహుమతిలేదు                    | — | —         | —                 |
| 41. | 1943          |                                 | — | 1885      | హంగరీ             |
| 42. | 1944          | ఆటోహాన్                         | — | 1879      | జర్మనీ            |
| 43. | 1945          | ఆర్టురి ఇల్ఫారి విర్టనెన్       | — | 1895      | ఫిన్లండ్          |
| 44. | 1946          | జేమ్స్ బి. సమేనర్               | — | 1887-1955 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 45. | 1946          | జాన్ ఎచ్. నార్త్రప్             | — | 1891      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 46. | 1946          | వెన్డెల్ ఎమ్. స్టాన్లీ          | — | 1904      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 47. | 1947          | సర్ రాబర్ట్ రాబిన్సన్           | — | 1886      | ఇంగ్లండు          |
| 48. | 1948          | ఆర్నె విల్ హెల్మ్ కె. టెనెలిజన్ | — | 1902      | స్విడెన్          |
| 49. | 1949          | విలియమ్ ఫ్రాన్సిస్ గియాక్       | — | 1895      | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 50. | 1950          | ఆటో డీర్న్                      | — | —         | జర్మనీ            |
| 51. | 1950          | కుర్ట్ ఆల్డర్                   | — | —         | జర్మనీ            |
| 52. | 1951          | ఇ. ఎమ్. మాక్మిలన్               | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 53. | 1951          | గ్లెన్. టి. సిఫార్డ్            | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 54. | 1952          | ఏ. జె. సి. మార్టిన్             | — | —         | ఇంగ్లండు          |
| 55. | 1952          | ఆర్. ఎల్. ఎమ్. సింజ్            | — | —         | ఇంగ్లండు          |
| 56. | 1953          | హెర్మన్ స్ట్రాడింగర్            | — | —         | జర్మనీ            |
| 57. | 1954          | లైనస్ కార్ల్ పాలింగ్ *          | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 58. | 1955          | విన్సెంట్ డూ విన్యోడ్           | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 59. | 1956          | ఫైరిల్ హిషెల్ ఫుడ్              | — | —         | ఇంగ్లండు          |
| 60. | 1956          | ఎన్. ఎన్. సెమెనావ్              | — | —         | సోవియట్ రష్యా     |
| 61. | 1957          | సర్ ఆలిగ్జాండర్ టాడ్            | — | —         | ఇంగ్లండు          |
| 62. | 1958          | ఎఫ్. సాంగర్                     | — | —         | ఇంగ్లండు          |
| 63. | 1959          | జాకోస్లావ్ హెరోవ్స్కి           | — | —         | చెకోస్లోవాకియా    |
| 64. | 1960          | విల్లర్డ్ ఎఫ్. లిబ్బీ           | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 65. | 1961          | ఎమ్. కార్వీన్                   | — | —         | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 66. | 1962          | ఎమ్. ఎఫ్. పెరుట్స్              | — | —         | ఇంగ్లండు          |
| 67. | 1962          | జె. సి. కెన్డ్రూ                | — | —         | ఇంగ్లండు          |
| 68. | 1963          | గిలియో నట్టా                    | — | —         | ఇటలీ              |
| 69. | 1963          | కార్ల్ టీగ్గర్                  | — | —         | జర్మనీ            |

\* 1962 నోబెల్ శాంతి బహుమతి కూడ పాలింగ్ కు లభించింది.



పించును. పలకకును, కటకమునకును మధ్యఉన్న గాలి పొర దళసరి అవి కలిసిఉన్న కేంద్రబిందుస్థానమునుండి వెలుపలికి క్రమముగా పోవుచుండును. ఇట్టి గాలి



న్యూట్రాన్ వలయములు

పొరలో చొరబడిన కాంతితరంగముల పరస్పర సంఘటన ముచే ఈ వలయములు ఏర్పడును. రెండు కాంతితరంగ



న్యూట్రాన్ వలయ ప్రదర్శక పరికరము

ములు తలకు తల కలిసికూడినపుడు కాంతి వృద్ధియగుట యును ; తల, మొల కలిసినపుడు కాంతిలేకపోవుటయును తటస్థించుటవలన ఒకదానితరువాత ఒకటిగా ఈ వెలు పురు, చీకటి చాళ్లు ఏర్పడును. మే. వ. స.

**న్యూట్రాన్లు :** ప్రోటాన్ ద్రవ్యమంత ద్రవ్యము కలిగి ఎట్టి విద్యుదావేశమును లేనట్టి కణముఒకటి పరమాణు కేంద్రకములో ఉండవచ్చునని లార్డురూథర్ ఫర్డ్ జోస్యము చెప్పెను. 'న్యూట్రాన్' అని ఆ కణమునకు ఆయన నామ కరణము (1920) చేసినాడు. ఆ కణముయొక్క లక్షణ ములను కొన్నిటినిగురించి జోస్యము చెప్పటకుకూడ ఆయన వెనుదీయలేదు. అంతటినుండియు ఆయనశిష్యులలో పలు పురు ఆ కణాన్వేషణకై పరిశోధనలు ప్రారంభించిరి. నివరకు ఆకణాన్వేషణగౌరవము చాడ్విక్ (చూ. ౨.339) మహాశయునకు దక్కినది. 1932 లో ఆ కణమును నివేటిన్ ట్లు ఆయన ప్రచురించినాడు.

పొలోనియమ్ నుండి విక్రీర్ణమగు ఆల్ఫాకణములచే లిథి యమ్, బిరిలియమ్, బోరాన్లను ఘట్టించి, అత్యధిక ప్రవేశసామర్థ్యము గల విక్రీర్ణమును బాతే, బెకర్ విజ్ఞా నులు 1930 లో కనుగొనిరి. బిరిలియమ్నుండి ఉద్గతమగు ఈ నూతనవిక్రీర్ణమునుగూర్చి పరిశోధనలు గావించి, సీసము వంటి భారతరధాతువులలోనికి అతిసులుపుగా నొచ్చుకొని పోవుసామర్థ్యము దానికి ఉన్నదనియును, పారఫిన్ మైనమువంటి ద్రవ్యములు దానిని సునాయాసముగా శోషించుననియును, జోలియోదంపతులు కనుగొనినారు. పారఫిన్ మైనమునుండి అధిక వేగయుతమైన ప్రోటాన్లను అది విడివడచేయుననికూడ వారు కనుగొనినారు. చాడ్విక్ విజ్ఞాని ఈపరిశోధనలను జాగ్రత్తగా అవగతమొనర్చుకొని పారఫిన్ నుండి ప్రతినివృత్తి పొందిన ప్రోటాన్ల వేగమును, నైట్రోజన్ పరమాణువులయొక్క ప్రతినివృత్తి వేగమును కొలచినాడు. ఈ నూతనవిక్రీర్ణములకు వాయువులను అయనీ కరణ మొనర్చుసామర్థ్యము లేదనికూడ ఆయన పరిశోధనల వలన వ్యక్తమైనది. అందుచేత, ఈ నూతనవికరణములు విద్యుదావేశరహితములైన కణముల సమూహమని ఆయన తేల్చినాడు. ప్రతినివృత్తిప్రోటాన్ యొక్కయు, నైట్రోజన్ యొక్కయు వేగముల కొలతల సహాయమున ఈ నూతన కణముల ద్రవ్యరాశి 1.15 యూనిట్లు ఉండునని ఆయన కనుగొనినాడు. ప్రాయోగిక స్థానిత్యముల అవధిలోపల ఈ విలువ 'ఒకయూనిట్' కు సన్నిహితముగా ఉండును.

ఈరీతిగా న్యూట్రాన్లనుగూర్చిన రూథర్ ఫర్డ్ జోస్యము రుజువైనది. న్యూట్రాన్ విద్యుదావేశ రహిత మైన కణమనియును, దాని ద్రవ్యరాశి 'ఒకటి' అని యును ఈనాడు మనకు విశదము. న్యూట్రాన్ విద్యు దావేశరహితమైనదిగాన, అయస్కాంత క్షేత్రములుగాని, విద్యుత్ క్షేత్రములుగాని దాని గమనదిశలో విక్షేపమును కలిగించలేవు. అందుచేత, దాని ద్రవ్యరాశిని నిర్దేశించుటకై పరోక్షపద్ధతులను అవలంబింపవలసి ఉన్నది. డోయిట్రాన్ యొక్క ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ ఫలితమును గూర్చిన పరి శోధనలవలన న్యూట్రాన్ యొక్క ద్రవ్యరాశి 1.00893 యూనిట్లు అని 1946 లో హ్యూస్ విజ్ఞాని నిర్ణయించి నాడు.

బిరిలియమ్పొడి, రేడాన్ మిశ్రమును న్యూట్రాన్ల ఉత్పత్తిస్థానముగా నేడు విరివిగా ఉపయోగించుచున్నారు. రేడాన్ నుండి విక్రీర్ణమైన α-కణములు బిరిలియమ్ను కార్బన్ గా మార్చి సుమారు 10.9 మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల శక్తిగల న్యూట్రాన్ కణమును విడుదలచేయును. ఈన్యూట్రాన్లకు వడిగలన్యూట్రాన్లని పేరు. న్యూట్రాన్

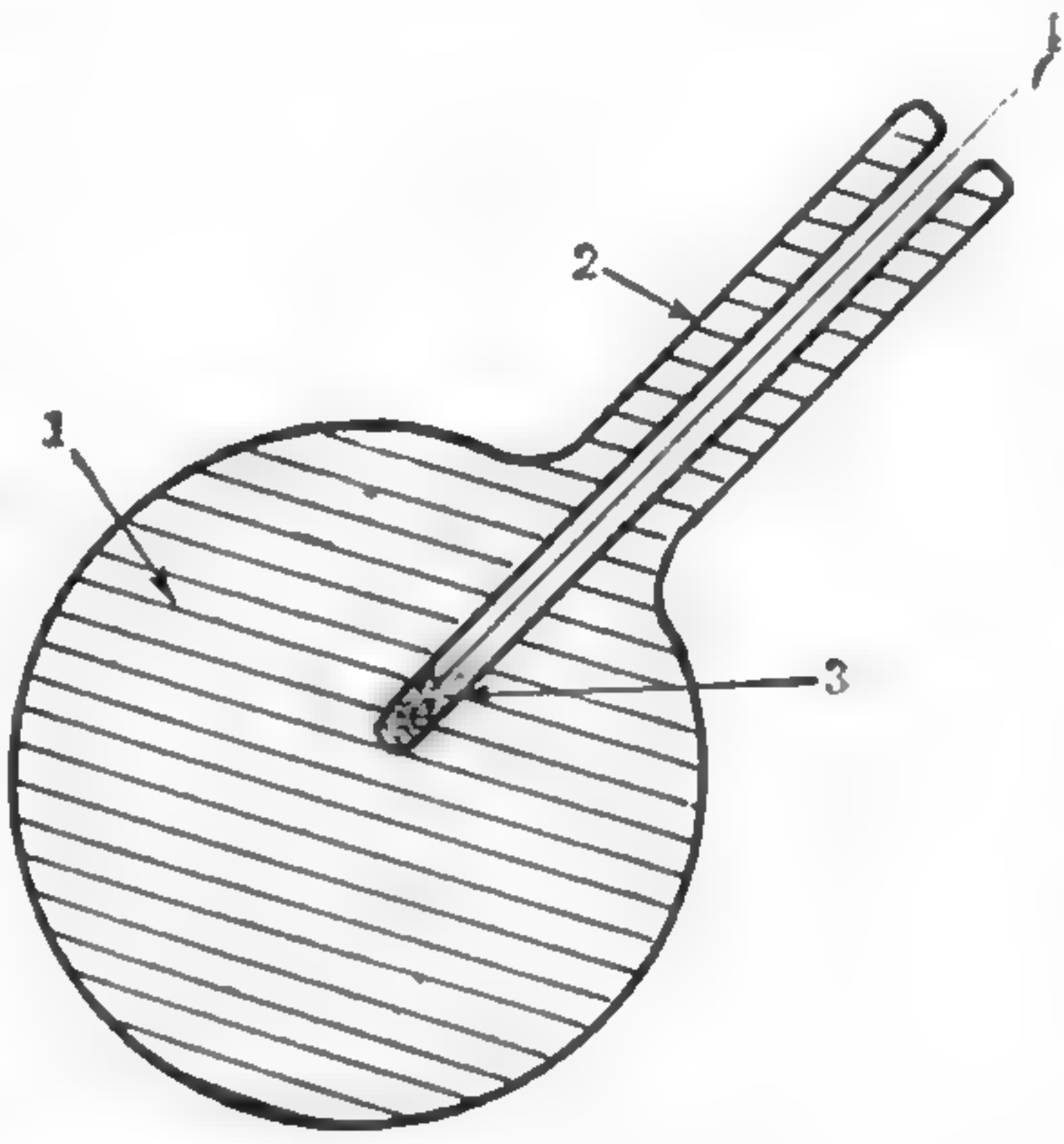


## న్యూట్రాన్లు

ఉత్పత్తిస్థానమును ఒక నాళముయొక్క అడుగుభాగమున ఉంచుదురు. నాళముయొక్క ముఖమునుండిగాక, మిగిలిన దిశలనుండి వచ్చు న్యూట్రాన్లను శోషించునట్లుగా ఆ నాళమునకు అన్నివైపులను పారఫిన్, కాడ్మియమ్లతో దళమైనపూతను పూయుదురు. వడిగల న్యూట్రాన్ కణ పుంజమును ఈ న్యూట్రాన్ హావిట్టర్ ఇచ్చును. 10 మిలియను ఎలక్ట్రాన్వోల్టల శక్తిగల డోయిట్రాన్లచే లిథియమ్ను ఘట్టించుటమూలముగా ఇంకా ఎక్కువ వడిగల, అనగా, 25 మిలియను ఎలక్ట్రాన్వోల్టలు శక్తిగల న్యూట్రాన్లను సృజించవచ్చును.

శోషణగుణకములను ఆధారముగా చేసికొని న్యూట్రాన్లను సాధారణముగా నాలుగుతెగలుగా వర్గీకరింతురు.

మిక్కిలి తక్కువగా శోషితములగువాటికి 'C' న్యూట్రాన్ లని పేరు. అవి కాడ్మియమ్ చే ఎక్కువగా శోషింపబడును. వీటికే 'తెర్మల్ న్యూట్రాన్' లని మరియొక పేరు ఉన్నది. ఆ తరువాత వర్గమునకు చెందిన అధికతర శక్తి



న్యూట్రాన్ ఫిరంగి

1. పారఫిన్ ; 2. కాడ్మియమ్ ; 3. గ్రేడాన్ బిరిలియమ్పాడి ; 4. న్యూట్రాన్ల గమనదిశ.

మంతములైన న్యూట్రాన్లు రోడియమ్చే అధికముగా శోషితములగును. వీటికి 'D' వర్గపు న్యూట్రాన్లని పేరు. అంతకంటె ఎక్కువశక్తిమంతములైన మిగిలిన రెండు వర్గముల న్యూట్రాన్లలో వెండిచే శోషింపబడువానికి 'A' వర్గపు న్యూట్రాన్లని, ఇరిడియమ్చే శోషింపబడువానికి 'B' వర్గపు న్యూట్రాన్లని పేరు.

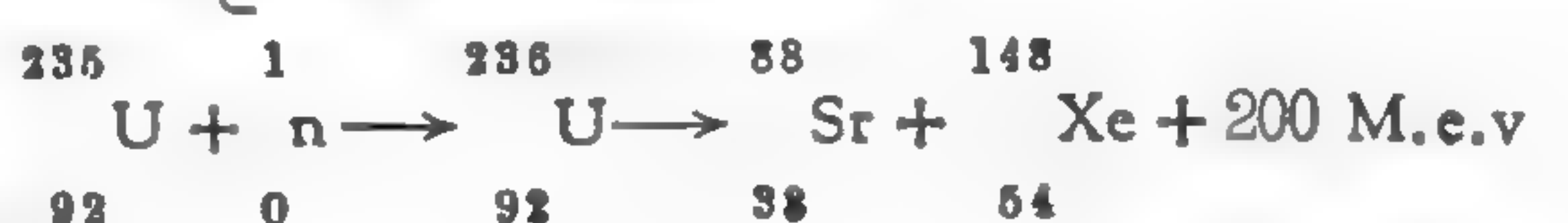
న్యూట్రాన్లు విద్యుదావేశరహితములగుటచేత ద్రవ్యముగుండా అవి చొచ్చుకొనిపోవుచున్నప్పుడు కొన్ని విచిత్రసంఘటనలు సంభవించుచున్నవి. కేంద్రకమునకు చాలసన్నిహితముగా, అనగా  $10^{-12}$  సెంటీమీటరుల దగ్గరకు వచ్చినపుడుమాత్రమే అది కేంద్రకబలమునకు గురికాగలదు. పరమాణుకేంద్రకముతో న్యూట్రాన్యొక్క చర్య ఒకప్పుడు స్థితిస్థాపకఆఘాతము కావచ్చును. స్థితిస్థాపకఆఘాతములలో, లక్ష్యముయొక్క కేంద్రకము

మిక్కిలిభారయుతమైనచో న్యూట్రాన్ సరాసరి వెనుకకు మళ్ళును. ఆ క్రియలో అది కోల్పోవుశక్తి చాలతక్కువ. అనగా, భారవంతమైన పరమాణువులగుండా వాస్తవముగా ఎట్టిమార్పును పొందకుండా అది ప్రయాణము సాగించగలదు. ఇక, తేలికపరమాణువులగుండా ప్రయాణముచేసినపుడు న్యూట్రాన్లశక్తిలో అధికభాగము లక్ష్యముగానున్న కేంద్రకమునకు అందజేయబడును; అందుచే, న్యూట్రాన్ వేగము సన్నగిల్లును. 5 సెం.మీ.ల దళసరిగల జలముగుండా ప్రయాణముచేయుటలో వడిగల న్యూట్రాన్ పుంజముయొక్క తీక్షణత సగమునకు తగ్గిపోవును. న్యూట్రాన్ విద్యుదావేశరహితమైన కణమే అయినప్పటికిని దానికి స్పిన్ వున్నది. అందుచే, దానికి అయస్కాంత బిభ్రమిష గలదు. తత్ఫలితముగా పారామైడ్రోజిన్ కంటె, ఆర్తోమైడ్రోజిన్ చే అది పొందిన పరిక్షేపణము ఎక్కువగా ఉండును.  $20^\circ\text{K}$  తాపక్రమమువద్ద వాస్తవముగా అది 19 రెట్లు ఎక్కువ. ఇనుముచే తెర్మల్ న్యూట్రాన్లు పొందు పరిక్షేపణము ఇనుముయొక్క అయస్కాంతస్థితిచే కలిగిన దని భావించవచ్చును.

ఆ స్థితిస్థాపకఆఘాతముల సందర్భములో లక్ష్యకేంద్రకముచే న్యూట్రాన్ బంధింపబడి, ఆ మూలద్రవ్యము మరియొక సమస్థానీయముగా ఏర్పడును. సాధారణముగా ఈ క్రొత్త సమస్థానీయము మిక్కిలి అస్థిరమైనది. అందుచే, అది  $\gamma$ -కిరణములనుగాని, ప్రోటాన్లనుగాని,  $\alpha$ -కిరణములనుగాని, చాల న్యూట్రాన్లనుగాని ప్రసరించును; లేదా, కేంద్రకవిదళనమును గావించవచ్చును. ప్రేరేపితమైన ఆ రేడియోధార్మికత్వముయొక్క లక్షణము పతనకిరణ పుంజముయొక్క శక్తిపై ఎక్కువగా ఆధారపడి ఉండును.

ఈ రంగములో పరిశోధనలు సాగించుచున్నవారిలో ఇటలీవిజ్ఞాని ఫెర్మీ అగ్రగణ్యుడు. యురేనియమ్, తోరియమ్లతో గావించిన పరిశోధనలఫలితముగా 92 కంటె ఎక్కువ పరమాణుసంఖ్యలు గల మూలద్రవ్యములను ఆయన కనుగొనగలిగాడు. వాటికి అతిక్రాంత యురేనియమ్ ద్రవ్యములని పేరు.

యురేనియమ్యొక్క తేలికసమస్థానీయము అయిన  $\text{U}^{235}$  ను, ప్లూటోనియమ్నుకూడ న్యూట్రాన్లచే ఘట్టించినపుడు కేంద్రకవిదళనము జరుగవచ్చును. ఉదాహరణమునకు  $\text{U}^{235}$  ఒకన్యూట్రాన్ను శోషించి ఆ తరువాత అమితమైన పరమాణుశక్తివిడుదలతో స్ట్రాన్షియమ్క్రిందను, జెనాన్క్రిందను విదళితమగును.





ప్రైవేట్ క్రియాశీలతముగా ఏర్పడిన శెనాన్ సమస్థానీయము దాని ఆవేశముననుసరించి ఉండవలసిన బరువుకంటె చాల ఎక్కువ బరువుగా ఉండుటచే అది న్యూట్రాన్ లను వికీర్ణించును. ఈ న్యూట్రాన్ లచే మరికొన్ని విదళనములు జరుగునట్లు చేయవచ్చును. ఆరీతిగా అమేయమైన పరమాణు శక్తి విడివడునట్లుగా ఒకగొలుసుకట్టుప్రక్రియను ఏర్పరచవచ్చును. కేంద్రకవిదళనమును మొట్టమొదటిసారిగా 1939 లో ఓటో హాన్, స్ట్రాన్ మన్ అను జర్మనువిజ్ఞానులు దృష్టాంత సహితముగా ప్రదర్శించిరి.

న్యూట్రాన్ లు తరంగములవలెకూడ ప్రవర్తించును. అవి బ్రాగ్ స్కాత్రానుగుణ్యముగా గ్రాఫైట్ స్ఫటికములచే విచలించబడును. తళతళలాడు నున్నని తలములచే పరావర్తనము ఒనరింపబడును.

వైద్యములో న్యూట్రాన్ లు మిక్కిలి ఉపయోగకరమైనవి. మానవశరీరములో అధికపరిమాణమునందున్న హైడ్రోజన్ న్యూట్రాన్ లను శోషించుననియును, తత్ఫలితముగా సంభవించిన (ప్రతినివృత్తపరమాణువులు) శరీరములో శీఘ్రమైన అయనీకరణమును కలుగజేయుననియును, ఈ అయనీకరణముయొక్క ఫలితములు X - కిరణములు,  $\gamma$  - కిరణముల ఫలితములకు సదృశముగా ఉండుననియును శాస్త్రజ్ఞుల భావన. దానివలన న్యూట్రాన్ లను ఎక్కువ మోతాదులో వాడినట్లయినచో ప్రమాదము సంభవించవచ్చును. తక్కువ మోతాదులో నైనా వడివడిగా సేవించి రప్పుడు సాముదాయకఫలితము సిద్ధించి ప్రాణాపాయమగును. కావున, న్యూట్రాన్ లతో పనిచేయువారు న్యూట్రాన్ స్థానములకు, తమకు మధ్య నీటిపీపాలను ఉంచి ఆత్మరక్షణ ఒనరించుకొనవలసిన అవసరమున్నది. జె. భి.

పంచఘటకవలయము : చూ. వలయ హైడ్రోకార్బన్ లు, లేదా పాలీ మెథిలీన్ లు.

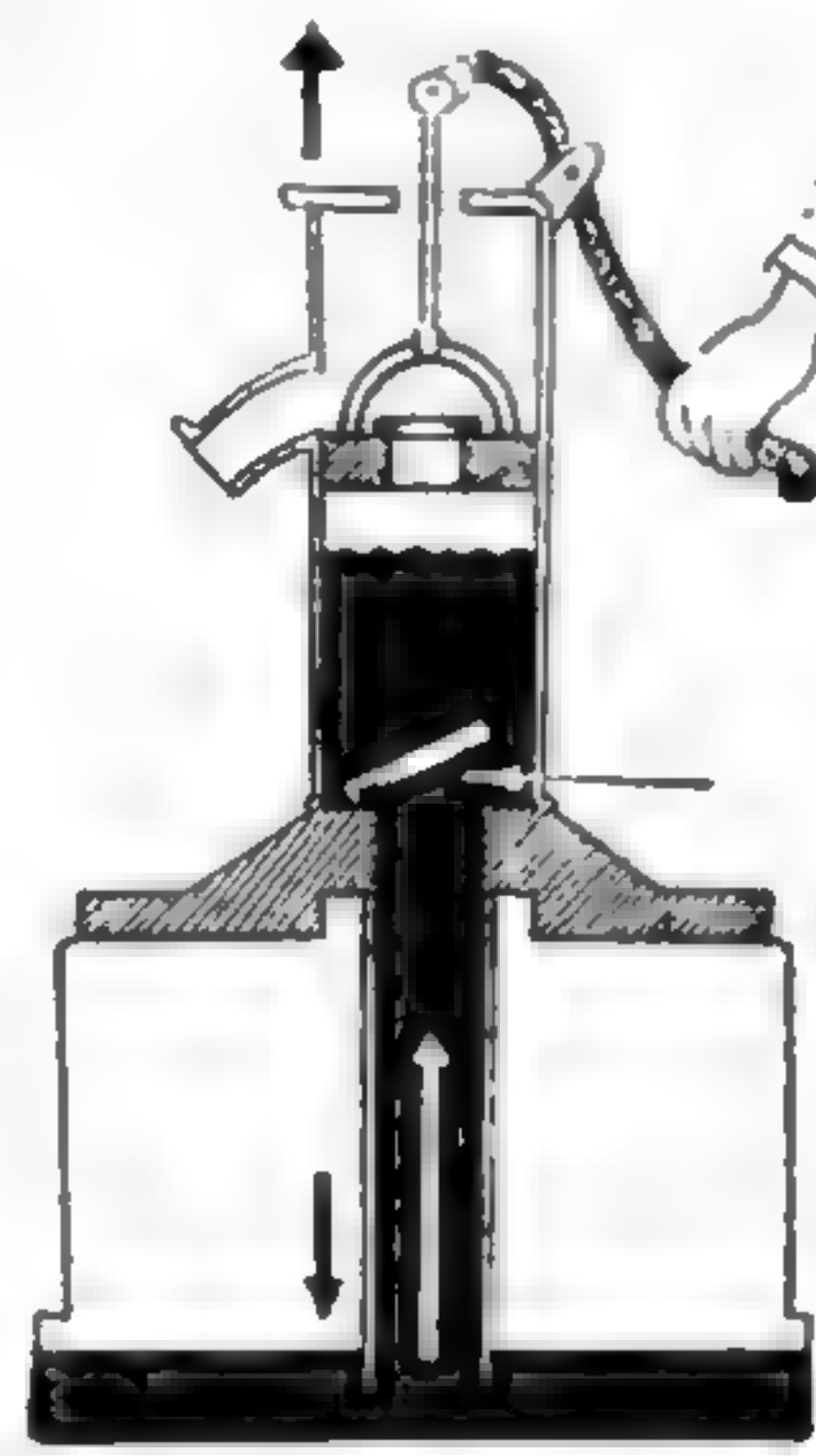
పంచదారలు : చూ. కార్బోహైడ్రేట్ లు - పు. 282.

పంపులు : భూమ్యాకర్షణశక్తికి విరుద్ధదిశలో ప్రవాహిని ప్రవాహింపజేయుసాధనమునకు 'పంపు' అని పేరు. పంపులలో రెండురకములు ఉన్నవి: 1. రెసిప్రొకేటింగ్ పంపు: 2. సెంట్రిఫ్యూగల్ పంపు.

రెసిప్రొకేటింగ్ పంపు: రెసిప్రొకేటింగ్ పంపులో ముఖ్యముగా ఒకగొట్టమును, ఆగొట్టములో వెనుకకు, ముందుకు ఆడు కడ్డీయును ఉండును. ఈ కడ్డీకి 'ముషలకము' (పిస్టన్) అని సాంకేతికనామము. ముషలకము వెనుకకును, ముందుకును ఆడుటలో ప్రతిమారు కొంత ప్రవాహిని నెట్టును. వైద్యులు చెవిని కడుగుటకు వాడు పిచికారి ఈ తరగతికి చెందినదే.

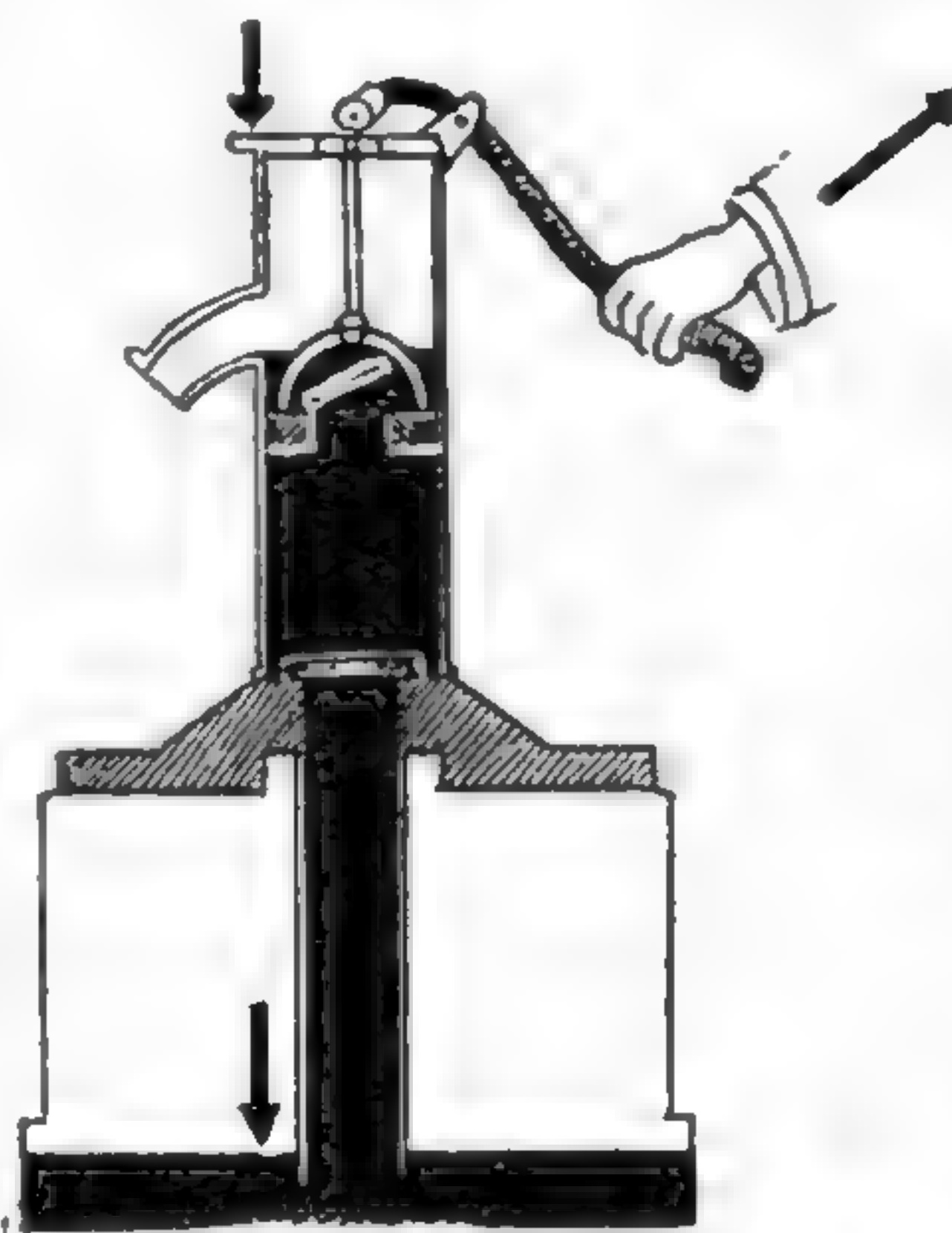
లిఫ్ట్ పంపు : రెసిప్రొకేటింగ్ పంపులలో సరళనిర్మాణము గలది లిఫ్ట్ పంపు. కిరసనాయిలునుతోడు పంపు (బొంబాయి) ఈతరగతికి చెందినదే. లిఫ్ట్ పంపును ఎక్కువగా బావినుండి నీటిని తోడుటకు ఉపయోగింతురు. లిఫ్ట్ పంపులలోకూడ ఒక గొట్టమును, ఆ గొట్టములో వెనుకకును, ముందుకును ఆడు ఒక ముషలకమును ఉండును. ముషలకములో ఒక కవాటమును, గొట్టములో ఒక కవాటమును అమర్తురు. ఈ కవాటములు ఊర్ధ్వముఖముగనే తెరుచుకొనునుగాని, అధోముఖముగా తెరుచుకొనవు.

పంపు పనిచేయు విధానము క్రింది a, b, c పటములను బట్టి విశదమగును. ముషలకమును పైకి లాగినపుడు



(a) పంపుకాడను మొదటిసారి క్రిందికి నొక్కినపుడు

ముషలకములోని కవాటము తెరుచుకొని నీరు ముషలకము పైభాగమున ఉన్న గొట్టములోనికి వచ్చును.



(b) పంపుకాడను పైకి లాగినపుడు

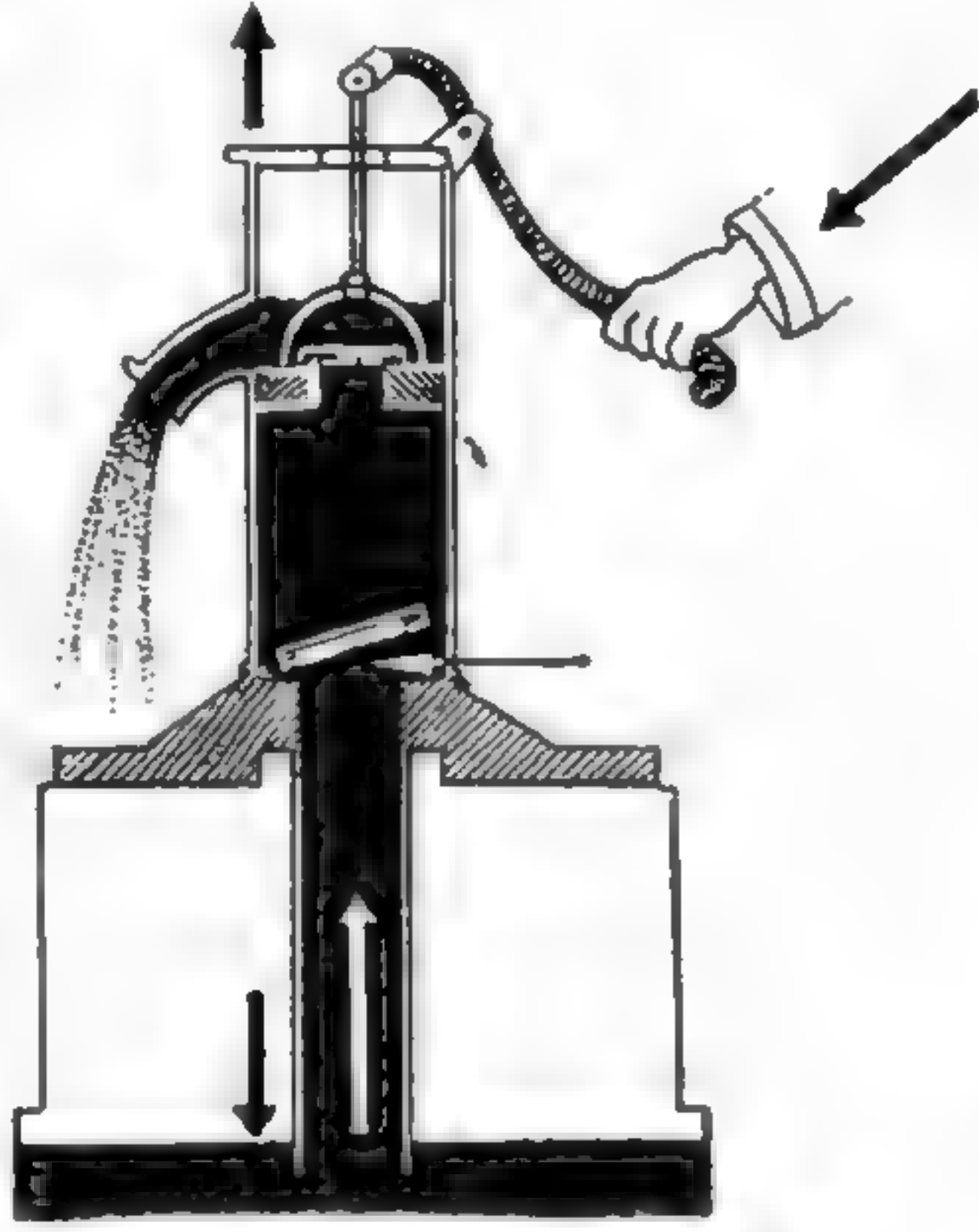
మును సాధింతురు. కవాటమునుండి పోయినపుడు అది గాలికి నిరోధముగా ఉండలేదు గాన, పంపు పనిచేయదు.

ముషలకము నందున్న కవాటము మూసికొనును. కాబట్టి, గొట్టమునందు ఆ భాగములలో కొంత శూన్యము ఏర్పడుటచే, గొట్టములోని కవాటమును నెట్టుకొని నూతిలోని నీరు పైకివచ్చును. ఇక ముషలకమును దిగువకు త్రోసినపుడు, గొట్టములోని కవాటము అధికమైన ఒత్తిడిచే మూసుకొనునుగాని, తెరుచుకొని నీరు ముషలకములోనికి వచ్చును. అటుపిమ్మట ముషలకమును తిరిగి పైకిలాగినపుడు అనీరు ఇంకను పైకివచ్చి, గొట్టము పైభాగములో ఉన్న పంపు గొట్టముద్వారా బయటకు పారును. ముషలకమునందున్న కవాటము గాలిని చొరనీయనిదిగా ఉండవలెను. అందులకై ఈ కవాటమును తడిగాఉంచి ఆ అంశమును సాధింతురు. కవాటమునుండి పోయినపుడు అది గాలికి నిరోధముగా ఉండలేదు గాన, పంపు పనిచేయదు.



పంపులు

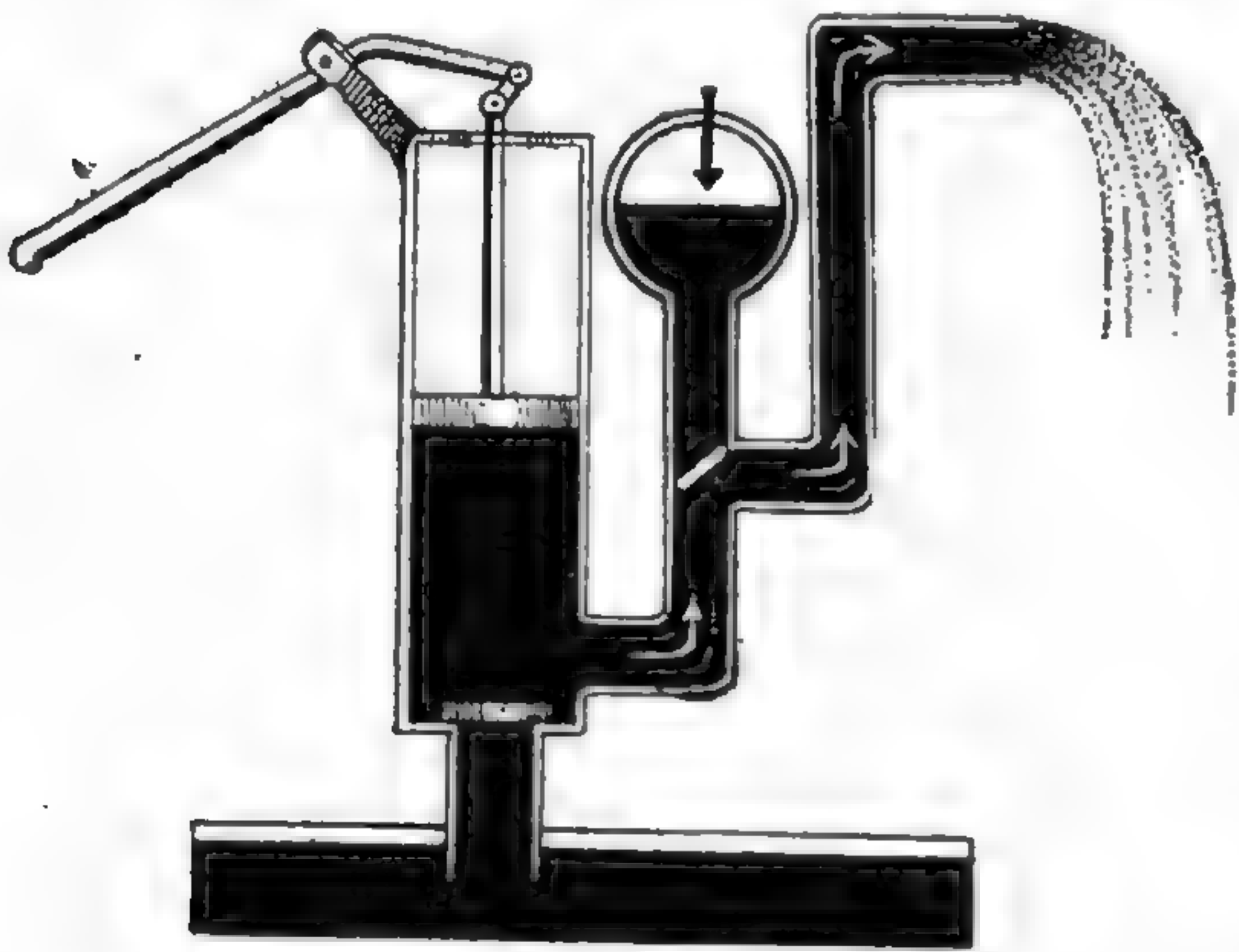
ఫోర్స్ పంపు : నూతనీరు 27 అడుగులకంటే ఎక్కువ లోతుగ ఉన్నప్పుడు లిఫ్ట్ పంపు వనికీరాదు. అప్పుడు ఫోర్స్ పంపును ఉపయోగించ వలసి ఉన్నది. అగ్నిని ఆర్పు బండ్ల లోను, లోతైన గనుల నుండి ఊట నీటిని పైకి తోడుటకును వీనిని ఉపయోగింతురు.



(c) పంపుకాడను రెండవసారి క్రిందికి నొక్కినపుడు

ఫోర్స్ పంపు లో కూడా ఒక గొట్ట మున్ను, ఒక ముషల కమున్ను ఉండును. ఎక్కువ సామర్థ్య ముతో పనిచేయుటకై అందున్న కవాటము లను ధాతువుతో చేయుదురు. క్రింది పటములో చూపినట్లు ముషలకమును మీదికి లాగినపుడు ప్రక్కకవాటము మూసికొని, క్రింది కవాటము తెరచుకొనుటచే గొట్టము లోనికి నీరువచ్చును. ముషలకమును క్రిందికి నెట్టినపుడు క్రింది కవాటము మూసికొని ప్రక్కకవాటము తెరవబడి ప్రక్కగొట్టములోనికి నీరు నెట్టబడును.

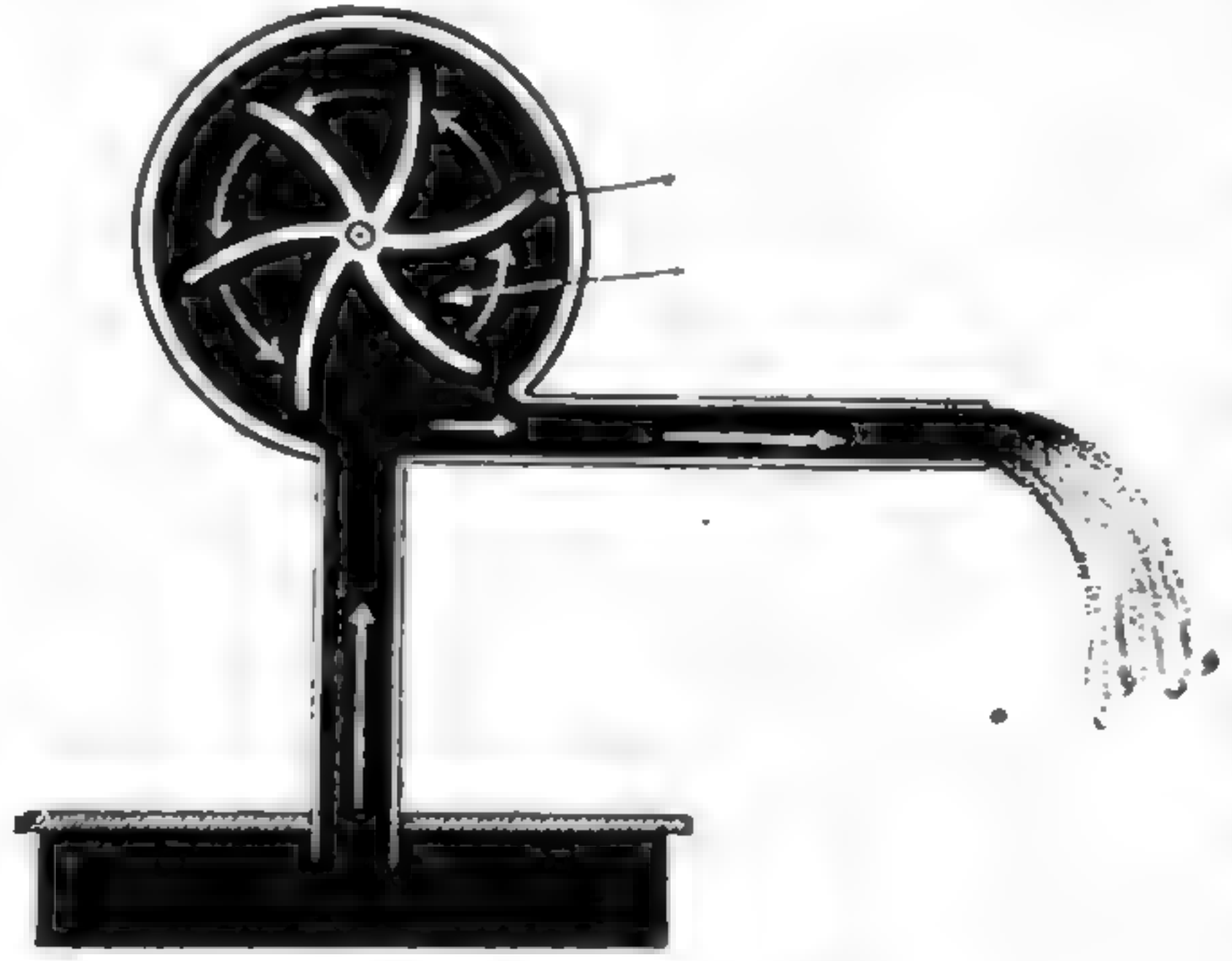
ఫోర్స్ పంపును సాధారణముగా చేతితో కొట్టక యంత్ర శక్తి సహాయముననే నడుపుదురు. ఈ పరికరములో



ఫోర్స్ పంపు

ప్రక్కకవాటమునకు తరువాత వాయుపేటికను ఒక దానిని అమర్తురు. దాని పైభాగములో కొంత గాలి బంధితమై ఉండును, నీరు ఏకధారగా వచ్చుటకు ఇది సహాయపడును.

సెంట్రీఫ్యూగల్ పంపు : సెంట్రీఫ్యూగల్ పంపు యొక్క ముఖ్యభాగములు క్రింది పటములో కననగును. ఇందు ముఖ్యమైన భాగము 'పంపుబుర్రలో' మధ్యగా అమర్చబ



సెంట్రీఫ్యూగల్ పంపు

డిన రేకుల చక్రము. ఈ బుర్ర కు క్రింది నుంచి, జలాశయ ము నుండి నీరు పీల్చు కొనుటకు ఒక గొట్ట ము, ప్రక్క నుంచి కావలసినచోటుకు నీరు పోవుటకు ఒకగొట్టము తగిల్చి ఉండును. పంపు బుర్రలో రేకులు అతివేగముగా తిరుగునపుడు మొట్టమొదట అందుండుగాలి, రేకులవలన పైగొట్టముద్వారా బయటకు నెట్టబడును. ఇట్లు పంపు బుర్రలోకొంత శూన్యము ఏర్పడుటచేత జలాశయములోని నీరు బుర్రలోనికి పీల్చబడును. ఇట్లు పంపు పనిచేసినకొలది, బుర్రలోని గాలి అంతయు పైకివెడలి, దాని స్థానమును నీరు తీసికొనును. ఇట్టిస్థితిలో రేకులు నీటిలోనే గిరున తిరుగుచుండును. బాణపుచిహ్నాలు చూపునట్లు రేకులు తిరుగునెడల, బుర్ర మధ్యనుండి నీరు ప్రక్క గొట్టము ద్వారా పైకినెట్టబడును. ఇందువలన బుర్రమధ్యను కొంత శూన్యము ఏర్పడును. ఈ శూన్యమును నింపుటకు జలా శయమునుండి బుర్ర మధ్యకు నీరు పీల్చబడును. ఇట్లే పంపు పనిచేయునంతకాలమును క్రిందినుండి నీరు పైకి, ప్రక్క గొట్టములోనుండి పారును. ఈ పంపువలన నీటి ప్రవాహము ఎడతెగకుండ పైకిపారును కాని, లిఫ్ట్ పంపు అంత ఎత్తునకు నీటిని ఎత్తలేదు. ఈ పంపులు గనులలోను, నగర జలసంస్థలలోను, మురికినీటిని పైకి పంపుటకును, పొలములకు నీరు అందచేయుటకును విరివిగా ఉపయోగ పడుచున్నవి. గాలిపంపులు రెండురకములు : 1. వాయు పూరకములు, 2. వాయురేచకములు. వాయుపూరక పంపు ఎక్కువగా లిఫ్ట్ పంపును పోలిఉండును. కాని, లిఫ్ట్ పంపులలోవలె గాక, దాని ముషలకపు కవాటము పైకి లాగినపుడు తెరచుకొని, దిగువకు త్రోసినపుడు మూసి కొనును. దీనికి ఉదాహరణము : బైసికిలు పంపు. వాయురేచక యంత్రము ఎక్కువగా ఫోర్స్ పంపువలె ఉండును. దాని వాల్వులుకూడ బలిష్ఠముగను, గాలిని

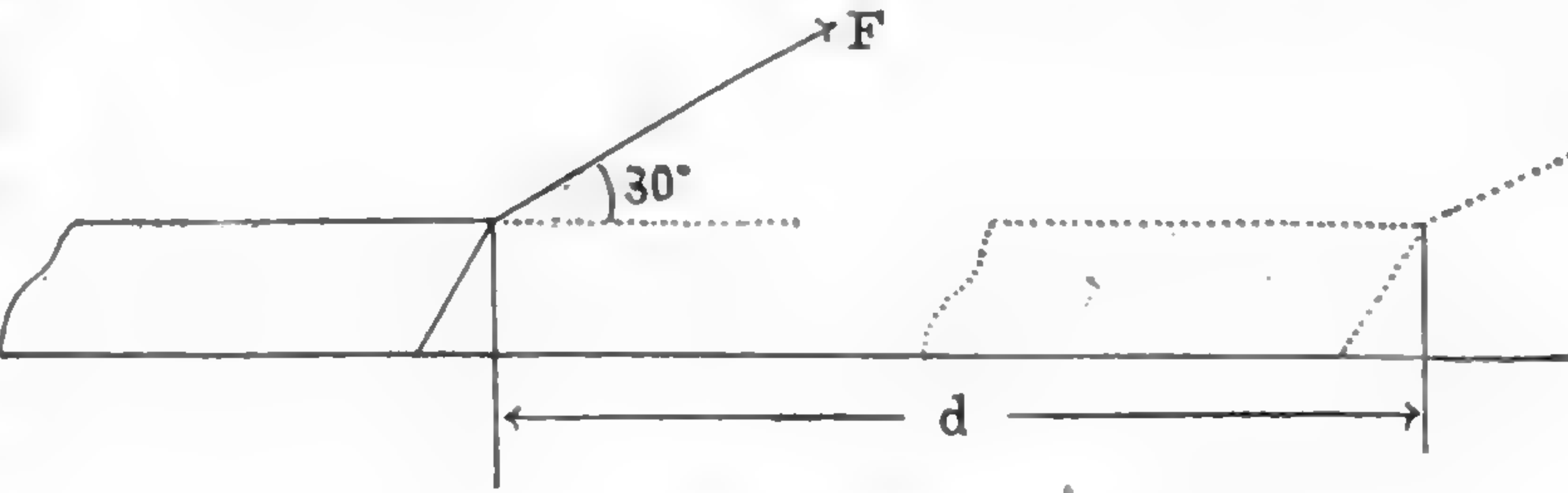


చొరనీయనివిగను ఉండును. (పాదరస నిర్వాతపు పంపు లను గూర్చి 'శూన్యము' లో చూడుడు). వి. పా. ప్ర.

పటికలు : చూ. అల్యూమినియము - పు. 150.

**పని (కర్మ) :** పని అన ఏమియో సామాన్యముగా తెలిసినవిషయమే. కాయక్లేశముతో కూడుకున్నది 'పని' అని. మన అనుభవము చెప్పును. పనిచేయుటకు కర్త ఉండ వలయును. ఈ కర్త మనుష్యుడు, గుర్రములువలె చైతన్యముగల వస్తువు కావచ్చును; లేదా, గాలి, నీటి ప్రవాహములవలె అచేతన వస్తువైన కావచ్చును. ఇంకొక విషయము: కర్మ ఎప్పుడును ద్రవ్యమునే ఆశ్రయించి ఉండును. ద్రవ్యములేనిచోట కర్మకు ప్రసక్తిలేదు. అనేక విధములగు కర్మాలు మన నిత్యానుభవములో ఉన్నవి. త్రోయుట, లాగుట, ఎగురవేయుట, విసరుట, త్రొక్కుట, నొక్కుట, సాగదీయుట, త్రిప్పుట, వంచుట మొదలగునవి. ఇవన్నియు కాయక్లేశముతో కూడుకున్న కర్మలే. భౌతిక శాస్త్రదృష్టిలో కాయక్లేశము ఉన్నంతమాత్రమున ఆ సంరంభము 'పని' లేదా 'కర్మ' అనిపించుకొనదు. ఏ వస్తువును గురించి పని జరుగుచున్నదో ఆ వస్తువు స్థాన మండు

మార్పు కనబడిననే కాని ఆ కార్యమును 'పని' అనము. నెత్తిమీద బరువు



చిత్రము : పని =  $f d \cos 30^\circ$

మోయుచు ఒకేస్థానమున నిలబడినవానికి శరీరాయాసము కలుగుచున్నను బరువును మోయుకార్యము 'పని' కానేరదు. ఆ బరువునే క్రిందనుండి వాడు చేతులతో ఎత్తి నెత్తిమీద పెట్టుకొనినప్పుడు వాడు 'పని' చేసెను అని అందుము. బండరాయికి భుజమును ఆనించి యావచ్చక్తిని ఉపయోగించి ఒకడు శ్రమించినను, వాని శ్రమ వాని శరీరమందు జనించు ముచ్చెమటలో మనకు చడుగ్గోచరమైనను, రాయి ఏమాత్రమును కదలనప్పుడు పని లేకమైనను జరుగలేదన్నమాట.

అందువలన పని ఎప్పుడును వస్తువు స్థానచ్యుతిని పొంది రప్పుడే జరుగుచుండును. స్థానచ్యుతి వస్తువుపై ఏదేని బల ప్రయోగముయొక్క ఫలము. బలప్రయోగము లేనిదే వస్తువు స్థానమందు మార్పు కలుగదు. వస్తువు స్థానమందలి చ్యుతిని ఆ చ్యుతికి కారణమగు బలరాశిచే గుణిం

చిన వచ్చులబ్ధము ఆ బలముచే నైన పనికి. మానము. (f) అను బలము దానిప్రయోగదిశలో వస్తువుచు గురించి 'd' అను స్థానచ్యుతిని తెచ్చిపెట్టిన జరిగిన పని :  $W = f \times d$  [పని(W) = బలము(f)  $\times$  స్థానచ్యుతి(d)]. ఈ సమీకరణము నందు అంతర్లీనమైన భౌతిక శాస్త్రభావములు, న్యూటన్ మూడు గతినియమములట్లు భౌతిక శాస్త్రాంతర్భాగమైన యాంత్రిక శాస్త్రమునకెల్ల ప్రధానబీజములు. బ్రిటిష్ పద్ధతిలో ఫుట్ - పౌను అనునది సామాన్యముగా పనికి యూనిట్. అడుగు - పౌను అనగా 1 పౌనుబలము, 1 అడుగుదూరమువరకు ప్రవర్తించుటలో వ్యక్తమైనది. మెట్రిక్ పద్ధతిలో ఒక డైన్ బలము ఒక సెంటీమీటర్ దూరములో ప్రవర్తించినప్పుడు వ్యక్తమైనపనిని ఒక 'అర్గ్' అందుము. అర్గ్ చాల చిన్నయూనిట్ అగుటచే  $10^7$  అర్గ్లు = 1 జౌల్ ను యూనిట్ గా తీసికొనుట సంప్రదాయము.

ఉదా: చదును నేలపై 50 పౌనుల సంఘర్షణ బలమునకు ఎదురుగా 15 అడుగుల దూరము ఒకపెట్టెను జరిపించితిమి. జరిగిన పని ఎంత? పని =  $w$ ; బలము =  $f$ ;

దూరము

$f = d$  న

పని (W)

$= f \times d$

$= (50 \text{ పౌ} \times 15 \text{ అ})$

$= 750$

ఫుట్ -

పౌనులు.

చదునుపై 50 అడుగుల దూరము ఒకబల్లను లాగుటలో చదునుకు  $30^\circ$  కోణమును చేయుచున్న ఒక త్రాడు ద్వారా సంక్రమించిన 60 పౌనుల బలము చేసినపని ఎంత? బలప్రయోగదిశలో బల్ల కదలలేదు. అందువల్ల బల్ల కదలిన దిశలో ప్రయుక్త బలముయొక్క ఘటకమును బల సమాంతర చతుర్భుజ నియమమును అనుసరించి మొదట కనుగొనవలెను. అట్లు కనుగొనిన ఘటకమూల్యము  $f \cos 30^\circ$  అగును. అనగా, ఇచ్చట వస్తువు కదలినదిశలో బలఘటకము  $f \cos 30^\circ$ , స్థానచ్యుతి 50 అడుగులు. అందువలన:

పని = బలము  $\times$  స్థానచ్యుతి

$= f \cos 30^\circ \times 50$  ( $\cos 30^\circ = 0.866$ ).

$= 60 \text{ పౌ} \times 0.866 \times 50 \text{ అ} = 2600 \text{ అ. పౌనులు. ఒక}$

వస్తువునకు పనిచేయు సామర్థ్యమున్నచో, దానికి శక్తి



## పరమతాపక్రమమానము

ఉన్నది అందుము. పనిక్రింద మార్చినపుడే శక్తిని కొలచుటకు వీలగును. అందువలన వనిని, శక్తినికూడ ఒకే మానములో అనగా, అర్గ్లలోగాని, ఫుట్-పౌండులోగాని తెలియపరచురు. భౌతికశాస్త్ర పరిభాషలో, పని, శక్తి ఈ రెండును సమాన పరిమాణముగల రాశులే. మే. వ. న.

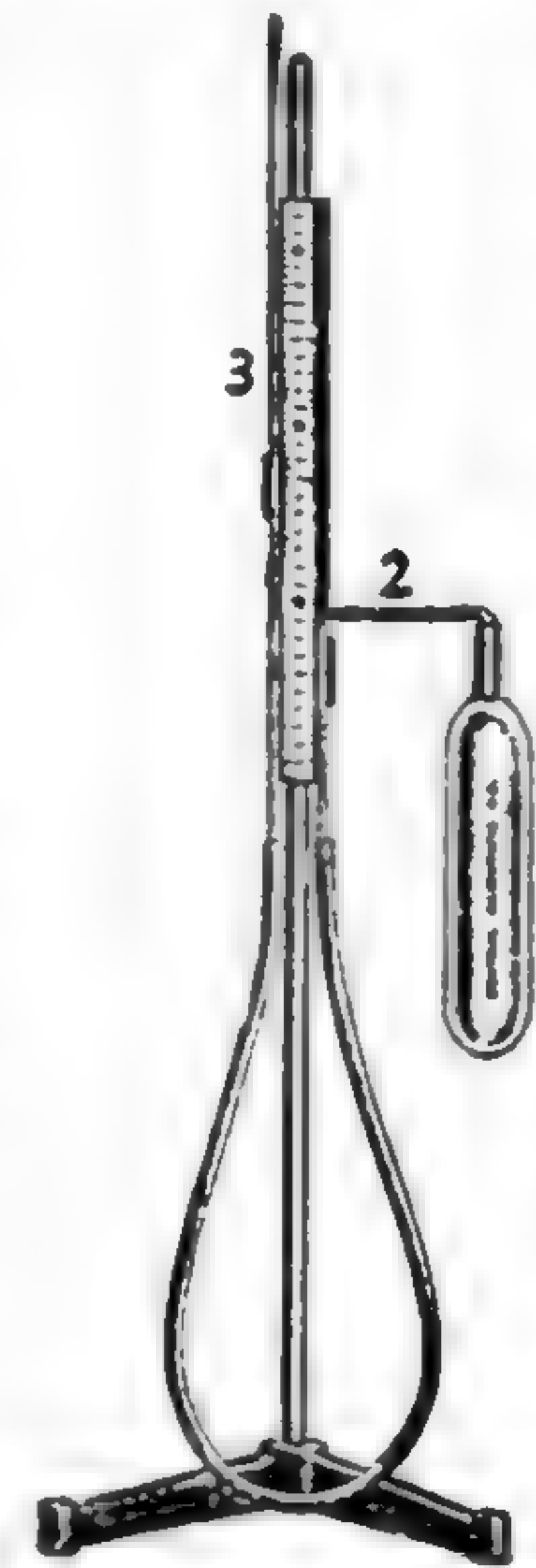
**పరమతాపక్రమమానము :** దీనిని అబ్జల్యూట్ టెంపరేచర్ స్కేల్ అనియు కెల్విన్ మానము అనియు అందురు. ఏదేని వస్తువును కొల్చుట అనగా, దానిని సమభాగములుగాచేసి ఆ భాగములు ఎన్నిఉన్నవో లెక్కించుట, అనగా, ఇన్ని అడుగులని కాని, లేదా ఇన్ని శేరులు అని గాని, లేదా ఇన్ని నిమిషములు అనిగాని, నిర్దేశించుట. కాని, వస్తువును భాగించునట్లు తాపక్రమమును భాగించలేము. ఈ అర్థములో తాపక్రమము కొల్తుకు వీలుపడదు. కాని, తాపక్రమము హెచ్చుచేయుట వలన కలుగు, కొలుచుటకు వీలయిన ఫలమును దేనినైన కొలిచి నిజముగా మనము తాపక్రమమును కొలుతుము. కొలుచుటకు చాల వీలయిన తాపక్రమఫలము వస్తువుల వ్యాకోచము. కాని, సాధారణముగా తాపక్రమము అధికమగుకొలది తాపక్రమానుగుణమును సక్రమమును అయిన వ్యాకోచమును వస్తువులు కనపర్చవు. కాని, గేలుసాక్ నియమ ప్రకారము వాయువులు అన్నియు ఏకరూపముగా వ్యాకోచించును. అందువలన వాయువుల వ్యాకోచమును గాని, లేదా వాటి ఆయతనమును స్థిరముగానుంచి వాటి ప్రేషమునందలి వృద్ధినిగాని, కొలిచి తాపక్రమమును నిశితముగా కొలువవచ్చును. గేలుసాక్ నియమ ప్రకారమును స్థిరాయతనములో నున్న ఒక వాయు ద్రవ్యరాశి ప్రేషము మొదటి ప్రేషమునకు రెండింతలైనపుడు, దాని తాపక్రమముకూడ మొదటి తాపక్రమమునకు రెండింతలగును. మొదటి ప్రేషము P, మొదటి తాపక్రమము T, రెండవ ప్రేషము P<sub>1</sub>, రెండవతాపక్రమము T<sub>1</sub> అయిన

$$\frac{P_1}{P} = \frac{T_1}{T} \dots\dots\dots(1)$$

పై 1 వ సమీకరణమును ఉపయోగించి రెండు తాపక్రమముల నిష్పత్తిని నిర్ణయించుటకు ఉపయోగించు పరికరమునకు 'వాయుతాపక్రమమాపకము' అని పేరు. గాజుతోగాని, పింగాణీతోగాని, చేయబడిన గోళమందు బంధించబడిన తేమలేని వాయువు యొక్క ప్రేషమును ఆ గోళమునకు అతికించబడిన గొట్టము ద్వారా సంధించబడిన ప్రేషమాపకముచే ప్రాయోగికముగా కనుగొనవచ్చును.

నిజముగా గోళముయొక్క ఆయతనముకూడ తాపక్రమముతోబాటు వృద్ధి అగును. అదిగాక, సంధాననాళమందున్న గాలి, గోళమందున్న గాలితో సమముగా వేడెక్కదు. కాని, గోళము యొక్క వ్యాకోచము గణనలోనికి తీసికొనవలసినంత ఎక్కువగా లేదనియును, సంధాన నాళము యొక్క ఆయతనము అతిస్వల్పము అనియును అనుకొనినచో లెక్క సులభముగా సాగును. రెండు తాపక్రమముల యొక్క నిష్పత్తిని కొలుచుటకు మొదటి తాపక్రమము T వద్ద గోళమునుంచి దానిలోని వాయువు యొక్క ప్రేషము P ని కొలువవలెను. తరువాత తాపక్రమము T<sub>1</sub> వద్ద గోళమును ఉంచి వాయువు యొక్క ప్రేషము P<sub>1</sub> ని కొలువవలెను. అప్పుడు 1 వ సమీకరణానుసారము

$$\frac{T_1}{T} = \frac{P_1}{P}$$



వాయుతాపక్రమ మాపకము

1. గాజునాళము
2. వంపునాళము
3. ఆంకితమైన స్కేలు గల పాదరసనాళము

వాయుతాపక్రమ మాపకమును వాడుట : తాపక్రమమాపక గోళమును ఒకసారి మరుగుచున్న నీటిమీద ఆవిరి (తాపక్రమము S) లో పెట్టియు, మరొకసారి కరుగుచున్న మంచు (తాపక్రమము I)లో పెట్టియు, వాయువుయొక్క ప్రేషమును కొలిచి 1 వ సమీకరణమును ఉపయోగించిన :

$$\frac{S}{I} = \frac{P_1}{P} \text{ అని నిర్ధించును.}$$

అనేకసార్లు ప్రాయోగికముగా నిర్ణీతమైన  $\frac{P_1}{P}$  నిష్పత్తి 1.367 అని తెలిసినది :

$$\therefore \frac{S}{I} = \frac{P_1}{P} = 1.367 \dots\dots\dots(2)$$

వాయు తాపక్రమమాపక ఉపయోగమువలన రెండు తాపక్రమముల నిష్పత్తి యే నిర్ధించునుగాని, వాటిని వేర్వేరుగా స్వతంత్రముగా నిర్ణయించుటకు వీలులేదు. అందువలన ఏతాపక్రమమునైనను స్వతంత్రముగా నిర్ణయించవలెననినచో ఏదేనిప్రమాణతాపక్రమమును స్థాపించవలసి ఉన్నది. దీనికిబదులుగా నీరుమరుగు తాపక్రమమునకు,



మంచుకరుగుతాపక్రమమునకు మధ్యగల (S-I) అను వ్యవధి 100 సమభాగములుగ విభజించబడినది. అందు వలన సమాఖ్యప్రకారము :

$$S - I = 100^{\circ} \dots \dots \dots (3)$$

2, 3 సమీకరణముల సాధించుటచే  $I = 273$ ,  $S = 373$  అను మరిరెండు సమీకరణములను పొందవచ్చును. ఇట్లు I, S ల యొక్క మూల్యములను వేరువేరుగా నిర్ణయించిన తరువాత, పరీక్ష్యతాపక్రమము S తోగాని, I తోగాని, ఇచ్చు నిష్పత్తిని అనగా  $\frac{T}{S}$  లేదా  $\frac{T}{I}$  ని వాయు తాపక్రమమాపకము ద్వారా నిర్ణయించవచ్చును. S, I ల మూల్యములు ఇదివరకే నిర్ధారితములైనవి కాబట్టి, T ని నిశితముగా నిర్ణయించవచ్చును.

ఈపైని చూపినరీతిని సాధితమైన తాపక్రమమునకు పరమతాపక్రమము అనియు, లేదా, కెల్విన్ తాపక్రమము అనియు పేరు. హిమబిందువునుంచి లెక్కించు తాపక్రమమును సెంటీగ్రేడ్ తాపక్రమమునకు 273 చేర్చిన పరమ తాపక్రమము సిద్ధించును. ఈ పరమమానములో మంచు కరుగు తాపక్రమము  $273^{\circ}\text{K}$ , నీరుమరుగు తాపక్రమము  $373^{\circ}\text{K}$ . మే. వ. న.

పరమశూన్యము : చూ. తాపక్రమమాపనము. పు. 372.

పరమాణుబాంబు : చూ. ఆటంబాంబు - పు. 167.

పరమాణుభారభావము : డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతప్రకారము ఒకమూలద్రవ్యపరమాణువు యొక్క విశిష్టలక్షణము దానిభారము. సాఠాత్తుగా పరమాణువుల భారములను నిర్ణయించుట సాధ్యము కాకపోవుటచే డాల్టన్ పరమాణువుల తారతమ్యభారములను నిర్ణయించుటకు ఎట్లు ప్రయత్నించెనో, ఆప్రయత్నమునందు ఎంత మట్టుకు అతడు కృతకృత్యుడయ్యెనో సమీక్షలో తెలిపి ఉంటిమి (చూ. పు. 89). యోగికమందు రాసాయనికముగా సంయోగించి ఉన్న వేరువేరు పరమాణువుల సంఖ్యలను తెలిసికొనుటకు మార్గములు ఎవ్వియును మొదట లేకపోవుటచే, పరమాణువుల యథార్థతారతమ్యభారములను నిర్ణయించుటకూడ సాధ్యమైనది కాదు.

ఒకమూలద్రవ్యము ఆక్సిజన్ తోగాని, క్లోరిన్ తోగాని బహునిష్పత్తులలో సంయోగించినపుడు ఆమూలద్రవ్యమునకు ఒకటికన్న ఎక్కువ తుల్యభారములు సిద్ధించును. ఉదాహరణమునకు ఫెర్రస్ క్లోరైడ్ లో ఇనుముయొక్క తుల్యభారము 27.9 గ్రాములు; ఫెరిక్ క్లోరైడ్ లో దాని తుల్యభారము 18.6 గ్రాములు. అందువలన తుల్యభారము

మూలద్రవ్యమునకు విశిష్టలక్షణముగా తీసికొనుటకు తగినది కాదు. కాని నేటికిని తుల్యభారభావముయొక్క రాసాయనిక శాస్త్రీయసార్థకత ముఖ్యముగా విశ్లేషణశాస్త్రమందు నిలచియున్నది.

పరమాణుభారములను సంశయరహితముగా నిర్ణయించుటకు యోగికాణువులోనున్న వేరువేరుపరమాణువులసంఖ్య ఆవశ్యకమని చెప్పి ఉంటిమి. ఆ సంఖ్యను నిర్ణయించుటలో గేలుసాక్ ఆయతనసంయోగనియమము కొంత ఉపయోగించినదని చూపి ఉంటిమి. బర్జీలియస్ దానిని ఉపయోగించి నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ వంటి కొన్ని పరమాణుభారములను నిర్ణయించగలిగెను. ఇదిగాక తక్కినపరమాణుభారములను నిర్ణయించుటలో బర్జీలియస్ మరిరెండు నూతనముగా స్థాపించబడిన నియమములను ఉపయోగించెను. అందు మొదటిది డ్యూలాంగ్ - పెటీ నియమము; రెండవది మిచర్లిక్ నియమము. ఈ నియమములను అనుసరించి మూలద్రవ్య పరమాణుభారములను ఎట్లు నిర్ణయించుటకు వీలగునో సమీక్షలో చూపియుంటిమి (చూ. పు. 93). రెండు విధానములకును తుల్యభారము యొక్క పూర్వనిర్ణయము ఆవశ్యకమని చూపి ఉంటిమి. బర్జీలియస్ వాడుకచేసిన గేలుసాక్ నియమముకన్న ఈ నియమమును డాల్టన్ యొక్క పరమాణువాదముతో సంబంధించేసిన (చూ. పు. 91, 92) ఆవాగాడ్రో యొక్క కల్పన పరమాణుభారములను సంశయరహితముగా నిర్ణయించుటకు హెచ్చు తోడ్పడినది. ఈ తోడ్పాటుకు మూలము ఆవాగాడ్రో రాసాయనిక శాస్త్రమందు చొప్పించిన అణుభావము. (చూ. అణుభావము అణుభారభావము - పు. 132).

అంతవరకు తెలియని పరమాణుభావముయొక్క సార్థకతను 1868 లో మెండేలేయిఫ్ అను రష్యాదేశపు రాసాయనికుడు ప్రతిపాదించెను (చూ. పు. 95).

సంయోగభారభావము - దానిసార్థకత : ప్రమాణద్రవ్యముతో కాక తమలోతాము సంయోగించునపుడు మూలద్రవ్యములు పభారములతో సంయోగించునో వాటికి 'సంయోగభారములు' అని పేరు. తుల్యభారము ప్రమాణద్రవ్యముతో ప్రతిమూలద్రవ్యమునకుగల భారసంబంధమును తెలియజేయును. సంయోగభారము మూలద్రవ్యముల పరస్పర భారసంబంధములను తెలియజేయును.

రాసాయనికభారనియమములలోకెల్ల సంయోగభారనియమము చాలవ్యాపకమైనది. పలన స్థిరనిష్పత్తి నియమము (చూ. సమీక్ష - పు. 88) ఒకమారు ఒకే యోగికమునకు వర్తించును. గుణిజనిష్పత్తి నియమము (చూ. పు. 88)

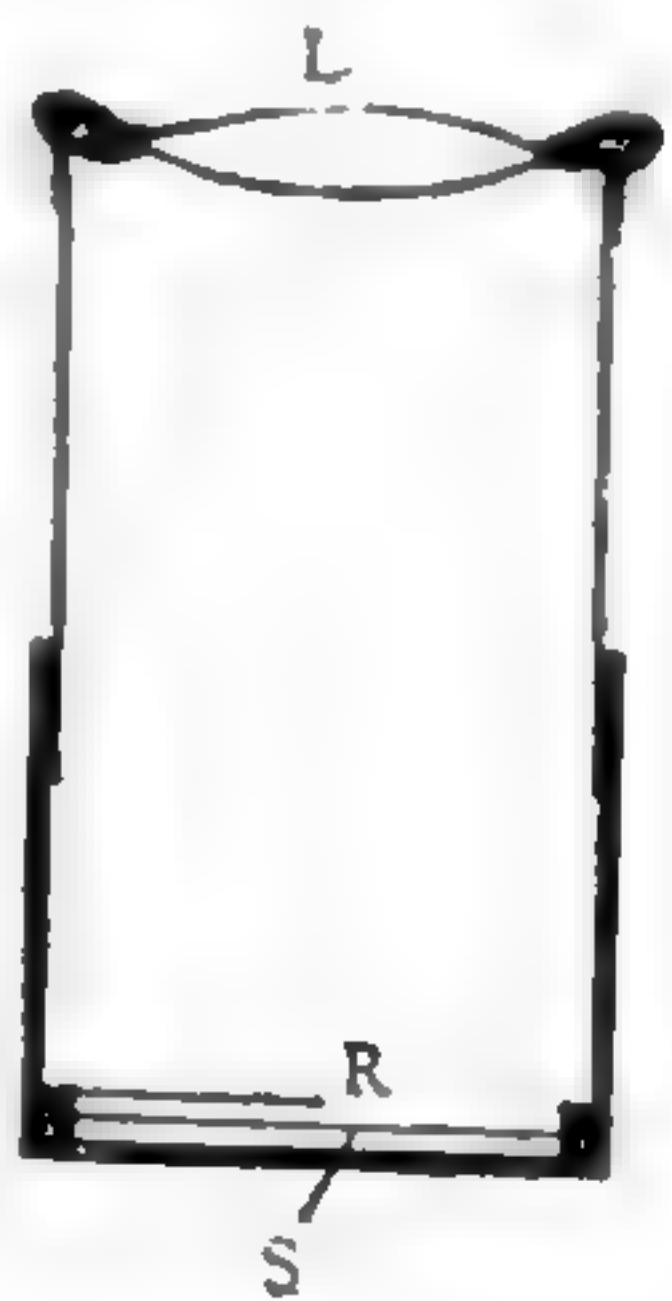


పరమాణుభారము నవీన భౌతిక శాస్త్రము

ఒకమారు సాధారణముగా రెండు మూడు, లేదా నాలుగు యౌగికములకు వర్తించును. సంయోగభారనియమము యౌగికసర్వస్వమునకంతకు వర్తించును. సంయోగభారనియమమునుపట్టి ప్రతి మూలద్రవ్యమునకును ఒక భారమును ఆరోపించవచ్చును. ఈ భారముతోగాని, లేదా దానిగుణజముతోగాని అట్టిమూలద్రవ్యము మరియొక మూలద్రవ్యసంయోగ భారముతోగాని, లేదా దానిగుణజముతోగాని సంయోగించును. తుల్యభారములు వేటికవి ప్రత్యేక సంఖ్యలు. సంయోగభారనియమము ఈ సంఖ్యలన్నిటికిని సామాన్యప్రాయోగిక. సంబంధమును కల్పించి, మూలద్రవ్యముల సంయోగభారములందు ఒక క్రమమును, పరిపాటిని ఏర్పరచినది. ఈ సంయోగభారభావమందే పరమాణుభారభావము అంతర్లీనమైఉన్నది. అందువలననే సంయోగభారభావము మిక్కిలి వ్యాపకము గలదైనది. మే. వ. న.

**పరమాణుభారము-నవీనభౌతికశాస్త్రము:** ఏద్రవ్యములు సంయుక్తములో, ఏవి అసంయుక్తములో తెలిసికొనుటకు, అమితముగా వృద్ధిపొందిన రాసాయనికవిశ్లేషణపద్ధతులు, పరమాణువునుగురించి భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు కావించిన అన్వేషణలు, మొదట కేవలము ఊహాకల్పితమైన పరమాణువుయొక్క వాస్తవికతను క్రమేణ ప్రతిష్ఠించినవి.

పరమాణువులు కంటికి అగపడనంత సూక్ష్మపరిమాణములు కలవి. ఇవి సున్నితమైన సూక్ష్మదర్శనిలోకూడ అగపడవు. ఇంద్రియములద్వారా గ్రహించు ద్రవ్యప్రక్రియలన్నియును పరమాణుసమూహముల ప్రవర్తనవలన సంభవించునవియే. కాని కొన్నిపరిస్థితులలో ప్రత్యేకపరమాణువుల ప్రవర్తనను గుర్తించుటకు వీలగును. ప్రత్యేక పరమాణు కార్యమును ప్రత్యక్షముగా చూడగలిగినచో పరమాణువుయొక్క వాస్తవికత రూఢమగును. ఇట్టి ప్రత్యేక పరమాణుప్రవర్తనలను చూపునది 'స్పింథరిస్కోప్' అనుచిన్నపరికరము. ఇది క్రుక్స్విజ్ఞానిచే నిర్మింపబడినది. ఇది ఒక చివరను ద్వీకుంభకటకముగల చిన్నగొట్టము. ఆ కటకమునకు ఎదురుగ జింకు సల్ఫైడ్ స్ఫటికచూర్ణముతో పూయబడిన తెర ఉండును. ఈ తెరకు



స్పింథరిస్కోప్.  
L ద్వీకుంభకటకము.  
R రేడియోధార్మిక ద్రవ్యలేకము.  
S జింకుసల్ఫైడ్ పూసివెతెర.

కొంత దూరమున కొంచెము రేడియమ్ద్రవ్యము పూయబడిన ముల్లు ఒకటి అమర్చిఉండును. చీకటిలో కటకము

గుండా గొట్టపు వెనుక చివరనున్న తలముపై దృష్టిని నిగుడించిన ఒక అద్భుతదృశ్యము అగుపించును. తలముపై అప్పుడప్పుడు స్ఫులింగములు లేచునట్లు కనపడును. ఈ స్ఫులింగములు ఒక్కొక్కటియును రేడియమ్ పూతనుండి బయలుదేరిన ఆల్ఫాకణములు (చూ. పు. 199) ఒక్కొక్కటి జింకుసల్ఫైడ్ స్ఫటికములను భిన్నముగా తాకి వాటిని బ్రద్దలగొట్టుటలో కనిపించును. తలమునకు బదులుగా ఒకపాత్ర నుంచినచో అందు హీలియమ్ పరమాణువులు ప్రోగ్రెస్సు ప్రయోగమువలన తెలిసికొనవచ్చును. అందువలన ఒక్కొక్క స్ఫులింగమును కలుగజేసినది ఒక్కొక్క హీలియమ్ పరమాణువై ఉండవలెను. ఇచ్చట ప్రత్యేక హీలియమ్ పరమాణువుల కార్యములు ప్రయోగమందు గుర్తించబడుటచే, పరమాణువు యొక్క వాస్తవికత రుజువైనది.

భౌతికశాస్త్రమందు నూతనముగా వెలసిన పరిశోధనల మూలమున డాల్టన్ యొక్క పరమాణుభారము కొన్ని మార్పులను చెందవలసివచ్చినది. అందులో మొదటిమార్పు పరమాణువు అవిభాజ్యముకాదు అన్నవిషయము. ఈ విషయము పరమాణురచన అన్వేషణలో బయలుపడినది. రెండవది వేర్వేరు మూలద్రవ్యపరమాణువులు ఒకటి మరియొకదానిగా మార్చవీలులేదు అన్న అభిప్రాయమును మార్చవలసివచ్చినది. ఈమార్పు రేడియోధార్మికతా ద్రవ్యపరివర్తనీయతా సంఘటనలవలన అవసరమైనది [చూ. రేడియోధార్మికత (కృత్రిమ)]. మూడవమార్పు, 'ఒక మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణువులన్నియు సమానభౌతికధర్మములు, ముఖ్యముగా సమానభారములు కలవి' అను డాల్టన్ అభిప్రాయము సమస్థానీయసంఘటనచే తారుమారైనది (చూ. సమస్థానీయములు).

ఇక డాల్టన్ పరమాణువాదములో మిగిలిఉన్నది పరమాణువులే రాసాయనికసంయోగమందు పాల్గొనును అను విషయము ఒక్కటియే. మే. వ. న.

**పరమాణుభావము :** ప్రయోగముతోలి లేకయే మూలద్రవ్యభావము, దానికి అనుబంధమగు సంయుక్త ద్రవ్యభావము రాసాయనికశాస్త్రక్షేత్రమున ఎట్లు ప్రవేశించినవో, పరమాణుభావముకూడ అట్లే ప్రవేశించినది. ప్రాచీననాగరికతలయందు ద్రవ్యస్వభావమును పరిశీలించిన తత్వశాస్త్రజ్ఞులు ఎట్లు తమఊహను, విమర్శలను ఆధారముగాగొని పరమాణుభావమును కల్పించిరో రాసాయనిక శాస్త్రసమీక్ష (చూ. పు. 50)లో చూపబడినది. అచ్చట ద్రవ్యమును అనవరతముగా విభజించవచ్చునని అనుకొనినపుడు తారసిల్లిన అనవస్థాదోషమును నివారించుటకై



అంతిమ అవిభాజ్యపరమాణుభావము ఆవశ్యకమైనది అని చెప్పిఉంటిమి. ఇట్లు తర్కచోదితమైన ఊహ ఆధారముగా గొని క్రీ. పూ. 800 ఏండ్లక్రిందట గ్రీక్ తత్వశాస్త్రజ్ఞులు కల్పించిన పరమాణుభావము జ్ఞానపునరుద్ధరణ ప్రారంభమున యూరప్ శాస్త్రజ్ఞుల ఆమోదమును పడసినది. వీరినుండి బోయిల్ ఈ భావముయొక్క మహత్త్వమును గ్రహించి 'ఆకృతుల, గుణముల ప్రాదుర్భావము' అను తన గ్రంథములో ఆనాడు అమలులోఉన్న ద్రవ్య తత్వ సిద్ధాంతములను పరమాణుభావదృష్టిలో వివరించెను. ఈ భావమును అంగీకరించి ద్రవ్యతత్వమును వివరింప పూనిన వారిలో 18 వ శతాబ్దపు శాస్త్రవేత్తలగు ప్లేగెస్ట్, న్యూటన్ ప్రధానులు. న్యూటన్ యొక్క అభిమాన శాస్త్రము ఖగోళవిజ్ఞానము. గ్రహచలనగణితమును విస్తరించుటయందు ఖగోళములమధ్యఉండు అంతరాళము సంపూర్ణముగ ద్రవ్యశూన్యమను అభిప్రాయమును న్యూటన్ అంగీకరించి, పార్థివద్రవ్యముకూడ పరమాణువుల, వాటి మధ్య ద్రవ్యశూన్యప్రదేశముల కూర్పు అని ఉపపాదించెను. వాయువులవిషయములో, వాటికి బోయిల్ చే ప్రయోగ స్థాపితమైన వాయునియమమును వివరించుటలో వాయువులయొక్క కణరచనను న్యూటన్ అంగీకరించవలసి వచ్చెను. ఏలన వాయువులు శూన్యప్రదేశములచే వేరు చేయబడిన కణములకూర్పని నిరూపించినగాని ఆకణముల మధ్య బోయిల్ నియమమును వివరించుటకు ఆవశ్యకమగు అపకర్షణ బలములు \* సిద్ధించవు. పరమాణుభావమునకు ప్రయోగముతో బోధ్యబోధక సంబంధమును కల్పించుటకు భౌతికశాస్త్రచరిత్రలో ఇదియే ప్రథమ ప్రయత్నము.

ఇట్లు తొలిని ద్రవ్యతత్వసిద్ధాంతములందు, తరువాత వాయుస్వభావ వివరణమునందు వినియోగసార్థకతను గాంచిన పరమాణుభావమును డాల్టన్ ప్రయోగఫలితములచే పోషించి రాసాయనిక శాస్త్రమూలభావముగా ఎట్లు సంతరించెనో సమీక్షయందు సవిస్తరముగా చూపి ఉంటిమి (చూ. సమీక్ష - పు. 88).

ఇంతటితో డాల్టన్ ఆగిపోయినచో పరమాణు సిద్ధాంతమునకు నేటివ్యాపకత సిద్ధించకపోయి ఉండవచ్చును. అట్లుగాక తనసిద్ధాంతమందు కల్పించిన ప్రమేయములను ఆధారముచేసికొని పరమాణువుల తారతమ్యభారములను నిర్ణయించుటకు ప్రయత్నించెను (చూ. పరమాణు భారభావము ; పు. 456).

\* అపకర్షణబలములు అనగా కణములు ఒకదానిని ఇంకొకటి మళ్లగొట్టుకొను బలములు.

కాని పరమాణుభారములను సంశయరహితముగా నిర్ణయించుటకు డాల్టన్ కు వీలులేకపోయినది. ఈ క్లిష్ట పరిస్థితులు కొనకు రాసాయనిక శాస్త్రమందు ఆవాగాడ్రో అణుభావమును ప్రవేశపెట్టిన తరువాతగాని తొలగిపోలేదు.

అణుభావము సుస్థాపితమై యాగికములయొక్క అణు భారములను ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించుటకు వీలైనతర్వాతగాని, పరమాణుభావము రాసాయనిక శాస్త్రమందు సుప్రతిష్ఠితము కాలేదు. మే. వ. స.

పరమాణురచన - రాసాయనిక ధర్మములు : రాసాయనికమైత్రి అననేమి? అను మూలప్రశ్నకు కడచిన (19వ) శతాబ్దాంతమున ప్రారంభింపబడి నేటి వరకు విస్తరింపబడుచున్న పరమాణుసిద్ధాంతములలో సమాధానము దొరకు సూచనలు అగపడుచున్నవి. ఈ సమాధానమునకు కడంగుటకు పూర్వము పరమాణు నిర్మాణయుగము ఎట్లు ప్రారంభమైనదియు, ఎట్లు విస్తరించుచున్నదియు, ఈ యుగమందు స్థాపించబడిన సిద్ధాంతము, వీటి విషయమై తెలిసికొనవలసిఉన్నది.

ఈ నవీనయుగప్రారంభము, భౌతికశాస్త్రమందు రెండు ప్రయోగక్షేత్రములందలి అన్వేషణఫలము. అందు మొదటిది - విరళీకృతవాయువుల విద్యుద్వాహకత్వము. అనగా ఒత్తిడి రమారమి పూర్తిగాతగ్గించిన వాయువులలో విద్యుత్ ప్రసరణ. రెండవది - కొన్నిద్రవ్యముల స్వయంరశ్మి ప్రసరణసామర్థ్యము ; అనగా కొన్నిద్రవ్యములయందు కననగు రేడియోధార్మికత (రేడియో ఆక్టివిటీ).

ఈ రెండు క్షేత్రములలో సాధించబడిన ప్రయోగ జ్ఞానము పరమాణురచనాన్వేషణకు ఎట్లు తోడ్పడినదో నవీనభౌతిక శాస్త్రమను భౌతిక సమీక్ష ప్రకరణములో విశదీకరించబడినది (చూ. పు. 48). ఈ ప్రకరణమందు ఆ పరమాణు రచనా జ్ఞానమును ఉపయోగించి, రాసాయనిక శాస్త్రముఖ్యప్రమేయములగు రాసాయనిక సంయోగము, రాసాయనిక ధర్మములు ఎట్లు వివరించబడినవో విచారితము.

ఈ పైని పేర్కొనిన ప్రమేయముల వివరణ, పరమాణు రచనా సిద్ధాంతములను ఆవర్తక్రమ పట్టికలో అమర్చబడిన మూలద్రవ్యములకు అన్వయింపచేసినప్పుడు సిద్ధించును.

నవీనభౌతికశాస్త్రము అను శీర్షికక్రింద విస్తరించబడిన పరమాణురచనాసిద్ధాంతములదృష్టిలో, సూర్యుని దాని చుట్టునున్న గ్రహములకూటమును, పరమాణురచన పోలి ఉండును. దాని కేంద్రస్థానమున, అతి సాంద్రీకృతమై



**పరమాణురచన - రాసాయనిక ధర్మములు**

ధనవిద్యుదావిష్టమగు కేంద్రకము ఉండును. ఈ కేంద్రకము ప్రోటాన్ల, న్యూట్రాన్ల సంఘాతము. ఈ కేంద్రకము వెలుపల, దీనిచుట్టు, దాని విద్యుదావేశము నందున్న ధనవిద్యుత్ యూనిట్లకు సమమగు సంఖ్యగల ఎలక్ట్రాన్లు (ఋణవిద్యుత్ రాశి యూనిట్లు) కక్ష్యలలో తిరుగు చుండును.

ఈఎలక్ట్రాన్లు, కేంద్రకముచుట్టు కక్ష్యలలో ఎట్లు అమరి ఉన్నవో తెలిసికొనవలసిఉన్నది. ఇవి కేంద్రకము చుట్టు వేరువేరుపొరలలో అమరియున్నట్లు, పరమాణువు యొక్క X-కిరణవర్ణమాలానుశీలనవలన తెలిసినది. ఏ పరమాణువుయొక్క X-కిరణవర్ణమాలయందైనను దాని దృశ్యకిరణవర్ణమాలయందుకంటే రేఖలు చాలతక్కువగా ఉండును (చూ. వర్ణమాల). కేంద్రకమునకు దూరముగాఉన్నకక్ష్యలలో తిరుగుచున్నపుడు ఎలక్ట్రాన్ యొక్క శక్తి, కేంద్రకమునకు దగ్గరగాఉన్న కక్ష్యలో అది తిరుగుచున్నపుడుకన్న ఎక్కువగాఉండును. వెలుపలి కక్ష్యనుండి లోపలికక్ష్యకు ఎలక్ట్రాన్ దుమికినపుడు ఆశక్తి యందలి వ్యత్యాసము వర్ణమాలయందు ఒకరేఖగా కనిపించునని బోర్ తన హైడ్రోజన్ పరమాణురచనా సిద్ధాంతమందు సూచించెను. ఈ సూచనను మనసులో పెట్టుకొని X-కిరణవర్ణమాలయందలి రేఖలను పరీక్షించినచో కేంద్రకముచుట్టునుఉన్న ఎలక్ట్రాన్సంఖ్యకన్న రేఖల సంఖ్య చాల తక్కువగాఉన్నట్లు తెలియుచున్నది. అనగా ఎలక్ట్రాన్లు కేంద్రకముచుట్టు స్వీకరించిన కక్ష్యలసంఖ్య ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యకన్న చాల తక్కువగా ఉన్నది. అందుచే, ఒక కక్ష్యలో ఒకటికన్న ఎక్కువసంఖ్య ఎలక్ట్రాన్లు అమరి ఉన్నవని అనుకొనవలెను. అనగా ఉల్లిపాయపొరలవలె కేంద్రకము చుట్టును ఉన్న వేర్వేరు కక్ష్యలలో పరమాణువునకు చెందిన ఎలక్ట్రాన్లు అన్నియు గుంపులుగా సర్దుకొని ఉన్నవి.

ఏయే పొరలో ఎన్నెన్ని ఎలక్ట్రాన్లుఉన్నవో తెలిసికొనుటకు రెండు పద్ధతులు నిరూపించబడినవి. అందు మొదటిది - పరమాణువుల చాతుషవర్ణమాలయొక్క అనుశీలన. ఇది బోర్ విజ్ఞాని అవలంబించినపద్ధతి; రెండవది - ఆవర్తక్రమమందు పరమాణువుల స్థానమునుపట్టి వాటి రాసాయనిక ధర్మముల వివరింప యత్నించుట. ఇది సి.ఆర్. బ్యూరీ అను యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికునిచే సూచించబడిన పద్ధతి. ఈ రెండు పద్ధతులును ఒకే పర్యవసానమునను వచ్చినవను విషయము ఎలక్ట్రాన్ల విన్యాసమును గురించిన నిశ్చయజ్ఞానము మనకు లభ్యమైనదని సూచించు చున్నది. సందర్భము రాసాయనిక శాస్త్రాంశ

మగుటచే బ్యూరీచే సూచించబడిన రాసాయనిక పద్ధతినే ఇచ్చట విస్తరించుదము.

కేంద్రకమునకు వెలుపల ఉన్న ఎలక్ట్రాన్ల విన్యాసమును వివరించుపట్ల బ్యూరీ క్రింది కల్పనలను అంగీకరించెను :

I. ప్రతి పరమాణువునందును ధనావేశయుతము అగు కేంద్రకమును, ఋణావేశయుతములగు ఎలక్ట్రాన్లును కలవు.

II. పరమాణువులో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్లసంఖ్య కేంద్రకమునందుఉన్న ధనావేశసంఖ్యకు సరిగా ఉండును. ఈ రెండు సంఖ్యలును మరల పరమాణ్వంకమునకు సమానము.

III. కేంద్రకముచుట్టు సమానమైనదశసరిగల వేర్వేరు పొరలలో ఎలక్ట్రాన్లు అమరి ఉన్నవి. ఆవర్తక్రమమందు కన్నట్లు ప్రతిమూలద్రవ్యఆవృత్తికి అనుగుణముగా కేంద్రకముచుట్టు ఒకపొర ఏర్పడును; అనగా ఆవర్తక్రమమందు ఎన్ని ఆవృత్తులుకలవో అన్ని పొరలు కేంద్రకము చుట్టు ఉన్నవి.

IV. ఒక పొరలో ఇముడు ఎలక్ట్రాన్ల గరిష్ఠసంఖ్య ఆ పొరతలవైశాల్యమునుపట్టి ఉండును. ఇట్లు మొదటి పొరలో  $2 = (2 \times 1^2)$ ; రెండవ పొరలో  $8 = (2 \times 2^2)$ ; మూడవ పొరలో  $18 = (2 \times 3^2)$ ; నాలుగవ పొరలో  $32 = (2 \times 4^2)$ ; ఐదవపొరలో  $50 = (2 \times 5^2)$  ఎలక్ట్రాన్లు ఇముడ గలవు.

V. ఏ పరమాణువు నందైనను అన్నిటికిని పైనఉన్న పొరలో ఎనిమిదికన్న ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్లు ఉండవు.

VI ఒకపొర ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్లను ఇముడ్చుకోగలిగినను, ఆ పొరలో 8 గాని, లేదా 18 గాని, ఎలక్ట్రాన్లు చేరినప్పుడు ఆ ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసములకు స్థిరత్వము చేకూరును.

VII. పై పొరలో ఎలక్ట్రాన్లుచేరినపరిస్థితిలోనే క్రింది పొరలో 8 కన్న ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్లు చేరుటకు వీలుండును.

VIII. ఇదివరకు 8 ఎలక్ట్రాన్లను గలిగినపొర 18 ఎలక్ట్రాన్లను స్వీకరించు సందర్భమునగాని, లేదా ఇదివరకు 18 ఎలక్ట్రాన్లను గలిగిన పొర 32 ఎలక్ట్రాన్లను స్వీకరించు సందర్భమునగాని ఆవర్తక్రమమందు పరివర్తన మూలద్రవ్యముల శ్రేణి తటస్థించును.

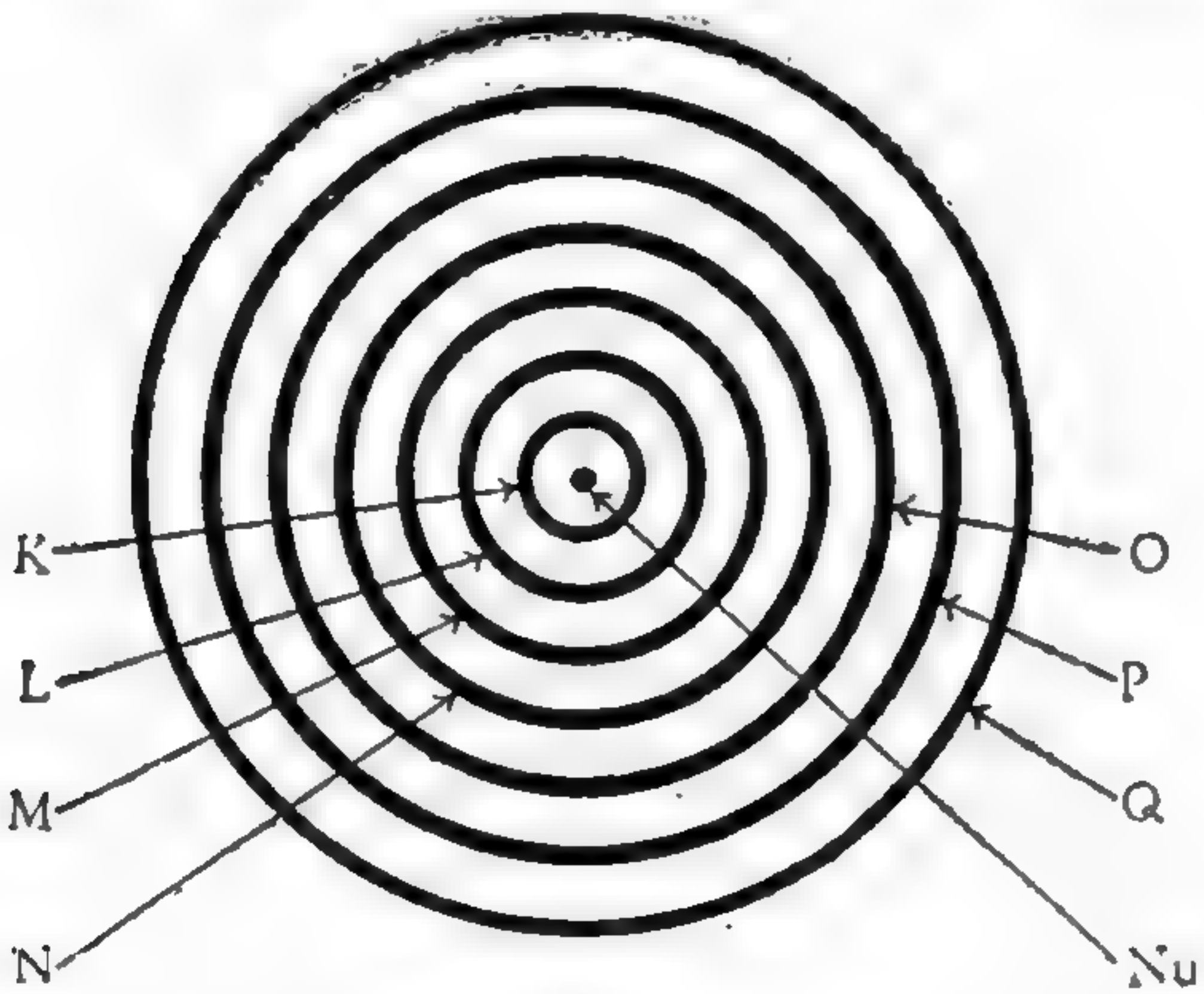
ఇప్పుడు పై కల్పనలను ఉపయోగించి ఆవర్తక్రమమందుఉన్న వేర్వేరు ఆవృత్తులలో చేరిన మూలద్రవ్య పరమాణువుల ప్రత్యేక ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసములను నిరూపించుచు, ఈ విన్యాసములను ఆ మూలద్రవ్యముల రాసాయనిక ధర్మములతో సమన్వయింప ప్రయత్నింతము.



ఆవృత్తులెన్నిఉన్నవో పొరలు అన్ని ఉన్నవి. క్రింది పట్టికలో ఆ వృత్తులును, వాటిలోఉన్న మూలద్రవ్యములను, వాటికి అనుగుణమైన పొరలును చూపబడినవి :

| ఆవృత్తి                | మూలద్రవ్యములు :<br>వాటి సంఖ్య | పొర<br>సంఖ్య పేరు |
|------------------------|-------------------------------|-------------------|
| మొదటిది (చాల పొట్టిది) | H—He 2                        | 1 K               |
| రెండవది                | Li—Ne 8                       | 2 L               |
| మూడవది                 | Na—Ar 8                       | 3 M               |
| నాల్గవది               | K—Ne 18                       | 4 N               |
| అయిదవది                | Rb—Xe 18                      | 5 O               |
| ఆరవది (చాల పొడవైనది)   | Cs—Rn 32                      | 6 P               |
| ఏడవది (అసంపూర్ణము)     | Fr— ? ?                       | 7 Q               |

ఈ పొరల విన్యాసము క్రింది పటములో కననగును. మొదటి ఆవృత్తి అన్నిటిలోనికి చాల ప్రాస్తవమైనది. H (హైడ్రోజన్), He (హీలియమ్) అను రెండు మూలద్రవ్యములు ఇందు కలవు. హైడ్రోజన్ పరమాణువునందు



1 వ పటము. పరమాణురచన

Nu = కేంద్రకము ; K, L మొదలగునవి ఎలక్ట్రాన్ పొరలు

కేంద్రకము వెలుపల ఒకే ఒక ఎలక్ట్రాన్ కలదు. కేంద్రకము వెలుపల ఉన్న మొదటి K పొర హైడ్రోజన్ తో ఒక ఎలక్ట్రాన్ పొరగా ప్రారంభమై హీలియమ్ లో రెండు ఎలక్ట్రాన్లుకల పూర్తి పొరగా ముగిసినది. మొదటి పొరలో ఇముడగల ఎలక్ట్రాన్ల గరిష్ఠసంఖ్య రెండే కనుక హీలియమ్ లో K పొరలో ఉండవలసినన్ని ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నవి. అనగా హీలియమ్ పరమాణువు సంపూర్ణమైన ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసముకలదైనది. అందువలన హీలియమ్ రచన స్వయం సంతృప్తమగుటచే, ఈ పరమాణువునకు రాసాయనికప్రవృత్తి లేకమైనను కానరాదు. అట్లుకాక హైడ్రోజన్ కి K పొరలో ఒకటే ఎలక్ట్రాన్ ఉండుటచే

దానిని ఇంకొక పరమాణువునకు ఇచ్చిగాని, మరియొక పరమాణువునుండి ఒక ఎలక్ట్రాన్ ను తెచ్చుకొని ఓవకమును పూర్తి చేసికొనిగాని, తన రాసాయనిక ప్రవృత్తిని కనపర్చును.

తరువాతి 2వ, 3వ ప్రాస్తావనలు లిథియమ్ నుండి నీయాన్ వరకు, సోడియమ్ నుండి ఆర్గాన్ వరకు విస్తరించి ఉన్నవి. లిథియమ్ రచనలో హీలియమ్ లో ఉన్న K పొరపై ఇంకొక L పొర ఏర్పడుటకు ప్రారంభమైనది. ఈ పొర నీయాన్ తో ముగిసినది. లిథియమ్ ఎలక్ట్రాన్ రచన (2, 1) అనియు, నీయాన్ ఎలక్ట్రాన్ రచన (2, 8) అనియు సంగ్రహముగా వ్రాయవచ్చును. అనగా లిథియమ్ లో K పొరలో 2, L పొరలో 1; నీయాన్ లో K పొరలో 2, L పొరలో 8 ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నవి. L పొర రెండవ పొర అగుటచే అందు ఇముడగల ఎలక్ట్రాన్ల గరిష్ఠసంఖ్య 8 అగును. ఆ గరిష్ఠ సంఖ్య నీయాన్ లో సంపాద్యమైనది కనుక నీయాన్ మరల హీలియమ్ వంటి స్వయంసంతృప్తపరమాణువుగా తయారైనది. సోడియమ్ రచనలో నీయాన్ లో ముగిసిన L పొరపై M పొర ఏర్పడుటకు ప్రారంభమైనది. దీని రచన (2, 8, 1) అని సంకేతించవచ్చును. తరువాత పరమాణువులలో యథాసంఖ్యముగా ఒక్కొక్కటిచొప్పున ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య ఎక్కువై ఆర్గాన్ లో M పొరయందు 8 ఎలక్ట్రాన్లు చేరినవి. ఈ మూడవపొర 18 ఎలక్ట్రాన్లను తీసికొనగలదని 4వ కల్పనలో తెలుపబడినది. కాని ఎలక్ట్రాన్ల అష్టకసంఖ్య చాలస్థిరమైనవిన్యాసమును ఒసగునని 3వ కల్పన తెల్పుచున్నది. అందువలన ఆర్గాన్ కూడ హీలియమ్, నీయాన్ ల వలె రాసాయనికప్రవృత్తి లేని మూలద్రవ్యము.

మొదటిదీర్ఘ ఆవృత్తి పొటాసియమ్ (K) నుండి క్రిప్టాన్ (Kr) వరకు 18 మూలద్రవ్యములు కలది. ఈ ఆవృత్తిలో 18 ఎలక్ట్రాన్లను ఇముడ్చుకోగల మూడవపొర పూర్తి కాకపోయినప్పటికిని ఆర్గాన్ యందలి అష్టకవిన్యాసము స్థిరత్వము కలదగుటచే ఇంకొకపొర (N) పొటాసియమ్ తో ప్రారంభమైనది. దీనిలో మొదటిమూడుపరమాణువులు (K, Ca, Sc) పొటాసియమ్, కాల్షియమ్, స్కాండియమ్; వీటిరచనలు (2, 8, 8, 1), (2, 8, 8, 2), (2, 8, 8, 3) అగును. నాల్గవది అగు పైటానియమ్ నుండి కావర్ (రాగి) వరకు ఈ ఆవృత్తిలో ఒకవిశేషసంఘటన కాంచనగును.

అది ఏమనగా, పైటానియమ్ నుండి వరుసలో ఉన్న మూలద్రవ్య పరమాణువులరచనయందు ఒక్కొక్కటి చొప్పున క్రమముగా చేరుచున్న ఎలక్ట్రాన్లు నాల్గవ (N) పొరలో చేరకుండ మూడవ (M) పొరను 18 ఎలక్ట్రాన్లు గల నింపుపొరగా చేయుటయందు వినియోగపడుచున్నవి.



**పరమాణురచన - రాసాయనిక ధర్మములు**

ఈ మూలద్రవ్యములయొక్క రాసాయనిక ధర్మములు ప్రచురముగా ధనవిద్యుదాత్మకములగు ధాతువులయొక్కయు, ప్రచురముగా ఋణవిద్యుదాత్మకములగు అధాతువులయొక్కయు ధర్మములమధ్య ఉండును. అందుచే ఈ మూలద్రవ్యములు ధాతువులనుండి అధాతువులవరకు ఒక పరివర్తనశ్రేణిగా ఆచరించుచున్నవి. ఈ పరివర్తనశ్రేణికి చెందిన మూలద్రవ్యపరమాణువులన్నియును బహుయోజనీయతాధర్మము గలవి. అందువలన వీటిరచన క్రింది పట్టికలో చూపినట్లు పలురకములుగా ఉండును:

|            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ti యో = 4  | = 3        | = 2        |            |            |
| (2,8,8,4)  | (2,8,9,8)  | (2,8,10,2) |            |            |
| V యో = 5   | = 4        | = 3        | = 2        |            |
| (2,8,8,5)  | (2,8,9,4)  | (2,8,10,8) | (2,8,11,2) |            |
| Cr యో = 6  | = 3        | = 2        |            |            |
| (2,8,8,6)  | (2,8,11,8) | (2,8,12,2) |            |            |
| Mn యో = 7  | = 6        | = 4        | = 3        | = 2        |
| (2,8,8,7)  | (2,8,9,6)  | (2,8,11,4) | (2,8,12,8) | (2,8,13,2) |
| Fe యో = 8  | = 4        | = 3        | = 2        |            |
| (2,8,10,6) | (2,8,12,4) | (2,8,13,8) | (2,8,14,2) |            |
| Co యో = 4  | = 3        | = 2        |            |            |
| (2,8,13,4) | (2,8,14,8) | (2,8,15,2) |            |            |
| Ni యో = 4  | = 3        | = 2        |            |            |
| (2,8,14,4) | (2,8,15,8) | (2,8,16,2) |            |            |
| Cu యో = 2  | = 1        |            |            |            |
| (2,8,17,2) | (2,8,18,1) |            |            |            |

యో = యోజనీయత.

పై పొరలో నాలుగు ఎలక్ట్రాన్లు చేరినపుడు వాటిమధ్య ఉండు పరస్పరవికర్షణబలములు కారణముగా వాటిలో ఒకటి క్రిందిపొరలోనికిపోవుటకు ఆవకాశము కలదు. కాని పైపొరలో మూడే ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్న సందర్భములో వాటిలో ఒకటి క్రిందిపొరలోనికిపోవుట అరుదుగా తటస్థించును. పైపొరలో రెండు ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నప్పుడు వాటిలో ఒకటి క్రిందిపొరను ప్రవేశించుట అనునది అంతకన్న అరుదుగా సంభవించుసంఘటన. అందువల్ల టైటానియమ్, వెనేడియమ్, క్రోమియమ్ ధాతువుల ద్వయోజనీయ లవణములు చాల అస్థిరస్వభావముకలవైనవి. వీటిరచనలు క్రమముగా (2,8,10,2); (2,8,11,2); (2,8,12,2) అగును. ఈ శ్రేణిలో రాగి ధాతువు ఒక్కటే కొంత స్థిరస్వభావముగల ఏకయోజనీయలవణములను ఈయగలదు. వీటిలో రాగి పరమాణువురచన (2,8,18,1) అగును. 3వ పొరలో పూర్తి

సంఖ్యలగు 18 ఎలక్ట్రాన్లు చేరుటచే రాగిపరమాణువు నకు ఈరచన నిర్ధించినది. ఒకసారి 8 కన్న ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్లు మూడవపొరలో చేరినపుడు అష్టకసమూహ ప్రభావము నశించుట వలన తరువాత మరికొన్ని ఎలక్ట్రాన్లు ఆపొరను ప్రవేశించుటలో అంతనిరోధమును ఎదుర్కొనవు. రాగిలో మూడవపొర ఎలక్ట్రాన్లతో నిండి పోయినది గనుక తరువాత ఉన్న జింకుపరమాణువురచన (2,8,18,2) కావలెను. జింకురచనలో పైపొరలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్లలో ఒకటియైనను మూడవ పొరలోనికి సోజాలదు. పలన మూడవపొర 18 ఎలక్ట్రాన్లకన్న హెచ్చుసంఖ్యను ఇముడ్చుకొనలేదు. అందువలన జింకు ఎల్లప్పుడును ద్వయోజనీయతనే కనపరచును.

జింకుతరువాత ఆశ్రేణిలోగల పరమాణువుల పైపొరలో ఏకోత్తరక్రమముగా ఎలక్ట్రాన్సంఖ్య గాలియమ్ ధాతువులో మూడుతో ప్రారంభించి క్రిప్టాన్లో 8 వరకు పెరుగును. ఇంతటితో 4వ (N) పొర పూర్తి అగును. క్రిప్టాన్ పైపొరలో 32 ఎలక్ట్రాన్లు ఇముడుటకు వీలున్నను అష్టకసంఖ్య నిర్ధించుటచే మరల ఇది తటస్థస్వభావముగల ద్రవ్యముగా పరిణమించినది.

5వ ఆవృత్తి లేదా రెండవదీర్ఘ ఆవృత్తి; రుబిడియమ్ (Rb) మొదలుకొని జెనాన్ (Xe) వరకును 18 మూలద్రవ్యములు ఇందుగలవు.

ఆవృత్తిలో ఇదివరకు అసంపూర్ణముగా ఉన్న 4వ పొరపై మరియొకక్రొత్తపొర ఏర్పడుటకు ప్రారంభించినది. ఈ ఆవృత్తిలో మూలద్రవ్యముల రాసాయనిక ప్రవృత్తి మీది ఆవృత్తిలో ఉన్న మూలద్రవ్యముల ప్రవృత్తిని ఎంతేనియు పోలిఉండును. అందువలన ఈ ఆవృత్తిలోని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసక్రమము సరిగా పై దానిలోవలె జరుగవలెను.

రుబిడియమ్ (2,8,18,8,1), స్ట్రాన్షియమ్ (2,8,18,8,2), యిట్రీయమ్ (2,8,18,8,3) సరిగా మీది ఆవృత్తిలో ఉన్న పొటాసియమ్, కాల్షియమ్, స్కాండియమ్ను పోలి ఉన్నవి. ఆశ్రేణిలో తరువాత ఉన్న జిర్కొనియమ్, కొలంబియమ్, మొలిబ్డినమ్ ధాతువుల పైపొరలలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్లు క్రిందిపొరలోనికి పోవుటకు ఉబలాటమును చూపవు. అందువలన వాటి రాసాయనిక ప్రవృత్తిని మూలద్రవ్యమునకు ఒక్కొక్క ఎలక్ట్రాన్ రచననే ఆరోపించుటవలన నిరూపించవచ్చును. ఇందువలన మీది ఆవృత్తిలో వీటికి సరిగా ఉన్న టైటానియమ్, వెనేడియమ్, క్రోమియమ్ ధాతువులుకన్న ఇవి రాసాయనికముగా కొంచెము భిన్నముగా ప్రవర్తించు స్వభావముకలవి



అగుచున్నవి. ఈ ధాతువులయొక్క గరిష్ఠయోజనీయతను ప్రదర్శించు యాగికములు తక్కువ యోజనీయతలను ప్రదర్శించు యాగికములకన్న చాల మెండుగా ఉన్నవి. ఇట్టి గరిష్ఠ యోజనీయతలను చూపు యాగికములందే పై ఆవృత్తియందు సమాన స్థితిలో ఉన్న మూలద్రవ్యములతో వీటి సాదృశ్యము ముఖ్యముగా కననగును.

4 వ ఆవృత్తియందు పరివర్తనమూలద్రవ్య శ్రేణికి చెందినవి 8 మూలద్రవ్యముల కలవు. ఇందు వాస్తవికముగా పరివర్తన స్వభావముకల మూలద్రవ్యములు రుదెనియమ్, రోడియమ్, పెల్లేడియమ్ అను మూడే ఉన్నవి; వీటి రచనలుక్రింద కనపర్చబడినవి :

|    |               |               |               |
|----|---------------|---------------|---------------|
| Ru | (2,8,18,8,8)  | (2,8,18,9,7)  | (2,8,18,10,6) |
|    | (2,8,18,12,4) | (2,8,18,13,3) | (2,8,18,14,2) |
| Rh | (2,8,18,11,6) | (2,8,18,13,4) | (2,8,18,14,3) |
|    |               | (2,8,18,15,2) |               |
| Pd | (2,8,18,14,4) | (2,8,18,15,3) | (2,8,18,16,2) |

మీది ఆవృత్తికి అనగా మొదటి దీర్ఘ ఆవృత్తికి చెందిన పరివర్తన ద్రవ్యములవలె ఈ పరివర్తన శ్రేణికి చెందిన మూలద్రవ్యములకూడ అస్థిరమైన ద్వియోజనీయ యాగికములను ఇచ్చును. అందువలననే రుదెనియమ్, రోడియమ్ ద్వియోజనీయతలములు చాల అస్థిరములు. ఈ పరివర్తన శ్రేణిలో చివరఉన్న పెల్లేడియమ్, మీద శ్రేణిలో ఉన్న కోబాల్ట్, నికెల్ వలె స్థిరద్వియోజనీయ యాగికములను ఇచ్చును.

పరివర్తనశ్రేణికావలఉన్న వెండితో (2,8,18,8,1) 5 వ పొరలో ఎలక్ట్రాన్లు స్థిరముగా చేరుటకు ప్రారంభించినవి. వెండిరచనలో క్రింది పొరలలోఉన్న 18 ఎలక్ట్రాన్లు ఆ పొరకు కొంత స్థిరత్వమును చేకూర్చుటచే 5 వ పొరలో ఎలక్ట్రాన్లు చేరుటకు మొదలిడినవి.

ఈ పొరలో మరల ఎనిమిది ఎలక్ట్రాన్లు చేరుట అనునది జెనాన్ రచనలో పూర్తి అయినది. అందుచే మరల ఇది ఒక ఉదాసీన మూలద్రవ్యమయినది ; దీనిరచన (2, 8, 18, 18, 8).

6 వ ఆవృత్తి దీర్ఘతమ ఆవృత్తి ; సీజియమ్ ధాతువు నుండి రేడాన్ వరకు 32 మూలద్రవ్యములు కలవు. ఆవర్తక్రమ పట్టికలో జరుగు విశేషములన్నియు ఈ ఆవృత్తిలోనే జరిగినవి. పై రెండు ఆవృత్తులలో ప్రారంభమున ఎనిమిదేసి ఎలక్ట్రాన్లుగల 3 వ, 4 వ పొరలు పడునెనిమిదేసి ఎలక్ట్రాన్లను స్వీకరించుటయందు పరివర్తన మూలద్రవ్య సంఘటన పొడసూపినదని చెప్పిఉంటిమి. ఈ ఆవృత్తిలో,

పై రెండు ఆవృత్తులలో తారసిల్లిన పరివర్తన సంఘటన కనిపించుటయేకాక మరియొక విశేషసంఘటన ప్రదర్శితమైనది. ఈ సంఘటన 4 వ పొరలోఉన్న 18 ఎలక్ట్రాన్లకు మరి 14 ఎలక్ట్రాన్లు చేరి ఆ పొర 32 ఎలక్ట్రాన్లుగల నిండు పొరగా మారు సందర్భములో సంభవించినది.

18 ఎలక్ట్రాన్లుగల నాలుగవపొర 32 ఎలక్ట్రాన్లుగల దానిగా మారుటలో ఒక విశేష విషయము ఒకటి గుర్తించవలసిఉన్నది. అది ఏమనగా 4 వ పొర పెరుగుటకు ప్రారంభించినది మొదలు మూలద్రవ్యమునుండి మూలద్రవ్యమునకు ఏకోత్తరముగాకలుపబడు ఎలక్ట్రాన్లన్నియు పైపొరలలో ఎక్కడను చేరక సరిగా 4 వ పొరలోనికే వచ్చి చేరినవి. ఈ సమయములో ఆమూలద్రవ్యములపై పొరలలో చేరిన ఎలక్ట్రాన్లు మూడుతోనే ఆగిపోయినవి.

ఈ పై సమాలోచనసరణి క్రింది వివరణవలన తెలియనగును. 6 వ ఆవృత్తి సీజియమ్తో ప్రారంభించును. దీని రచన (2, 8, 18, 18, 8, 1).

ఇది తారధాతువుల సమూహములో చేరినది. తరువాత రెండు ధాతువుల (జేరియమ్, లెంథెనెయిం) రచనలు, (2, 8, 18, 18, 8, 2); (2, 8, 18, 18, 8, 3). ఈ రెండు ధాతువులును క్రమముగా ద్వియోజనీయ, త్రియోజనీయ, గుణములను కనపర్చును. ఈ ఆవృత్తిలో నాల్గవధాతువగు సిరియమ్ ఆవర్తక్రమమందు నాల్గవవర్గమునకుచేరి చతుర్యోజనీయతను కనపర్చవలయును. కాని దీనికి చతుర్యోజనీయతకన్న త్రియోజనీయత హెచ్చుప్రచురముగా ఉన్నది. అందువలన దీనిరచన (2, 8, 18, 19, 8, 3) అని వ్రాయవలసి ఉన్నది. అనగా సిరియమ్తో, 4 వ పొర ఎలక్ట్రాన్లను ప్రోగుచేయుట ప్రారంభించినది. (చూ. పరమాణు కేంద్రకముచుట్టు పొరలలో ఎలక్ట్రాన్ల అమరికను సూచించు పట్టిక). తరువాత చేర్పబడిన ఎలక్ట్రాన్లు అన్నియు 4 వ పొరనే ప్రవేశించి ఆపొర 32 ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్న పొరగా మారువరకు పైపొరలో మూడు ఎలక్ట్రాన్ల కన్న హెచ్చు చేరుటకు వీలులేక పోయినది. అందువలన, సిరియమ్తో ప్రారంభమైన 4 వ పొరయొక్క పూరణ కార్యము ముగియువరకు విస్తరించుచున్న మూలద్రవ్య పరమాణువులన్నియు నిశ్చలముగా త్రియోజనీయతనే ప్రదర్శించును.

అనగా ఆవర్తక్రమమందు 58 వ మూలద్రవ్యమగు సిరియమ్నుండి 71 వ మూలద్రవ్యమగు లూటీషియమ్ వరకు విస్తరించిఉన్న 14 మూలద్రవ్యములకును యోజనీయత మూడే. ఆవర్తక్రమందు మూలద్రవ్యములు వాటి యోజనీయతనుబట్టి క్రమముగా అమర్చబడి ఉండును.



పరమాణురచన - రాసాయనిక ధర్మములు

కనుక ఒకే త్రియోజనీయతగల ఈ 14 మూలద్రవ్యములను (ఇవియే అపూర్వకాతువులు) తక్కిన మూలద్రవ్యముల వలె వేరువేరు గళ్ళలో ఇముడ్చుటకు వీలులేదు. వీటి పరమాణ్వంకము మారుచున్నది, గనుక వీటిని ఒకేగడిలో పెట్టుటకైనను వీలులేదు. అందువలన వీటికి ప్రత్యేక స్థలమును ఆవర్తక్రమపట్టికలో కల్పించవలసిఉన్నది. ఈ

గణములో పైనున్న జిర్కోనియమ్ను పోలిన మూల ద్రవ్యము. జిర్కోనియమ్ ఖనిజములలోనే ఇది లభించును. అందువలన దీనిరచన (2,8,18,32,8,4) అని వ్రాయవలసి ఉన్నది. ఈ మూలద్రవ్యమునుండి క్రమముగా పై పొరలో ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య ఎక్కువగుటకు ప్రారంభించి ఈ ఆవృత్తిలో పరివర్తనశ్రేణికి సంబంధించిన ఆస్మియమ్,

The diagram illustrates the periodic table of elements, showing the relationships between elements in different groups. The elements are arranged in horizontal rows, and lines connect elements that belong to the same group (vertical column). The diagram illustrates the periodicity of chemical properties, showing how elements with similar properties are grouped together. The elements are labeled with their chemical symbols and atomic numbers. The diagram is a simplified version of the periodic table, focusing on the relationships between elements in different groups.

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H  | He |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Li | Be | B  | C  | N  | O  | F  | Ne |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Na | Mg | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| K  | Ca | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Rb | Sr | Y  | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Cs | Ba | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Hf | Ta | W  | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |
| 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 |
| Fr | Ra | Ac | Th | Pa | U  | Np | Pu | Am | Cm |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

2వ పటము. బోర్న్-హార్మన్ విస్త్రుతపట్టిక\*

అపురూపధాతువుల స్థాననిర్దేశము చాలరోజులవరకు ఒక గడ్డుసమస్యగా కన్పట్టినది. పరమాణువుయొక్క ఎలక్ట్రాన్ రచనా రహస్యము బయల్పడిన తరువాత బోర్ విజ్ఞానిచే సూచితమయిన విస్తృత ఆవర్తక్రమపట్టికలో అపురూపధాతువుల స్థాననిర్దేశము నిర్దుష్టముగా నిర్వహించబడినది.

4 వ పొర 32 ఎలక్ట్రాన్ లకన్న హెచ్చుసంఖ్యను ఇముడ్చుకొనలేదు. 4 వ పొర యొక్క పూరణ లూటీషియమ్ లో ముగిసినది. తరువాత మూలద్రవ్యము ఆవర్తక్రమములో 72 వది. ఇది అపురూపధాతువుల సమూహములో చేరినది కాదు. ఏలన దీని యోజనీయత నాలుగు. ఇది నాల్గవ

ఇరిడియమ్, ప్లాటినమ్ ధాతువులలో మరల పై రెండు ఆవృత్తులలోవలె 8 ఎలక్ట్రాన్ల క్రిందిపొర (5 వ పొర) 18 ఎలక్ట్రాన్ల పొరగా మారుటకు ప్రారంభించును. పరివర్తన శ్రేణికి చెందిన మూలద్రవ్యములు అనేక యోజనీయ తలను ప్రదర్శించునని చూపియుంటిమి. ఈ ధాతువులు కూడ బహుళ యోజనీయతను ప్రదర్శించును. భిన్న యోజనీయతలుగల ఈ మూడుధాతువుల ఎలక్ట్రాన్ రచనలను క్రిందివిధమున చూపవచ్చును :

\*డోర్ - తామ్పన్ రచించిన విస్తృతపట్టిక 1948 నాటికి తెలిసిన మూలద్రవ్యములను దృష్టిలో పెట్టుకుని నిర్మించబడినది.



|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| అస్మియమ్ (2,8,18,32,8,8)   | (2,8,18,32,10,6)  |
| $O_2 O_4$                  | $H_2 O_2 O_4$     |
| యో = 8                     | యో = 6            |
| (2,8,18,32,12,4)           | (2,8,18,32,14,2)  |
| $(O_2 O_4)$                | ద్వియోజనీయత       |
| యో = 4                     | $O_2 Cl_2$ యో = 2 |
| ఇరిడియమ్ (2,8,28,32,11,6)  | (2,8,18,32,13,4)  |
| యో = 6                     | యో = 4            |
| (2,8,18,32,14,8)           | (2,8,18,32,15,2)  |
| యో = 8                     | యో = 2            |
| ప్లాటినమ్ (2,8,18,32,12,6) | (2,8,18,32,14,4)  |
| యో = 6                     | యో = 4            |
| (2,8,18,32,16,2)           |                   |
| యో = 2                     |                   |

అస్మియమ్ తో మొదలిడిన 5 వ పొరయొక్క పూరణ కార్యము ఏక యోజనీయసువర్ణము (2,8,18,32,18,1) తో ముగిసినది. 5 వ పొర నిజముగా 50 ఎలక్ట్రాన్లను ఇముడ్చుకో గలదయినప్పటికిని 18 ఎలక్ట్రాన్ల సముదాయము కొంత స్థిరత్వముకలది కాబట్టి సువర్ణము తరువాత వచ్చు మూలద్రవ్యముల రచనలో 5 వ పొరలో ఎలక్ట్రాన్లు చేరుట మాని 6 వ పొరలో కూడుటకు మొదలు పెట్టినవి. ఈ సంఘటన 80 వ మూలద్రవ్యముగు పాదరసము (2,8,18,32,18,2) తో మొదలిడి 88 వ మూలద్రవ్యమైన రేడాన్ తో మరల 8 ఎలక్ట్రాన్లు చేరినవి; అందుచే ఈ మూలద్రవ్యము రాసాయనిక ప్రవృత్తిలేని అపురూప వాయువుగా పరిణమించినది.

7 వ ఆవృత్తిలో ఇప్పటికి 12 మూలద్రవ్యములు తప్ప ఎక్కువలేవు. అందుచే దీనిని అసంపూర్ణ ఆవృత్తిగా పరిగణించవలెను. ఈ ఆవృత్తిలోనున్న మూలద్రవ్యములు అన్నియు సహజ రేడియో ధార్మికగుణములు కలవి. వీటి కేంద్రకములు స్థిరములు కాకపోవుటచే అవి క్రమముగా విచ్ఛిన్నములై పోవుచున్నవి. అందువలననే ఆవర్తక్రమము ఈ ఆవృత్తియందు ఆరవ మూలద్రవ్యముగు యురేనియమ్ తో అకస్మాత్తుగా తెగిపోయినది. యురేనియమ్ తరువాత ఆక్సేణిలో ప్రకృతిలో సంభవించు మూలద్రవ్యములు ఇకలేవు. ఇటీవల ఆవిష్కృతములైన ట్రాన్స్ యురేనియమ్ మూలద్రవ్యములు (చూ. యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యములు) ప్రకృతిలో సహజముగా కౌరకునవి కావు. అవి కృత్రిమముగా శోధనాగారమందు యురేనియమ్ ద్రవ్యమును న్యూట్రాన్లచే ఘట్టించుట వలన ఏర్పడినవి. ఇప్పటికి వీటిగుణములు తెలిసినంతవరకు

పై ఆవృత్తులలో ఉన్న మూలద్రవ్యములతో పోలికలు వీటికి చాల తక్కువగా ఉన్నట్లు తెలియవచ్చినది.

8 వ ఆవృత్తిలో కననగు అపురూపధాతువులు ప్రదర్శించు వింత పరివర్తన సంఘటనవంటి సంఘటనను ఈ 7 వ ఆవృత్తిలోని ద్రవ్యములు కనపర్చునో, లేదో భవిష్యత్ పరిశోధనలు నిర్ణయించవలెను. మే. వ. న.

పరమాణు వర్ణమాల : చూ. వర్ణమాల.

పరమాణు విజ్ఞానము (కేంద్రక భౌతిక శాస్త్రము) : 1931-32 సం॥లలో చాడ్విక్, జోలియో న్యూట్రాన్ ను, జ్లాకెట్, ఒకియాలిని పోజిట్రాన్ ను ఆవిష్కరించుటతో కేంద్రక భౌతిక శాస్త్ర వికాసము శీఘ్రపురోగిని అందుకొనినది. ఎలక్ట్రాన్ తో సరిపోల్చి చూచినపుడు న్యూట్రాన్ కూడ ప్రోటాన్ వలెనే మిక్కిలి భారముగల కణము. కాని న్యూట్రాన్ కు విద్యుత్ ఆవేశములేదు. ఆవేశములేని కారణమున ఇది విద్యుదావిష్టకణములంత సులభముగా లక్షణపరీక్షకు వీలుకాదు. తక్కిన కణముల అయన్లుగా మార్చగలిగిన సందర్భముననే దీని ఉనికి ప్రమాణ గోచరమగును.

కొన్ని పరమాణు కేంద్రకములు విచ్ఛేదమునొందినపుడు న్యూట్రాన్లు వెలువడునని తెలియుటచే (తొలిని ఈ సంఘటనము  $\alpha$ -కణాభిఘాతములకు గురియైన బిరిలియమ్ కేంద్రకము విషయమై బయల్పడినది) కేంద్రక రచనయందు న్యూట్రాన్లు పాల్గొనునని పరిగణించవచ్చును. ఈ భావము కేంద్రక నిర్మాణ సిద్ధాంతములందు ఎంత మహత్త్వమును ఆర్జించినదో ఇకముందు తెలియగలదు.

పోజిట్రాన్ లేదా, ధన ఎలక్ట్రాన్, తరంగయాంత్రిక సిద్ధాంత దృష్టిపథమున ఆకాంక్షించబడినట్లు ఇదివరకే చెప్పిఉంటిమి. దీని ప్రయోగ నిర్ణీత లక్షణములు ముఖ్యముగా పోజిట్రాన్ ఎలక్ట్రాన్ జంటయొక్క సృష్టిలయములు డిరాక్ తన సిద్ధాంతమునుండి నిగమించినవియే. ఈ ఎలక్ట్రాన్ పోజిట్రాన్ జంట సృష్టికి సాపేక్షతా సిద్ధాంత ప్రకారము  $mc^2$  లేదా ఒక మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల శక్తి అవశ్యకము. అట్లే ఈ జంట పరస్పర అభిఘాత కారణమున లయమునొందినపుడు ఇంత శక్తి మరల పరిసరములందు ఆవిర్భవించును.

ద్రవ్య సంపర్కమున పోజిట్రాన్ లయమునొందునని చేయబడిన పై పూర్వ నిర్దేశములన్నియు తీబో-జోలియో విచిత్ర ట్రోకోయిడ్ ప్రయోగ విధానముచే సమర్థింపబడినవి. పోజిట్రాన్ యొక్క విశిష్ట విద్యుదావేశము, ప్రాయోగిక స్థానిత్య పరిమితులలో, ఎలక్ట్రాన్ యొక్క విరుద్ధావేశమునకు సమానమని నిరూపింపబడినది. దీని



## పరమాణు విజ్ఞానము

వలన ఈ రెండు లఘువిద్యుత్ కణముల ప్రతిసామ్యము సంతృప్తికరముగ స్థాపించబడినది. నేడు అది రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యముల వికిరణము మారునట్టి సందర్భమున పోజిట్రాన్-ఎలక్ట్రాన్ జంటగాగాని లేదా, కొన్ని కృత్రిమ రేడియోధార్మిక మూలద్రవ్యముల విచ్ఛేదన ఫలముగా గాని కంటబడుచున్నది. సహజ రేడియోధార్మికతలగు మూలద్రవ్యములు ఎన్నడును  $\beta$  కిరణముల (ఋణచిహ్నిత ఎలక్ట్రాన్ల)నే. గాని పోజిట్రాన్లను వెలిబెట్టవు. కృత్రిమ రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు అట్లుగాక కొన్ని ఋణ చిహ్నిత ఎలక్ట్రాన్ మయమగు  $\beta$  కిరణములను, మరికొన్ని పోజిట్రాన్ రూపకములగు ధనచిహ్నిత ఎలక్ట్రాన్లను ఉద్గమింపజేయును.

కేంద్రక రచన విషయమైన నూతన కల్పన: న్యూట్రాన్ పోజిట్రాన్ల ఆవిష్కరణ ప్రాథమిక ద్రవ్యకణముల (ఇంతకు పూర్వము తెలిసినవి ప్రోటాన్ ఎలక్ట్రాన్లు మాత్రమే) ద్విగుణీకరించుటచే, కేంద్రక రచననుగురించిన జ్ఞానము సాధ్యనిష్పన్నమైనది. న్యూట్రాన్ ఆవిష్కరణకు పూర్వము ప్రోటాన్ ఎలక్ట్రాన్ మాత్రము ఘటకములుగా భావించి ప్రతిపాదించబడిన కేంద్రక నిర్మాణసిద్ధాంతము అనేక ఆక్షేపణలకు ఆకరమైనది. న్యూట్రాన్ ఆవిష్కరణను అనుసరించి కేంద్రక రచనా సిద్ధాంతము ఒక దానిని హైజన్ బర్గ్ కల్పించెను. ఈ సిద్ధాంతము నేడు ప్రతిష్ఠను బడసినది. దీని ప్రకారము కేంద్రక రచనాంగములు ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు మాత్రమే (వీటికి కేంద్రకీయ ములు అని పేరు). అనగా కేంద్రకము ఈ రెండు భారయుత కణముల నిబిడసంశ్లేషము. ఈ భావము సత్యమైనచో పూర్ణాంకమగు P పరమాణుభారము, N పరమాణ్వంకము గల పరమాణు కేంద్రకమందు N ప్రోటాన్లు (P. - N) న్యూట్రాన్లు ఉండవలయునని సులభముగా గ్రహించ వచ్చును. ఈ కల్పనను ఉపయోగించి ప్రోటాన్ల, ఎలక్ట్రాన్ల సమాహారము కేంద్రకము అను పూర్వపు కల్పనకు గల ఆక్షేపణల పరిహరించవచ్చును. దృష్టాంత మునకు 7 పరమాణ్వంకముగా గల నైట్రోజన్ పరమాణు కేంద్రకమును 7 ప్రోటాన్లు 7 న్యూట్రాన్లు వెరళి 14 ఘటకములు గల అవయవిగా పరిగణించవచ్చును. ఈ 14 అంకె తరంగ యాంత్రిక సిద్ధాంతముచే ఆకాంక్షించ బడిన సరి అంకెకు సరిపోయినది.

ఈ పై హైజన్ బర్గ్ కల్పనను అంగీకరించి సహజ రేడియోధార్మికతలు అన్నియు, కృత్రిమ రేడియోధార్మికతలలో కొన్నియు మూలద్రవ్య కేంద్రకములు విచ్ఛిన్న మగు సందర్భమున, ఋణ ఎలక్ట్రాన్లను వెలిబెట్టగా ఇతర

కృత్రిమ రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములగు కొన్ని పోజిట్రాన్ లనే బహిష్కరించునను భూతార్థమును ఎట్లు సమర్థింప వచ్చునను ప్రశ్న వచ్చుచున్నది; దీనికి నేటి సమాధానము ఇది:

ఋణ ఎలక్ట్రాన్లను వెడలనంటుటచే న్యూట్రాన్లు ప్రోటాన్లుగా మారగలవు. పోజిట్రాన్లను బహిష్కరించే ప్రోటాన్లు న్యూట్రాన్లుగా పరివర్తన చెందగలవు రేడియోధార్మిక మూలద్రవ్య కేంద్రకములు ఋణ కిరణములగాని, ధన  $\beta$  కణములనుగాని బహిష్కరించే నపుడు జరుగు ప్రక్రియలే ఈ రెండు పరివర్తనలను అందువలన ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ రెండును భారము ఒకటియేకల కణముయొక్క ప్రకారములు. ఇందు ఒకటి విద్యుదావేశయుతము, రెండవది విద్యుదావేశరహితము ధనావిప్లవమగు ప్రోటాన్ కు ప్రతిబంధిగ అంతే ద్రవ్యరాశి అంతే ఋణావేశము గల ప్రతి ప్రోటాన్ ఒకటి ఉండ వచ్చునని మనము ఊహింపవచ్చును. పోజిట్రాన్ క ఎలక్ట్రాన్ ప్రతిబంధి అగునట్లు, సామాన్య ప్రోటాన్ నకు ఇది ప్రతియోగ. ఈ ఋణచిహ్నిత ప్రోటాన్ ఉన్నట్లు సూచనలు ఎవ్వియు తొలిని లేకపోయినను ఇటీవల బెర్క్లీలో స్థాపించ బడిన ప్రోటాన్ త్వరక పరికరమంద ఈ ప్రతి ప్రోటాన్లు గుర్తించబడినవి (చూ. మౌలికద్రవ్య కణములు).

పరమాణుకేంద్రకముల లోపల జరుగు ప్రతిక్రియలలో ధన ప్రోటాన్తో న్యూట్రాన్ కు గల సాహచర్యము మెండు. అంతే గాని ఋణ ప్రోటాన్తో న్యూట్రాన్ క సంబంధమున్నట్లు అగపడదు. ఇట్లు గురుకణముల విషయమై ధన విద్యుత్తే ప్రధాన పాత్రను వహించుచున్నది. లఘుకణముల విషయమై ఋణవిద్యుత్తునక ప్రసక్తి ఎక్కువ. వలన ఋణ ఎలక్ట్రాన్ సాపేక్షముగ పోజిట్రాన్ కన్న చాల ఎక్కువ స్థిరత్వము కలది.

ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ సంబంధమును గురించిన ఈ నూతన భావములు గణనీయమైన పర్యవసానమునకు మనల దార్చినవి.

బోర్ పరమాణుసిద్ధాంత ప్రకారము ఎలక్ట్రాన్ వంటలఘుకణము దాని స్థితిమారినపుడల్లా అతి లఘుకణమగు ఫోటాన్ ను విచూషించుటయో, వెలిబెట్టుటయో ఎట్లు జరుగునో అట్లే న్యూక్లియాన్ అను గురుకణము స్థితివినిమయము చెందినపుడెల్ల ఎలక్ట్రాన్లను లేదా పోజిట్రాన్లను విచూషించుటగాని వెలిబెట్టుటగాని తటస్థించును ఈ విచిత్రభావము నేటి కేంద్రక రచనా సిద్ధాంతములంద మహత్తమమైన పాత్రను వహించుచున్నది.



Blank Page



# పరమాణు కేంద్రకము చ

| అణు సంఖ్య | పరమాణు ద్రవ్య సంఖ్య | I                                       | II                                      | IIIa                                    | IVa  | Va  | Vla   | VIIa  |   |
|-----------|---------------------|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1         | 2                   | <b>1</b> H<br>1.01<br>1                 |   |   |  |   |   |   |   |
| II        | 8                   | <b>3</b> Li<br>7.0<br>2,1               | <b>4</b> Be<br>9.0<br>2,2               |   |  |   |   |   |   |
| III       | 8                   | <b>11</b> Na<br>23.0<br>2,8,1           | <b>12</b> Mg<br>24.3<br>2,8,2           |   |  |   |   |   |   |
| IV        | 18                  | <b>19</b> K<br>39.1<br>2,8,8,1          | <b>20</b> Ca<br>40.1<br>2,8,8,2         | <b>21</b> Sc<br>45.0<br>2,8,8,3         | <b>22</b> Ti<br>47.9<br>2,8,8,4<br>2,8,9,3<br>2,8,10,2 | <b>23</b> V<br>51.0<br>2,8,8,5<br>2,8,9,4<br>2,8,10,3<br>2,8,11,2 | <b>24</b> Cr<br>52.0<br>2,8,8,6<br>2,8,11,3<br>2,8,12,2 | <b>25</b> Mn<br>54.9<br>2,8,8,7<br>2,8,9,6<br>2,8,11,4<br>2,8,12,3<br>2,8,13,2  | <b>26</b> Fe<br>55.8<br>2,8,10,6<br>2,8,12,4<br>2,8,13,3<br>2,8,14,2  |
| V         | 18                  | <b>37</b> Rb<br>85.4<br>2,8,18,8,1      | <b>38</b> Sr<br>87.6<br>2,8,18,8,2      | <b>39</b> Y<br>88.9<br>2,8,18,8,3       | <b>40</b> Zr<br>91.2<br>2,8,18,8,4                     | <b>41</b> Nb<br>92.9<br>2,8,18,8,5                                | <b>42</b> Mo<br>96.0<br>2,8,18,8,6                      | <b>43</b> Ma<br>99.0<br>2,8,18,8,7  | <b>44</b> Ru<br>101.0<br>2,8,18,8,8<br>2,8,18,9,7<br>2,8,18,10,6<br>2,8,18,12,4<br>2,8,18,13,3<br>2,8,18,14,2           |
| VI        | 32                  | <b>55</b> Cs<br>133<br>2,8,18,18,8,1    | <b>56</b> Ba<br>137<br>2,8,18,18,8,2    | <b>57</b> La<br>139<br>2,8,18,18,8,3    | <b>72</b> Hf<br>179<br>2,8,18,32,8,4                   | <b>73</b> Ta<br>181<br>2,8,18,32,8,5                              | <b>74</b> W<br>184<br>2,8,18,32,8,6                     | <b>75</b> Re<br>186.22<br>2,8,18,32,8,7   | <b>76</b> Os<br>190.2<br>2,8,18,32,8,8<br>2,8,18,32,10,6<br>2,8,18,32,12,4<br>2,8,18,32,13,3<br>2,8,18,32,14,2          |
| VII       |                     | <b>87</b> Fr<br>223<br>2,8,18,32,18,8,1 | <b>88</b> Ra<br>226<br>2,8,18,32,18,8,2 | <b>89</b> Ac<br>227<br>2,8,18,32,18,8,3 | <b>90</b> Th<br>232<br>2,8,18,32,18,8,4                | <b>91</b> Pa<br>231<br>2,8,18,32,18,8,5                           | <b>92</b> U<br>238<br>2,8,18,32,18,8,6                  | <b>93</b> Np<br>237<br>2,8,18,32,19,8,6<br>2,8,18,32,20,8,5<br>2,8,18,32,21,8,4<br>2,8,18,32,22,8,3<br>2,8,18,32,23,8,2 | <b>94</b> Pu<br>242<br>2,8,18,32,20,8,6<br>2,8,18,32,21,8,5<br>2,8,18,32,22,8,4<br>2,8,18,32,23,8,3<br>2,8,18,32,24,8,2 |

అపురూపధాతువులు

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>57</b> La<br>139.0<br>2,8,18,18,8,3 | <b>58</b> Ce<br>140.0<br>2,8,18,18,8,4<br>2,8,18,19,8,3 | <b>59</b> Pr<br>141.0<br>2,8,18,20,8,3 | <b>60</b> Nd<br>144.2<br>2,8,18,20,8,4 |
| <b>64</b> Gd<br>157.0<br>2,8,18,25,8,3 | <b>65</b> Tb<br>159.0<br>2,8,18,26,8,3                  | <b>66</b> Dy<br>162.5<br>2,8,18,27,8,3 | <b>67</b> Ho<br>164.9<br>2,8,18,27,8,4 |



# అటో ఎలక్ట్రాన్ల అమరిక

|   | Ia  | Ila                                     | III                                      | IV                                       | V  | VI                                      | VII                                   | VIII                                    | సం |
|---|---|---|--|--|--|---|---------------------------------------|---|----|
|   |   |   |  |  |  |   |                                       | <b>2 He</b><br>4.003<br>2               | K  |
|   |   |   | <b>5 B</b><br>10.8<br>23                 | <b>6 C</b><br>12.0<br>24                 | <b>7 N</b><br>14.0<br>25                 | <b>8 O</b><br>16.0<br>26                | <b>9 F</b><br>19.0<br>27              | <b>10 Ne</b><br>20.2<br>28              | L  |
|   |   |   | <b>13 Al</b><br>27.0<br>28,3             | <b>14 Si</b><br>28.1<br>28,4             | <b>15 P</b><br>31.0<br>28,5              | <b>16 S</b><br>32.1<br>28,6             | <b>17 Cl</b><br>35.5<br>28,7          | <b>18 Ar</b><br>39.9<br>28,8            | M  |
| <b>28 Ni</b><br>58.6<br>2,8,14,4<br>2,8,15,3<br>2,8,16,2                                      | <b>29 Cu</b><br>63.6<br>2,8,17,2<br>2,8,18,1                                | <b>30 Zn</b><br>65.4<br>2,8,18,2        | <b>31 Ga</b><br>69.7<br>2,8,18,3         | <b>32 Ge</b><br>72.6<br>2,8,18,4         | <b>33 As</b><br>74.91<br>2,8,18,5        | <b>34 Se</b><br>79.0<br>2,8,18,6        | <b>35 Br</b><br>79.91<br>2,8,18,7     | <b>36 Kr</b><br>83.7<br>2,8,18,8        | N  |
| <b>46 Pd</b><br>106.4<br>2,8,18,14,4<br>2,8,18,15,3<br>2,8,18,16,2                            | <b>47 Ag</b><br>108.0<br>2,8,18,18,1  | <b>48 Cd</b><br>112.0<br>2,8,18,18,2    | <b>49 In</b><br>114.76<br>2,8,18,18,3    | <b>50 Sn</b><br>118.70<br>2,8,18,18,4    | <b>51 Sb</b><br>122.0<br>2,8,18,18,5     | <b>52 Te</b><br>127.61<br>2,8,18,18,6   | <b>53 I</b><br>126.92<br>2,8,18,18,7  | <b>54 Xe</b><br>131.3<br>2,8,18,18,8    | O  |
| <b>78 Pt</b><br>195.0<br>2,8,18,32,12,6<br>2,8,18,32,14,4<br>2,8,18,32,15,3<br>2,8,18,32,16,2 | <b>79 Au</b><br>197.0<br>2,8,18,32,16,3<br>2,8,18,32,17,2<br>2,8,18,32,18,1 | <b>80 Hg</b><br>200.6<br>2,8,18,32,18,2 | <b>81 Tl</b><br>204.39<br>2,8,18,32,18,3 | <b>82 Pb</b><br>207.21<br>2,8,18,32,18,4 | <b>83 Bi</b><br>209.0<br>2,8,18,32,18,5  | <b>84 Po</b><br>210.0<br>2,8,18,32,18,6 | <b>85 At</b><br>210<br>2,8,18,32,18,7 | <b>86 Rn</b><br>222.0<br>2,8,18,32,18,8 | P  |
| <b>96 Cm</b><br>247<br>2,8,18,32,24,8,3   | <b>97 Bk</b><br>249<br>2,8,18,32,26,8,3                                     | <b>98 Cf</b><br>251<br>2,8,18,32,27,8,3 | <b>99 Es</b><br>254<br>2,8,18,32,28,8,3  | <b>100 Fm</b><br>253<br>2,8,18,32,29,8,3 | <b>101 Md</b><br>256<br>2,8,18,32,30,8,3 | <b>102 No</b><br>253                    |                                       |   | Q  |

|                    |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|
| m<br>17<br>22,8,3  | <b>62 Sm</b><br>150.0<br>2,8,18,23,8,3 | <b>63 Eu</b><br>152.0<br>2,8,18,24,8,3 |  |
| r<br>3.0<br>29,8,3 | <b>69 Tm</b><br>169.0<br>2,8,18,30,8,3 | <b>70 Yb</b><br>173.0<br>2,8,18,31,8,3 | <b>71 Lu</b><br>175.0<br>2,8,18,32,8,3 |

గమనిక : పరమాణుభారములు స్థూలముగా ఇవ్వబడినవి



Blank Page



కేంద్రక ఘటకములమధ్యజరుగు పరస్పర ప్రతిక్రియలు ఈ నూతన భావములు వికాసమునందుకొనుచున్న కాలమందు, కేంద్రకరచనాస్థిరత్వమును వివరించగల ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ పరస్పర ప్రతిక్రియాసిద్ధాంతమును ఒకదానిని ప్రతిపాదించవలసిన ఆవశ్యకత భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు గుర్తించిరి. 1932 లో ప్రోటాన్ న్యూట్రాన్ల మధ్య వినిమయశక్తి శ్రేణికి చెందిన పారస్పరికశక్తి ఉండుననియు, ఈ వినిమయశక్తి మూలమున ప్రోటాన్ న్యూట్రాన్ గను, న్యూట్రాన్ ప్రోటాన్ గను పరివర్తన చెందగలదనియు హైజన్ బర్గ్ సూచించెను.

కాని మనము రెండుకణముల మధ్య పరస్పరవినిమయ శక్తికలదు అని చెప్పినపుడు ఈ రెండు కణముల మధ్య పరస్పర ప్రతిక్రియ ఉండునని చెప్పినట్లే అగును. ఈ ప్రతిక్రియ విద్యుత్తు ప్రక్రియ అగుటకు ఉపపత్తి లేదు. ఏలన న్యూట్రాన్ విద్యుత్తికముగా ఉదాసీనమైనది. పోనిమ్ము, ఈ రెండిటిమధ్య ఉన్న వినిమయశక్తి న్యూట్రాన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతమునందు సూచించిన వ్యవహితాకర్షణ శక్తియని తలంచకూడదా అనిన ఐన్ స్టయిన్ సాపేక్షతా సిద్ధాంతము అట్టి వ్యవహిత క్రియను నిషేధించినది. అందువలన ఈ ప్రతిక్రియా మూలము విద్యుదాయస్కాంత, గురుత్వక్షేత్రములకు భిన్నమైనదియు ఇదివరకు భౌతిక శాస్త్రముచే సూచించబడనిదియు అగు విచిత్రస్వభావముగల క్షేత్రము. ఆక్షేత్రము ఈరెండు కణముల మధ్య క్రింద సూచించిన రీతిని ఊహించబడవలసివచ్చినది.

కేంద్రకము ఎట్లు సంహతమై నిలచును? కేంద్రక ఘటకములు అన్నియు చెదరిపోక సంహతములై ఉండుటకు కారణమేమి? యురేనియమ్ పరమాణువునందు, దృష్టాంతమునకు యూనిట్ ధన విద్యుత్ ఆవేశముగల 92 ప్రోటాన్లు  $10^{-12}$  సెం. మీటరుల వ్యాసము గల చోటులో క్రిక్కిరిసి ఉన్నవి. ఇవి పరస్పర వికర్షణ కారణమున వేరుపడి ఎందుకు చెదరిపోవు? ఒక న్యూట్రాన్ కేంద్రకమును ప్రవేశించిన సందర్భమున అట్టి కేంద్రకము బ్రద్దలై, అందుండి శకలములు గణనీయమైన వేగముతో చెదరిపోవునను భూతార్థమునుండి కేంద్రక ఘటకముల కూడ కట్టిఉంచు బలముల స్వభావమును మనము గ్రహించవచ్చును. పరస్పర వికర్షక విద్యుత్ బలములు కేంద్రక పరిమాణముకన్న చాల ఎక్కువైన దూరములలో కూడ గణనీయమహత్త్వముగలవిగ గోచరించుచున్నవి. దీనినుండి కేంద్రకావయవములను కూడకట్టి ఉంచు వింతలక్షణముగల ఆకర్షకబలము దూరము ఎక్కువగుకొలది అతిశీఘ్రముగా ఊహించుచు, అతి నిర్బలమగునని ఊహించవచ్చును.

ఇట్లు న్యూట్రాన్ ప్రవేశము ఆకర్షణబలములకు అందని దూరములకు కేంద్రకావయవములను విడదీయుటకు చాలునంత ప్రబలస్పందనమును కేంద్రకమందు కలుగజేయును. దీని ఫలముగ ఈ అవయవములు ఆకర్షక బలముల అధీనమునుండి విద్యుత అపకర్షక బలములకు లోనగును. ఈ విద్యుత అపకర్షక బలములు పైజెప్పిన ఆకర్షక బలములంత శీఘ్రముగా దూరము ఎక్కువగుకొలది నిర్బలములు కాకపోవుటచే, సామాన్య కేంద్రక పరిధికి వెలుపల కూడ చాల దూరమువరకు ప్రబలమహత్త్వముకలవియై ఉండును.

ఈ సమాలోచన ధోరణిని అనుసరించి జపాన్ దేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు, యూకావా సమంజసమైన కేంద్రకరచనా సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. కేంద్రకమందలి ఆకర్షక బలములు స్పష్టముగా విద్యుతబలములుకావు. అందువలన యూకావా ఒకక్రొత్త 'మీసాన్ క్షేత్ర'మును బలక్షేత్రమును ఊహించెను. ఈతని సిద్ధాంతప్రకారము కేంద్రకమందలి కణములకు దూరముతో అతిశీఘ్రముగా ఊహించు ఆకర్షక స్వభావము గల ఒక విచిత్ర ఆవేశముకలదు. ఈ ఆవేశమునకు తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము అర్థించు రూపము ఇచ్చినచో, మీసాన్ అను ఒక నూతన కణమును సృజించవలసిన ఆవశ్యకత కన్పించినది. పరమాణు కేంద్రక బహిష్సంవిధానమందు గోచరించు శక్తి విచూషణ, విసర్జన ప్రక్రియలందు ప్రోటాన్ ఎట్టి పాత్రను నిర్వహించుచున్నదో అట్టిపాత్రను కేంద్రకాంతః ప్రదేశమందు జరుగు శక్తి విచూషణ విసర్జన ప్రక్రియలందు ఈ నూతన కణము మీసాన్ నిర్వహించుచున్నది. క్లిష్టతరంగ యాంత్రిక గణితపద్ధతిని అనుసరించి ఈ మీసాన్ యొక్క ద్రవ్యరాశి ఎలక్ట్రాన్ దానికి 200 రెట్లుఉండునని లెక్కించబడినది. దీని ద్రవ్యరాశి ప్రోటాన్, ఎలక్ట్రాన్ల ద్రవ్యరాశి మధ్య ఉండుటచే దీనికి 'మీసాన్' (గ్రీక్ భాషలో మీసాన్ అనగా మధ్యది అని అర్థము) అని పేరు వచ్చినది.

ఈ మీసాన్ కు సంబంధించిన తరంగ సమీకరణమందు ఒక పానఃపున్యరాశి గోచరించును. అందువలన ఈ మీసాన్ ఈ పానఃపున్యముతో పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుచున్న న్యూట్రాన్-ప్రోటాన్ మధ్యను ఆస్పందించుచుండునట్లు ఊహింపబడినది. అది ఒక ఋణవిద్యుత్ యూనిట్ ఆవేశమును ఎలక్ట్రాన్ వలె వహించుచుండుననికూడ ఊహించవలసివచ్చినది. ధన చిహ్నిత, తటస్థ మీసాన్లు కూడ ఇటీవల ఆవిష్కరించబడినవి. ఋణవిద్యుదావిష్టమైన ఒక మీసాన్ నువదలిపెట్టినప్పుడు న్యూట్రాన్ ప్రోటాన్ గా మారును. దాని ఋణావేశమును ప్రోటాన్ కు సమర్పించి



## పరావర్తనము

నప్పుడు ప్రోటాన్ ధనావేశము లంతరించి అది తటస్థ గుణముగల న్యూట్రాన్ గా మారును. ఇట్లు కేంద్రకాంతర మందు న్యూట్రాన్ - ప్రోటాన్ మధ్యజరుగు నిరంతర వినిమయ కార్యముల కారణమున కేంద్రక ఘటకములు సంహతములై నిలచును. మే. వ. స.

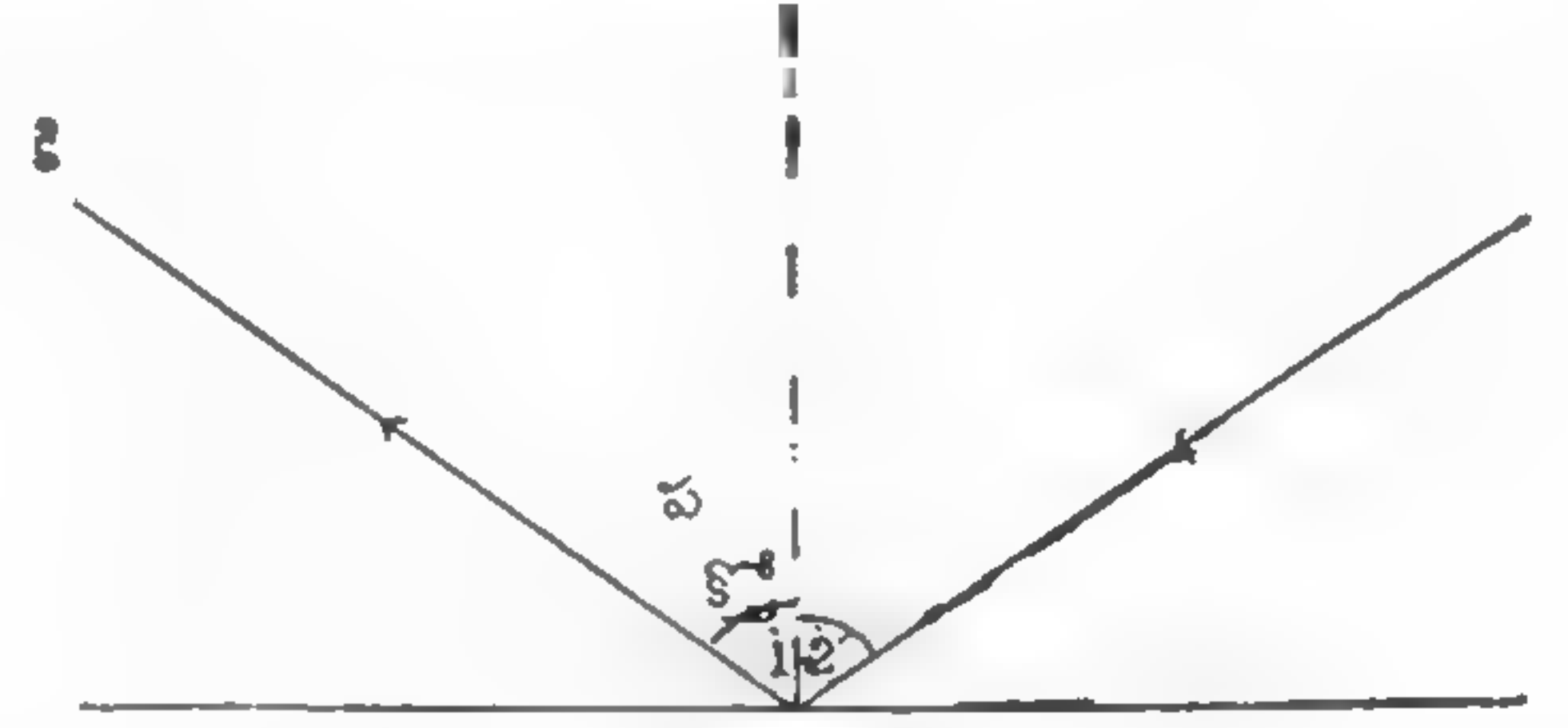
**పరావర్తనము :** అద్దములో ప్రతిబింబము ఎట్లు ఏర్పడుచున్నది? గోడమీదికి బంతిని విసరినపుడు అది గోడకు తగిలి, తిరిగి మనవైపునకు ప్రయాణముచేయును. గోడతలమునకు లంబదిశలో బంతి గోడను తాకినచో తిరిగి అదేదిశగా అది గోడనుండి మనవైపుకు మళ్లును. అట్లుగాక, ఏటవాలుగా కుడివైపునుండి బంతి గోడకు తాకినచో అది తిరిగి ఏటవాలుగానే ఎడమవైపు వెనుకకు మళ్లును. గోడను తాకినబంతి ఇట్లు వెనుకకుమళ్లుటకు 'పరావర్తనము' (రిఫ్లెక్షన్) అనియును, అది వెనుకకు మళ్లుటకు కారణభూతమైన గోడకు 'పరావర్తన తల'మని యును శాస్త్రీయపరిభాషలో పేర్లు. ఇట్లు గోడనో, లేదా అట్టి మరియొక తలమునో తాకి వెనుకకుమళ్లినవి, బంతి గాక కాంతికిరణములైనచో, ఆసంఘటనను 'కాంతిపరావర్తనమని'యును, శబ్దతరంగములైనచో దానిని 'శబ్దపరావర్తన' మనియును ప్రత్యేక నామములతో పేర్కొందురు. వెలుగురులో అద్దమున మనము చూచుకొనినపుడు మన నుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణములు అద్దముపై పడి పరావర్తన మొందుటచేతనే అద్దమున మనబింబము అగపడు చున్నది.

అద్దములో మనబింబము అగపడుటకు కాంతి ముఖ్యము. అంతేగాక, వస్తువులను చూడగలుగుటకుకూడ కాంతి ఆవశ్యకమే. సూర్యుడు, దీపమువంటి స్వయం ప్రకాశక వస్తువులనుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణములు ఆవస్తువులపై పడి, పరావర్తితములై మన కండ్లకు చేరుటచేతనే ఆ వస్తువులు మనకు కనబడుచున్నవి. ఇక, ఒకవస్తువునుండి (అది స్వయంప్రకాశము కానీ, కాకపోనీ) బయలుదేరిన కాంతికిరణములు ప్రత్యక్షముగా మనకండ్లను చేరుకొనక, ఒకపరావర్తనతలముపై పడి, దానిచే పరావర్తితమై మనలను చేరుకొనుటచేత ఆవస్తువు ప్రతిబింబము ఏర్పడు చున్నది.

**పరావర్తననియమములు:** కాంతికిరణములు పరావర్తన తలమును తాకినపుడు అవి పరావర్తనమునుమాత్రమే పొందక సాధారణముగా వక్రీభవనము, పరిక్షేపణము, శోషణము, ధ్రువీకరణము అను సంఘటనలకుకూడ కొంత వరకు లోనగును. కాబట్టి, ఒకపరావర్తనతలముపై పడిన కాంతికిరణములలో, కొంతభాగముమాత్రమే పరావర్తన

మొందునని గ్రహింపవలసి ఉన్నది. ఇక ఈ పరావర్తన క్రియ కొన్నినియమములను అనుసరించి జరుగును. వాటిని బోధపరచుకొనుటకై కొన్ని సాంకేతికపదములవివరణము ఆవశ్యకము.

క్రిందిపటములో కుడివైపునుంచి ఒక కాంతికిరణము ఏట వాలుగా ఒకసమతలముపై పడి ఎడమవైపు పరావర్తితము అయినది. ఈ రెండుకిరణముల దిశలును ఆ సమతలముపై



సమతల పరావర్తనము

గీయబడిన లంబముతో చేయు 1, 2 కోణములలో 2 పతన కోణమనియు, 1 పరావర్తనకోణమనియు వ్యవహారము.

**పరావర్తన నియమములు రెండు ఉన్నవి :**

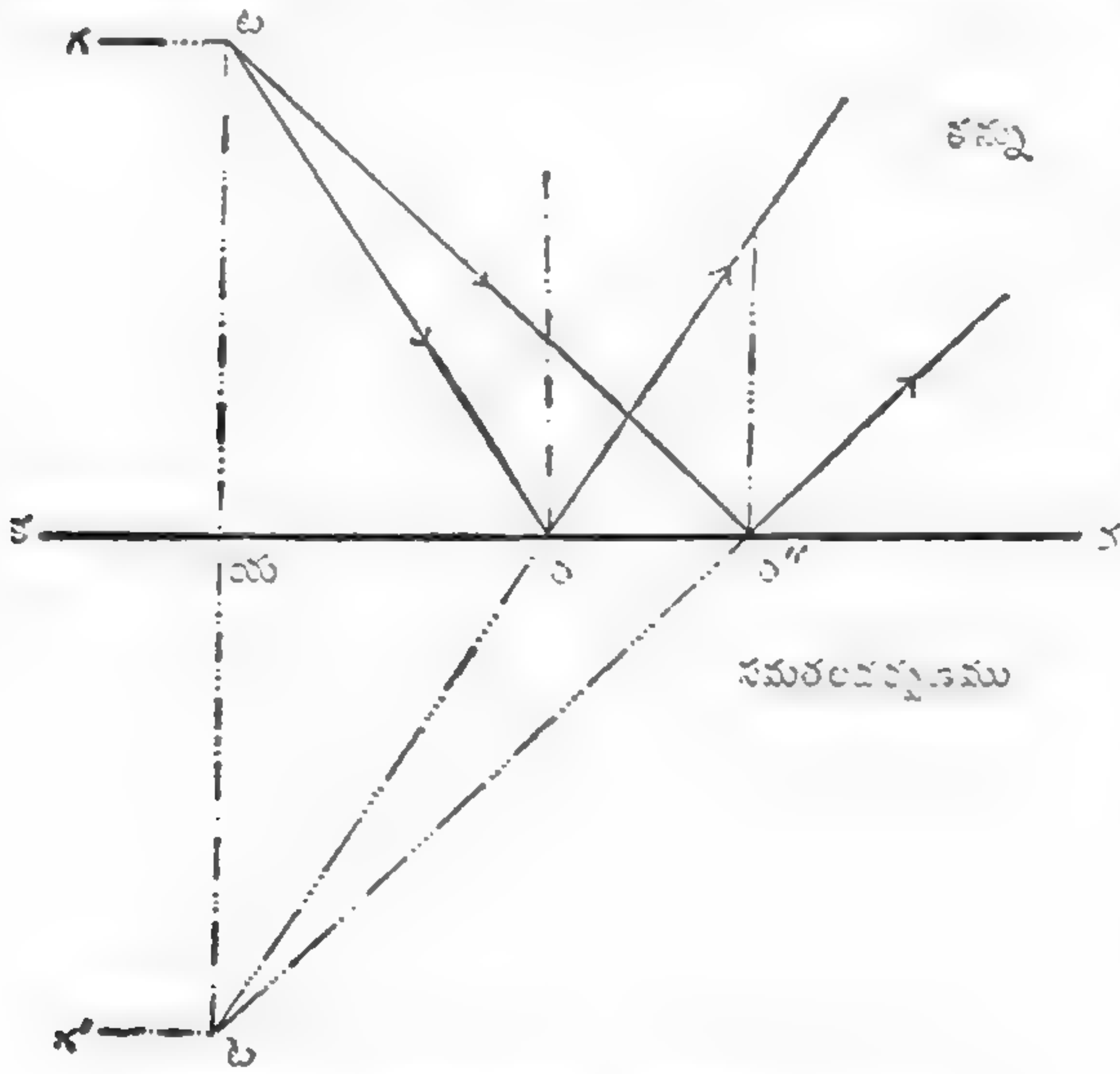
1. పతనకిరణము, పరావర్తితకిరణము, పతనబిందువు వద్ద పరావర్తనతలమునకు గీయబడిన లంబమును, ఒకే సమతలమున ఉండును; 2. పతన, పరావర్తన కోణములు పరస్పరము సమానములు.

పై రెండు పరావర్తననియమములును కాంతికిరణములను పరావర్తనము ఒనరించు తలము సమతలమైనను, వర్తుల తలమైనను కూడ సమముగనే వర్తించును.

**పరావర్తన ప్రతిబింబములు :** ఒకసమతలదర్పణమునకు ఎదురుగా ఉంచిన వస్తువు 'గట' అనుకొందము. 'కచ' ఆ దర్పణపు పరావర్తనతలము. ఆవస్తువులో 'ట' అను ఒక బిందువునుండి రెండుకిరణములు 'టత', 'టత' లు దర్పణ తలముపై పడి పరావర్తితమై మనకంటివైపు వచ్చుచున్నవి. పైనిచెప్పినట్లు ప్రతి పతనకోణమును పరావర్తనకోణము నకు సమముగా ఉండును. ప్రక్క పుటలోని చిత్రము చూపిన పరావర్తితకిరణములు అన్నియు ఒకదానినుండి ఒకటి విచలితములై ప్రసరించుచున్నట్లు కనపడును. దర్పణపుతల ముపై విచలితములైన ఈకిరణములు దర్పణపు వెనుక వైపు 'ట' అను బిందువువద్దనుండి విచలితములై మనకంటిని చొచ్చుచున్నట్లు అగపడును. అందుచే 'ట', 'ట' యొక్క ప్రతిబింబము అనబడును. అట్లనే వస్తువునందున్న ప్రతిబిం దువువద్దనుండి పరావర్తితమైనకిరణములు దర్పణము వెనుక వైపున ఉన్న వస్తువుప్రతిబింబమునుండి వచ్చునట్లు కనిపిం చును. అప్పుడు 'గ' ట' అనునది వస్తుప్రతిబింబ మగును.



కొలతను అనుసరించి చిత్రించుటవలనగాని, లేదా డేట్ర గణితరీతినిగాని, 'ట ట' అనురేఖ పరావర్తనతలమునకు



పరావర్తన ప్రతిబింబములు : సమతలదర్పణము

బింబముగా ఉన్నట్లు చూపవచ్చును. ఈ పై నియమమును కొద్దిమాటలలో చెప్పవలెనన్న క్రిందివిధమున చెప్పవచ్చును. వస్తువును, ప్రతిబింబమును కలుపు ప్రతి ఋజురేఖయు, దర్పణతలమునకు లంబముగా ఉండును. అంతేగాక, వస్తువు దర్పణమునకుముందు ఎంతదూరములో ఉండునో, అంతే దూరములో ప్రతిబింబము ఉన్నట్లు అగపడును. ఈ ప్రతి బింబమునకు తెరమీదపడు స్వభావము లేదుగనుక దీనికి మిథ్యాబింబము' అని పేరు.

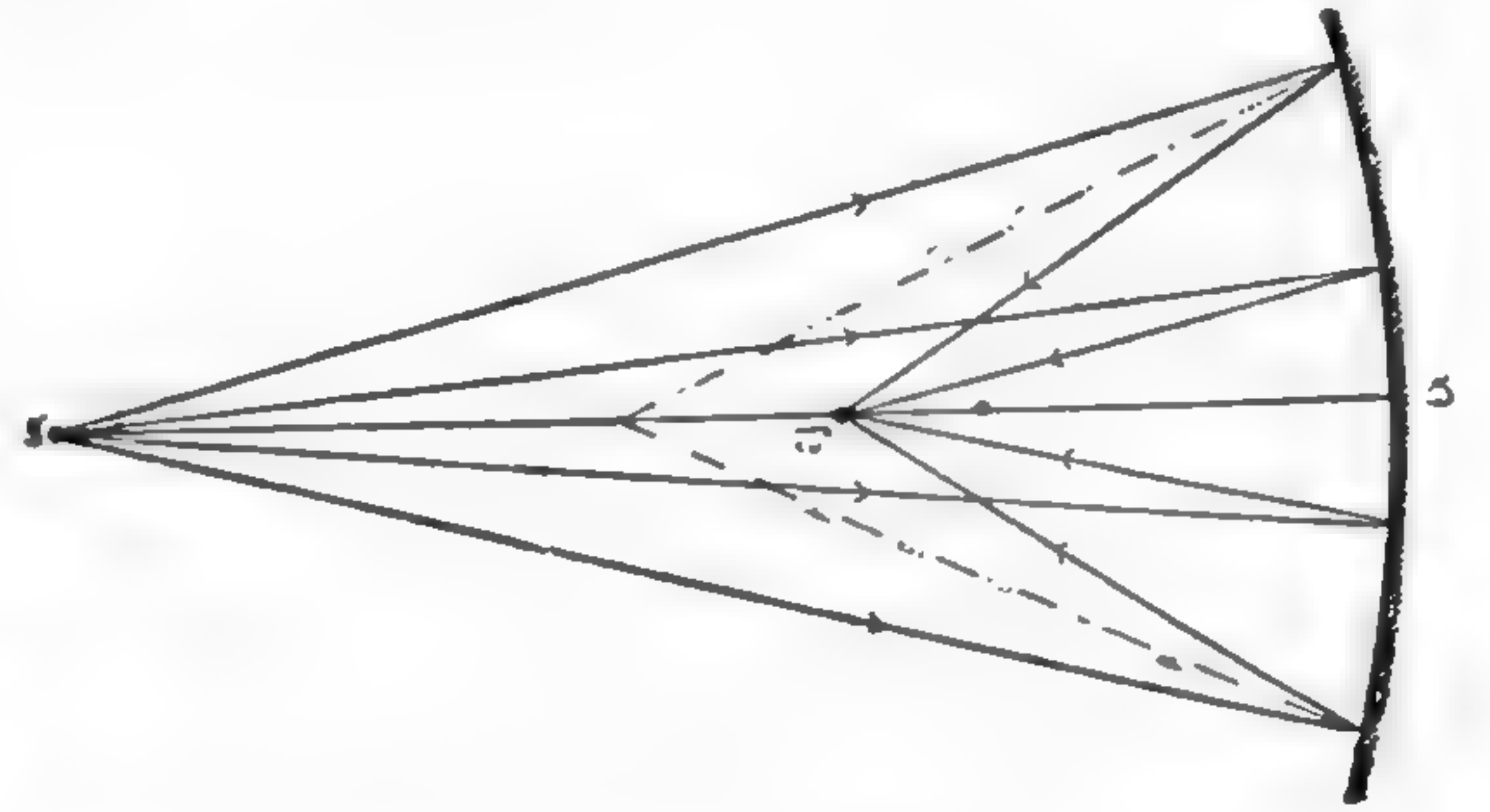
సమానాంతరముగాలేని రెండు పరావర్తనసమతలముల మధ్యకోణము 'క' అయినచో వాటిమధ్య ఒకవస్తువు ఉంచిన ఆపరావర్తనతలములచే ఏర్పడు ఆవస్తువుయొక్క ప్రతిబింబములసంఖ్య  $\left(\frac{360}{k} - 1\right)$  అని చూపవచ్చును. మధ్య కోణము  $90^\circ$  అయినచో 3 ప్రతిబింబములును,  $60^\circ$  అయినచో 5 ప్రతిబింబములును, వాటి మధ్య ఉన్న వస్తువునకు ఏర్పడునని పై సమీకరణమువలన తెలియగలదు. ఈ బింబములు అన్నియును ఒక వృత్తపరిధిమీద సౌష్ఠవముగా ఏర్పడుట మనకు గోచరము అగును. ఇవి అన్నియును మిథ్యా బింబములే.

ఇక రెండు సమానాంతర పరావర్తన సమతలముల మధ్యఉన్న వస్తువుకు ఆ తలములచే అసంఖ్యాకములైన బింబములు ఏర్పడును. ఈ బింబములు ఒక దానివెనుక ఒకటి కే సరళరేఖలో సమానాంతరముగా ఉన్నట్లుల మనకు క్లృప్తమగును. ఒకగదిలో ఎదురుగాఉన్న రెండుగోడలకు

సమతలముగా ఉన్న అద్దములను అమర్చి, వాటిమధ్య మనము కూర్చొని, వాటిలో మనప్రతిబింబములను చూచు కొన్నచో ఈ విషయము స్పష్టమగును.

వర్తులతలమున ప్రతిబింబములు ఏర్పడురీతి : పరా వర్తనవర్తులతలముయొక్క మధ్యబిందువునకు ధ్రువము (ధ) అని పేరు. ఇక ఆ పరావర్తనవర్తులతలము ఏగోళము యొక్కభాగమై ఉండునో ఆ గోళకేంద్రమే ఆ పరా వర్తనవర్తులతలకేంద్రము (క) కాబట్టి, ఒకపరావర్తన తలములో దాని కేంద్రధ్రువముల మధ్యదూరము ఆ పరా వర్తనవర్తులతలముయొక్క వ్యాసార్థము అగును.

ప్రదేశములో అనంతదూరమున ఉన్న స్వయంప్రకాశ వస్తువునుండి వచ్చు కాంతికిరణములు ఒకదానికొకటి సమా నాంతరముగా ఉన్నటుల పరిగణించవచ్చును. ఈ కిరణము లలోప్రతిదియును పుటాకారదర్పణవర్తులతలముపై పరా వర్తన నియమానుసారముగ పరావర్తితమై పుటాకార



వర్తులతలమున ప్రతిబింబములు ఏర్పడురీతి : పుటాకారదర్పణము

దర్పణ తలమునకు అభిముఖముగాఉన్న ఒక బిందువువద్ద కేంద్రీకృతమైనట్లు కనిపించును. ఈ బిందువునకు నాభి(నా) అనిపేరు. పరావర్తన వర్తులతలములో పరావర్తనతల వ్యాసార్థము, పరావర్తనతలధ్రువమునుండివస్తువుదూరము, ఆపరావర్తనతల ధ్రువమునుండియే బింబముదూరము, క్రమముగా (వ్యా, వ, బ) అయినచో వాటిసంబంధము  $\frac{1}{b} + \frac{1}{v} = \frac{2}{\text{వ్యా}}$  అను సూత్రముననుసరించి ఉండునని చూపవచ్చును.

ఇక్కడ నాభియందగుపడు ప్రతిబింబము తెరపై పడు నట్లు చేయవచ్చును. అందుచే, ఇది సమతలదర్పణములోవలె మిథ్యాబింబముగాక వాస్తవికబింబము.

కుంభాకార పరావర్తనతలము : కుంభాకారపరావర్తన తలముచే ఏర్పడు పరావర్తన ప్రతిబింబము ఎల్లప్పుడును పరిమాణములో వస్తువులకంటె చిన్నదియై, నిట్టనిలువుగ ఉన్న మిథ్యాబింబమై ఉండును. వస్తువు కుంభాకార పరా



**పరిధిఫలకము**

వర్తన తలధ్రువమునుండి అనంతదూరములో ఉన్నప్పుడు ప్రతిబింబము బిందుమాత్రమై ఉండి, నాభివద్ద ఏర్పడును. పుటాకారపరావర్తనతలము

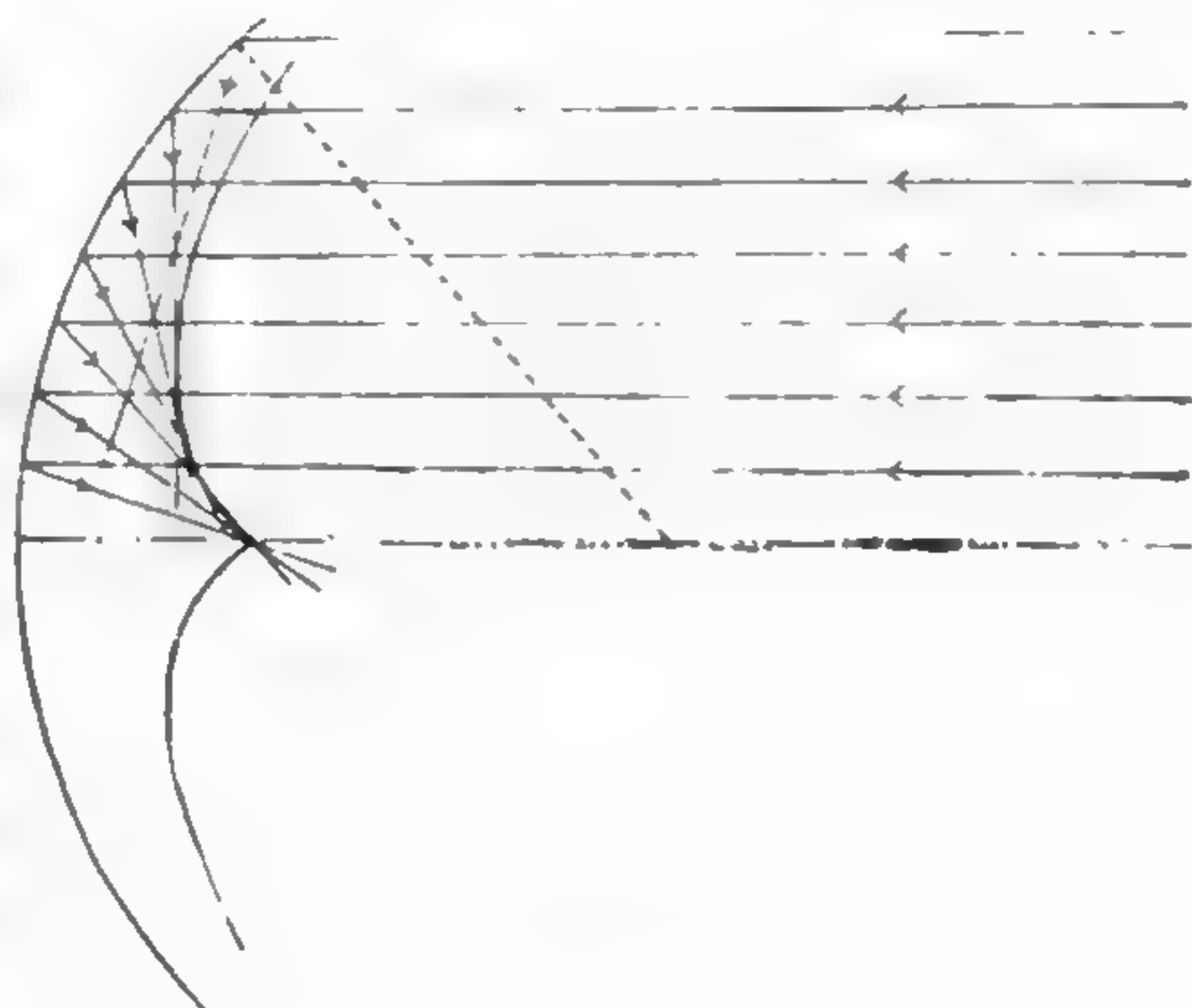
పరావర్తన రీతులు : పరావర్తనము రెండు రకములు. బాగుగా మెరుగుపెట్టబడి నున్ననైఉన్న తలముపై పడు

| వస్తు స్థానము         | ప్రతిబింబ స్థానము  | ప్రతిబింబ పరిమాణము  | ప్రతిబింబ స్వభావము       |
|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|
| 1. అనంతదూరము          | నాభి               | బిందువు             | వాస్తవికబింబము           |
| 2. కేంద్రమునకు వెలుపల | నాభి-కేంద్రము మధ్య | వస్తువుకంటె చిన్నది | తలక్రిందైనవాస్తవికబింబము |
| 3. కేంద్రము           | కేంద్రము           | వస్తువుతో సమానము    | తలక్రిందైనవాస్తవికబింబము |
| 4. నాభి-కేంద్రము మధ్య | కేంద్రమునకు వెలుపల | పెద్దది             | తలక్రిందైనవాస్తవికబింబము |
| 5. నాభి               | అనంతము             | —                   | —                        |
| 6. నాభి-ధ్రువము మధ్య  | రెండవవైపున         | పెద్దది             | నిట్టనిలువైనమిథ్యాబింబము |

వస్తువు అనంతదూరమునుండి ధ్రువముచేతకు జరిగిన కొలదియును, క్రమముగా ప్రతిబింబముయొక్క పరిమాణము అధికమై, ధ్రువమువైపుకు బింబస్థానముకూడ జరుగును.

పరావర్తనవర్తులతలముపై పడు కాంతికిరణ పుంజము వెడల్పు చాల తక్కువగ ఉన్నప్పుడుమాత్రమే ఆవర్తుల తలముచే ఏర్పడు పరావర్తనబింబము చాల స్పష్టముగా ఉండును. అట్లుగాక, పరావర్తనతల వ్యాసార్థముతో పోల్చినపుడు ఆకిరణపుంజముయొక్క వెడల్పుకూడ లెక్కలోనికి రావలసి ఉన్నచో అనంతదూరములో బింబరూపము నందున్న వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబముకూడ సుస్పష్టముగను, నిర్దిష్టముగను ఉన్న బిందువుగా ఉండక, కొంతమేరకు వ్యాపించి అస్పష్టమైఉండును. పరావర్తన తలముయొక్క వక్రపుచే సంభవించిన ఈ సంఘటనకు 'వర్తులతలాస్పష్టత' లేదా గోళీయవిపథనము అని పేరు. ఆ బింబము

యొక్క ఆకృతికి 'కాస్టిక్ రేఖ' అని సాంకేతిక నామము. ఒక పుటాకారపరావర్తన తలముచే ఏర్పడు కాస్టిక్ రేఖ



కాస్టిక్ రేఖ

పటములో చూపబడినది. వెండిపాత్రలో పాలుపోసి ఎండలోపెట్టినచో ఆ పాలలో ఇట్టి కాస్టిక్ రేఖ మనకు కనబడును.

కాంతి క్రమబద్ధముగా పరావర్తనమొందును. ఈ సంఘటనకు 'క్రమబద్ధపరావర్తనము' అని పేరు. దర్పణముల చేతను, మెరుగు పెట్టబడిఉన్న నున్నని ధాతుతలముల వలనను జరుగుచున్న పరావర్తనము ఇందుకు ఉదాహరణములు. ఈ సంఘటనయందు పతనకాంతిలో ఎక్కువ మొత్తము పరావర్తితము అగును. గరుకుగ ఉండి తక్కువ మెరుగును కలిగివున్న కాగితములు, ధూళికణములు, లోహములువంటి వస్తువుల ఉపరితలములచే పరావర్తితమైన కాంతి అన్నిదిశలకును వెదజల్లబడును. దానిని క్రమరహితపరావర్తనము అని పేర్కొందురు. 'పరిక్షేపణము' అని ఈ సంఘటనకు సాంకేతికనామము. ప్రకృతిలో స్వయంప్రకాశ రహితమైన వస్తువులను మనము చూడ గలుగుచున్నది ఈ క్రమరహిత పరావర్తనమువలననే.

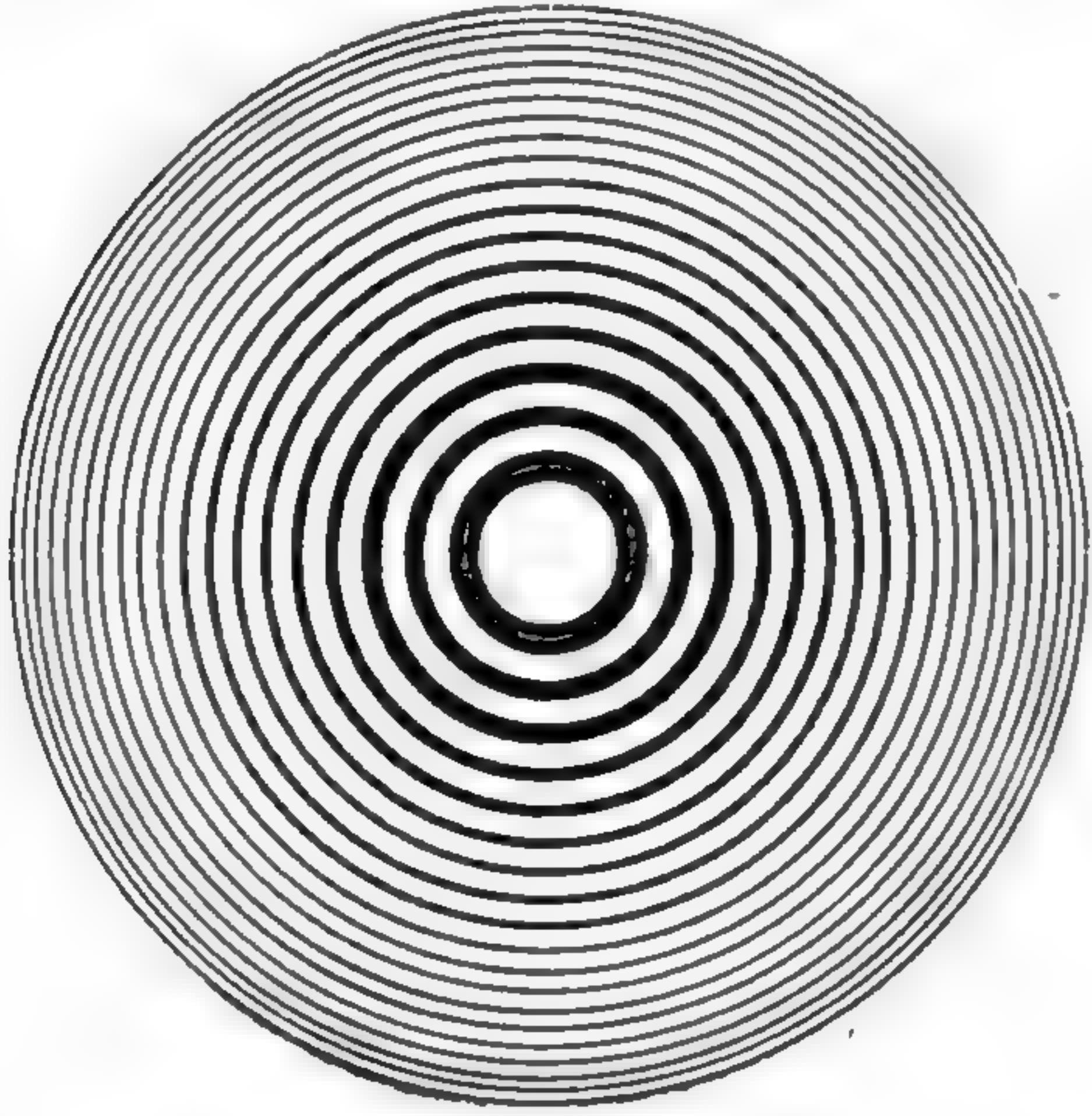
కాంతి పరావర్తనమునకు వర్తించు పైనియమములన్నియును శబ్ద, ఉష్ణతాది వికీర్ణములకుకూడ సమముగా వర్తించును. శబ్దతరంగములు పరావర్తన మొందుటవలననే ప్రతిధ్వనులు కలుగుచున్నవి. అ. వెం. సూ. రా.

**పరిధిఫలకము (జోన్ ఫ్లేట్) :** భూతలద్దమునకు ఉన్నట్లు కాంతిని కేంద్రీకరించు శక్తి మామూలు గాజు పలకకు ఉండదు. కాని, ఒకవద్దతిప్రకారము గాజుపలకకు ఈ శక్తిని కలిగించవచ్చును. ఈ పలకపై 1, 2, 3, 4, 5, 6 మొదలుగాగల మామూలు అంకెల వర్గములముల నిష్పత్తి  $(1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \sqrt{4} : \sqrt{5} : \sqrt{6} : \sqrt{7} : \sqrt{8})$  లో వ్యాసములుగల ఏకకేంద్ర వృత్తములు గీయవలెను. తరువాత ఆ గీతల మధ్య స్థలములకు ఒకదానిని విడిచి ఒకటి చొప్పున నల్లరంగు వేయవలెను. అప్పుడు ఆ గాజుపలకకు కాంతిని కేంద్రీకరించు లక్షణము అబ్బును.

మొదటి వృత్తముయొక్క వ్యాసార్థము ఒక అంగుళమయిన ఆ పరిధి ఫలకమునుండి కాంతి కేంద్రమునకు దూరము 300 గజములు ఉండును. కాంతి కేంద్రీకృత



మయిన బిందువునుండి వరిధి ఫలకమునకు గల దూరము తక్కువ కావలెననిన ఈ వృత్తములు, వ్యాసములు, చాల తక్కువగ ఉండవలెను. ఇంత చిన్న వృత్తములను సరిగా గీయుట కష్టము. వాటిలో జాగ్రత్తగా నల్లరంగు పూయుట, మరియును కష్టమైనపని. అందుచేత, ఈ వృత్తములను ముందుగ ఒక కాగితముమీద పెద్దవిగనే గీసి,



పరిధిఫలకము

వృత్తముల మధ్యస్థలములలో ఒకటివిడిచి ఒకటి నల్లసిరా పూసి, ఇటుల తయారుచేసిన బొమ్మను ఎంత చిన్నది కావలెననిన అంత చిన్నదిగా ఫోటో తీయుదురు. జాగ్రత్తగా తయారుచేసిన ఆ ఫోటో ఫలకయే పరిధిఫలకముగా పనిచేయును. ఈ ఫలకము బాగుగా పని చేయవలెననిన దానిపై రెండు, మూడు వందల వలయములు గీయబడి ఉండవలెను. తయారైన ఫలకము చూపుకు న్యూటన్ వలయసముదాయమువలె కన్పట్టును.

రెండు పరిధిఫలకములను ఉపయోగించి దూరదర్శనిని తయారుచేయవచ్చును. సి. రా. శా.

**పరిపూరకతా సూత్రము :** పరస్పర వ్యావర్తకము లగు కణ, తరంగ ధర్మములను ఎలక్ట్రాన్ కు ఆరోపించ వలసి వచ్చిన సందర్భములో కన్పట్టు శాస్త్రార్థ విసంవాద మును కొంతవరకైన తొలగించుటకై 'పరిపూరకతా సూత్రము' అను పేర ఒక అపూర్వ దార్శనిక కల్పనను భౌతిక శాస్త్రరంగమున బోర్ ప్రవేశపెట్టెను. ఎలక్ట్రాన్ వంటి వస్తువుయొక్క ధర్మములను నిరూపించుటలో కణ, తరంగదృక్పథముల రెండింటిని చేపట్టవలెనను భావ ముతో మొదలిడి ఇట్టి పరస్పర భిన్న ప్రతికృతులను ఎట్లు విసంవాద రహితముగ మేళవింపవచ్చునో ఆ విధానమును బోర్ అన్వేషించ యత్నించెను. క్రియాకణభావ స్వీకార

ప్రత్యక్షఫలములగు అనిశ్చయతా సంబంధముల దృష్టిలో ఈ రెండు ప్రతికృతులును ప్రత్యక్షముగా పరస్పర వ్యావర్త కములు కావన్న పర్యవసానమునకు ఆతడు చేరగల్గెను. (చూ. అనిశ్చయతాసూత్రము - పు. 139). ఈ భావభోరణిని అనుసరించిన బోర్ దృష్టిలో కణ, తరంగ రూపములు రెండును స్థూలదృష్టికి పరస్పర వ్యావర్తకములు ఐనను, అవి ఏనాడును పరస్పర వైరుధ్యమును ప్రకటించవు. ఏలన ఈ రూపములు రెండును ఏకకాలమందు ఉనికిని గ్రహించవు. కణ, తరంగ ప్రతికృతులమధ్య పోరాటమును మనము ఎప్పుడును అపేక్షించుచునే ఉందుము. కాని, ఆ పోరా టము ఎన్నడును సంభవించదు. పోరాటమునకు ఇద్దరు ప్రతిస్పర్థుల సమ్మేళనము అవశ్యకము కదా! కాని, ఎల క్ట్రాన్ విషయమై, ఈ ఇద్దరిలో ఒకరే ఒక కాలమున ఉండుట తటస్థించును. ఎలక్ట్రాన్ భౌతికశాస్త్ర సృష్ట ములగు ఇతర ప్రాథమిక వస్తువులవలె రెండు పరస్పరా సంగత రూపముల కల్గిఉండును. కాని, ఆయా వస్తువుల ధర్మములను సమగ్రముగ వివరించుటకు ఈ రెండు రూప ములను ఒకదాని తరువాత ఒకటి మనము ఉపయోగింప వలసి ఉండును. ఆ రూపములు ఒక నాణెపు రెండు ముఖములవంటివి. ఈ రెండింటిని మనము ఒకేసరి వీక్షించ లేము. ఆ నాణెపు స్వభావమును సమగ్రముగ గ్రహించ వలెననినచో ఈ రెండు ముఖములను ఒకదాని తర్వాత ఇంకొకదానిని వీక్షించవలెను. ఈ రూప ద్వయమునకు పరిపూరక రూపములు అని బోర్ పేరిడెను. ఇట్లు పేరుంచు టలో అతని ఊహ ఇది. ఈ రూపములు ఒకవైపున పరస్పర వ్యావర్తకములయ్యును, ఇంకొక వైపున పరస్పర పూరకములుగ ఆచరించును.

వాస్తవికముగ మనమొక భౌతికభావమును ఒకే ప్రతి కృతి, లేదా ఒకే బౌద్ధికభావమును ఉపయోగించి వివ రించుట సాధ్యమగునట్లు లేదు. దైనందికానుభవముచే ప్రేరితులమై, ఆ అనుభవ సామన్త్యమునుండి ఏవో కొన్ని అంశముల నిష్కర్షించి, వాటినుండి సరళీకరణ, పృథక్కరణ ప్రక్రియల సహాయమున కొన్ని సువ్యక్త భావములను, విస్పష్ట ప్రతికృతులను నిర్మించి, దృశ్యసంఘటనల వివ రణకై వాటిని ఉపయోగింప యత్నింతుము. ఇట్టి సరళీ కృత భావములే నియతస్థాన గ్రాహియగు ఎలక్ట్రాన్, ఏక వర్ణ ఘటిక కాంతితరంగము, పూర్ణవాయువు మొద లైనవి. కాని ఈ కాల्పనిక, బుద్ధికల్పిత సరళీకృత భావములు యథార్థ సత్యప్రాపకములు కావు. అందు వలన ప్రకృతి యథార్థ సంకులతను నిరూపించుటకు మనము ఒకదాని తర్వాత ఒకటిగ, రెండుగాని, అంతకన్న



## పరిమళ తైలములు

ఎక్కువగాని కల్పిత భావములను ఒకే వస్తువుయొక్క ధర్మనిరూపణకు ఉపయోగింపవలసి వచ్చును.

ఈ పరిపూరకతా సూత్రము భౌతికశాస్త్రమందు నేడొక ఉపపన్నతర దార్శనిక భావముగ పరిణమించినది. ఇది భౌతికశాస్త్రమునకు వెలుపలగూడ ఉపయోగార్హమని బోర్ నిరూపించగలెను.

జీవశాస్త్రమందు జీవకణ ప్రవృత్తిని వర్ణించుటకు కేవల భౌతిక రాసాయనిక దృక్పథము సమర్థముకాలేదు. ప్రాణవృత్తి ప్రయోజకమగు జీవతత్త్వ దృక్పథమును కూడ పూరకముగ గ్రహించినపుడు జీవకణ ప్రవృత్తి సుబోధమగును.

కాని ప్రకృతిదృశ్యావ బోధనకై మనము గ్రహించిన సరళీకరణ, పృథక్కరణ వ్యాపారముల ఫలముగ మన భావములు 'పరిపూర్ణత' వైపు మొగ్గుకొలది, దృశ్య ప్రపంచ యథాస్థితివర్ణనకు అవి దూరీకృతోపయోగములు అగుచున్నవి. 'దేనిని నేను విశదముగ, పరిస్ఫుటముగ తెలిసికొందునో అదియే నత్యమని గ్రహింతును'. అను డేకార్ట్ నుడికి విరుద్ధముగ ఈ పరిస్ఫుట, విస్పష్ట భావముల కన్న మనల భ్రాంతుల కావించునది ఇంకొకటిలేదని, క్వాంటం సిద్ధాంతరచనామూలములగు ప్రయోగ ప్రక్రియలు నిరూపించుచున్నవి. పైన సూచించబడినవియేగాక బుద్ధికల్పిత ప్రపంచమునందు అనేక సందర్భముల మనకు పరిపూరకతా సూత్రము తారసిల్లును. విజ్ఞానము, దర్శనము, నీతి తుదకు విశాలజీవితము ఈ షేత్రములనన్నిట ఇది మనల వెంటాడుచుండును.

## ఇందుకు కొన్ని దృష్టాంతములు

| భౌతికశాస్త్ర షేత్రమందు | ఎలక్ట్రాన్ స్థానము                                       | ఎలక్ట్రాన్ గతిభారము                                   |
|------------------------|--|---|
| భౌతికశాస్త్ర షేత్రమందు | శక్తి ఎలక్ట్రాన్ ది                                      | కాలము, శక్తి నికొలుచు సమయమున                          |
| భౌతికశాస్త్ర షేత్రమందు | ద్రవ్యము యొక్క తరంగ రూపమును గుర్తించుటకు చేసిన ప్రయోగము. | ద్రవ్యముయొక్క కణ రూపమును గుర్తించుటకు చేసిన ప్రయోగము. |
| సాంకేతిక ప్రపంచము      | సమాచార ప్రాపణ కొరకు శబ్దముయొక్క ఉపయోగము.                 | శబ్దముయొక్క విశ్లేషణాత్మక అర్థవిచారము                 |
| విశాలప్రపంచము          | సహచరప్రేమ  | సర్వమానవప్రేమ   |
| విశాలప్రపంచము          | స్వార్థము  | పరార్థము  |
| మనస్తత్త్వశాస్త్రము    | సంకల్పస్వేచ్ఛ  | నిశ్చితత  |

ప్రపంచ సూక్ష్మ సంస్థానము వాస్తవికముగ ఎట్టిది అయినను, అది కణ, తరంగ ఘటితముకాదు. తరంగ

దృష్టితో చూచిన తరంగమయముగ కన్పట్టును. కణ రూపము అజ్ఞాతమై ఉండును. 'కణమా' అని ప్రశ్నించి నపుడు అది కణమువలె కన్పట్టును, తరంగరూపమవిదితమై ఉండును. తరంగ 'రూపమా' అని ప్రశ్నించినపుడు కణరూపమును తెరచాటునకు తరలించునది ప్రకృతికాదు, మన ప్రశ్నయే కణ, తరంగ భిన్నరూపమగు ఎలక్ట్రాన్ నకు అసహజ తరంగాకృతినిగాని లేదా కణాకృతినిగాని బలాత్కారముగ అంటగట్టుచున్నది. నిజమునకు యథార్థ వర్ణనకై మనము ఉపయోగించు కణ, తరంగ ప్రతికృతులు ఎలక్ట్రాన్ ను వర్ణించవు. దానిగురించిన మన జ్ఞానమునే అవి వర్ణించును. డే. వ. న.

**పరిమళతైలములు :** పరిమళతైలములను 'ఎస్సెన్స్ యల్ ఆయిల్స్' అనివ్యవహరింతురు. పరిమళతైలశబ్దమునకు పూర్ణశాస్త్రీయనిర్వచనమును ఇచ్చుట కష్టసాధ్యము. కాని మామూలుగా సువాసనగలిగి నీటిలో కరుగక కేవలము వృక్షములనుండి లభించు ద్రవ్యములను అవి ఘనములైనను పరిమళతైలములు అనవచ్చును. ఇవి రాసాయనిక వియోగమును చెందకుండ బాష్పస్థితిని పొందును. బట్టమీరకాని, కాగితముపైగాని పడినపుడు మామూలు సూనెలవలె మరకగట్టవు. గాలిలో సులభముగా చిక్కనై బంకలు సాగును. అందువలన నీటిని గాలి సోకకుండ ఉంచవలెను.

ఇవి చెట్టుయొక్క జీవనప్రక్రియలో విడివడు ద్రవ్యములు. వీటికిని, వృక్షజీవమునకును గల సంబంధము ఇంకను సరిగా తెలియలేదు. పువ్వులనుండి లభ్యమగునవి ప్రశస్త్యతమమైన పరిమళతైలములు. పువ్వుల సౌగంధ్యము ఈ పరిమళ తైలములనుండి జనించునదియే. ఈ తైలము ఒకప్పుడు రోజాపూవులందువలె పూవురేకులందు విడిగా ఉండవచ్చును. లేదా మల్లిపూవులందువలె గ్లాకోనైడ్ యోగికరూపమున ఉండవచ్చును. అనుకూలపరిస్థితులలో ఈగ్లాకోనైడ్ నుండి ఆ పువ్వులయందే ఉండు ఎస్ షెమ్ ప్రభావమున బాష్పశీలమగు పరిమళతైలము గాలిలోనికి విడుదలఅగును. కాని, పరిమళతైలములకు ఒక్కపువ్వులే పుట్టుచోట్లు కావు.

## పరిమళతైలములు దొరకుచోట్లు

| పుట్టుచోట్లు             | ద్రవ్యములవివరము                           |
|--------------------------|---|
| పువ్వులు                 | మల్లి, గులాబీ, సంపెంగ మొదలైనవి.           |
| పువ్వులు, ఆకులు మొగ్గలు. | లవండరు, పెప్పరిమెంటు, పుదీనా. లవంగాలు.    |
| ఆకులు, రెమ్మలు           | దాల్చిని, పచోళి, యాకలిప్టస్, డమనం, మరువం. |
| పట్ల                     | దాల్చిని.                                 |



పరిమళతైలములు దొరకుచోట్లు

| పుట్టుచోట్లు             | ద్రవ్యముల వివరము  |
|--------------------------|---|
| కర్ర<br>వేళ్లు<br>దుంపలు | సిడర్ (చేవదారు), చందనము, అగరు,<br>వట్టివేరు, కురివేరు.<br>అల్లము. |
| పండ్లు                   | { నిమ్మ, దబ్బ, నారింజ, చెర్లమట్<br>నారింజ.                        |
| గింజలు                   | { చేదుబాదం, జాజికాయ, పలకులు,<br>సోఫు.                             |
| బంకలు లేదా<br>జిగురులు   | { సాంబ్రాణి, చాలింత్రోలు,<br>టర్పెంటిన్.                          |

పరిమళ తైలములన్నియు ఏకజాతీయద్రవ్యములుకావు. వాటిలో భిన్నరాసాయనిక ధర్మములుగల ద్రవ్యములు కలిసి ఉండును. చాలపట్ల రాసాయనికశాస్త్రము పరిమళద్రవ్యములలో ఉండు ప్రధానద్రవ్యముల యొక్క రాసాయనిక సంఘటనను గుర్తించగలిగినది.

రాసాయనిక సంఘటనము : పరిమళద్రవ్యముల రాసాయనిక సంఘటనము చాలవరకు తెలిసినది. వాటిలో ఘటకములుగా క్రింది యాగికములు ఉండవచ్చును.

హైడ్రోకార్బన్లు : స్టోరాక్స్లో స్టెరోలిన్, టర్పెంటిన్లో పైసీన్, నిమ్మనూనెలో లిమొనీన్.

ఆల్కహాల్లు : (a) ఋజుశృంఖలములు : లవండరులో లినలూల్ ; గులాబిలత్తరులో జిరేనియాల్ (b) టెర్పిన్ ఆల్కహాల్లు : పచ్చకర్పూరములో బోర్నియోల్. (c) ఫీనోల్లు : పిప్పరిమెంటులో మెన్టాల్.

ఎస్టర్లు : వింటర్ గ్రీన్ తైలములో మెథిల్ సాలిసిలేట్ ; నిమ్మగడ్డినూనెలో జిరేనిల్ ఆసిటేట్.

ఆల్డిహైడ్లు : నిమ్మగడ్డినూనెలో సిట్రాల్, నిమ్మనూనెలో సిట్రానెల్లాల్.

కీటోన్లు : పిప్పరిమెంటు తైలములో మెన్టోన్, కర్పూరవృక్ష తైలములో కర్పూరము.

అక్రైడ్లు, లాక్టేజ్లు : సాసఫ్రాస్ తైలములో సాఫ్రోల్.

నైట్రోజన్, గంధక యాగికములు : చేదు బాదంనూనెలో హైడ్రోనైనిక్ ఆసిడ్ ; ఆవనూనెలో ఎథిల్ ఐసోతయోసైనేట్.

పరిమళ తైలములు ఉండు వస్తువుల నుండి ఆ తైలములను వేరుచేయుట చాల కష్టసాధ్యమైనపని. పలన ఒక పరిమళద్రవ్యముపట్ల ఉపయోగించుపద్ధతి ఇంకొకదానికి పనికిరాదు. అందువలన పరిమళతైలమును ముడిద్రవ్యముల

నుండి వేరుచేయుటకు అనేకపద్ధతులు కల్పించబడినవి. వాటిని క్రింది విధమున వర్గీకరించవచ్చును :

ప్రావపద్ధతి : ముడివస్తువును మూసినపాత్రలో నీటితో నిప్పువేడితోగాని, నీటిఆవిరివేడితోగాని మరగించి, ఆ వచ్చిన పరిమళ తైలబాష్ప, జలబాష్ప మిశ్రమమును చల్లార్చి ద్రవీకరించుట ; లేదా ముడిద్రవ్యములోనుండి మిక్కిలి వేడిగానున్న నీటిఆవిరిని పంపించి ఆబాష్ప మిశ్రమమును శీతలీకరించి ద్రవీకరించుట. ఈ రెండు ప్రక్రియలలో లభ్యమగుద్రవమిశ్రమమును కొంత సేపుఉండ నిచ్చినచో, పరిమళ తైలము వేరై నీటిపై తేలుచుండును. నిప్పువేడితో ప్రావమును జరిగించుట చాలప్రాచీనమైన పద్ధతి, కాని ఒకప్పుడు పాత్రలోని నీరు తగ్గియున్నప్పుడు లోనున్న ద్రవ్యము వేడికి కొంత మాడి తైలముయొక్క పరిమళము చెడును. నేటికిని గాజిఫూర్ లో గులాబిలత్తరును తయారు చేయుటకు ఈ ప్రాచీనపద్ధతినే వాడుచున్నారు.

వేడిచేయుటకు నీటిఆవిరిని ఉపయోగించునపుడు, నీటిని వేరుగ బాయిలరులో మరగించి ఈ ఆవిరిని ముడిద్రవ్యము గల ఇంకొకపాత్రలోనికి పంపుదురు. ఇందు ఆ ముడిద్రవ్యము పాత్రలో అరలపై అమర్చబడి ఉండును. లేదా తీగ జాలుతోచేసిన పెట్టెలోనై నా ఈముడిద్రవ్యము ఉంచుదురు. కొన్ని వస్తువులవిషయములో ప్రావమునకై ఉపయోగించిననీరు పరిమళ తైలమును కొంతవరకు తనలో లీనము చేసికొనును. ఈ నీటిని వేరుగా అమ్ముదురు ; పన్నీరు ఇటువంటిదే.

పిండుట : ఈపద్ధతి నిమ్మ, దబ్బ, నారింజజాతికి చెందిన పండ్లతొక్కలనుండి పరిమళ తైలమును వేరుచేయుటకు ఉపయోగింతురు. సిసిలీదేశమందు స్పాంజిపద్ధతిని వాడుక చేతురు. పండ్లతొక్కలను నిలుపుగాగాని, అడ్డముగాగాని కోసి కొంతసేపు నీటిలో నానబెట్టుదురు. తరువాత ఈ తొక్కలను స్పాంజిలతో గట్టిగా అదుముదురు. స్పాంజి ఆతొక్కలలోని నూనెను పీల్చుకొనును. తరువాత ఆ స్పాంజిలను పిండి తైలమును సేకరింతురు. నేడు ఈపనికి యంత్రములవాడుక ఎక్కువగా ఉన్నది. కొన్నియంత్రములు తొక్కలనుండియే నూనెను పిండుటకు పనికి వచ్చును. మరికొన్నిటిలో పండంతను పిండి ఆవచ్చిన పరిమళతైల, ఫలరస మిశ్రమమునుండి సెంట్రీఫ్యూగల్ యంత్రముచే తైలమును వేరుచేయుదురు.

సారముతీయుట : ప్రావపద్ధతిని ఉపయోగించినచో నీటి ఆవిరి యొక్క ఎక్కువ తాపక్రమమువలన పరిమళద్రవ్యము బొత్తిగానశించుటయో, లేదా ఫలము కొంచెముగా లభించుటయో తటస్థించుపరిస్థితులలో ఈచెప్పబోవు



## పరిమళతైలములు

సారగ్రహణపద్ధతిని ఉపయోగింతురు. అన్నిజాతులపువ్వుల నుండి సారమునుతీయుటకు ఈ పద్ధతి ఇటీవలివరకు ఫ్రాన్స్ దేశమందు వాడుకలో ఉండెడిది. నేడు ఇది మల్లిపూవులు, ట్యూబ్ రోజ్ పువ్వులు-వీటిసారమును తీయుటకే వాడబడుచున్నది. ఈ పద్ధతియందు పుష్పసారమును పీల్చుటకు క్రొవ్యుద్రవ్యములను వాడుదురు. రెండువైపుల, గొడ్డు క్రొవ్యుకలసిన పందిక్రొవ్యుపూయబడిన గాజుపలకలను కర్రఫ్రేములలో ఉంచి వాటిపై పువ్వులను పరచి, ఆ ఫ్రేములను ఒకదానిపై ఒకటి పేర్చుదురు. క్రొవ్యు పుష్ప సారమునంతను పీల్చుకొనుచు కొన్ని గంటలు ఉంచిన తరువాత, పాతపువ్వులను తీసివేసి క్రొత్త పువ్వులతో ఫ్రేములను నింపుదురు. ఇట్లు క్రొవ్యుపార పుష్పసారముతో సంతృప్తమగువరకు చేయుదురు. ఈ క్రొవ్యుసారమునకు 'పోమేడ్' అని పేరు.

ఇంకొకపద్ధతిలో ద్రవరూపమున వేడిగా (85° C) ఉన్న క్రొవ్యులలోగాని, లేదా నూనెలలోగాని పువ్వురేకులను, ముంచి ఉంచుదురు. వేడికి పువ్వులలో ఉండు జీవకణములు వ్రచ్చి క్రొవ్యులో పరిమళతైలము లీనమగును. గులాబి వంటి పువ్వులసారమును ఈ పద్ధతినికూడ తీయుదురు; మల్లిపువ్వులకు ఈ పద్ధతి పనికిరాదు.

అతిసులభముగా ఆవిరిగా మారగలద్రవములను ఉపయోగించి నేడు అన్నిరకముల పువ్వులు, ఆకుల నుండి సారములను తీయుచున్నారు. గాలి చొరకుండ ఒకదానిపై ఇంకొకటి అమర్చిన ద్రమ్ములలో ముడిద్రవ్యము ఉంచి, అతిపరిశుద్ధమైన పెట్రోలియమ్ ఈతర్ను (క్వథనాంకము 80°C) ఆ ద్రమ్ములలోనున్న ముడిద్రవ్యము గుండా మీదినుండి క్రిందికి జారనిత్తురు. అన్నిటికి క్రింద ఉన్న ద్రమ్మునుండి బయటికి వచ్చినసారముతో శూన్యప్రేషములో ఒక యంత్రముచే స్వేదనక్రియ జరిపించినచో పరిమళతైలము స్వేదనపాత్రలో మిగిలి, కొలిని సారమును తీయుటకు ఉపయోగించిన ద్రవము సంగ్రహణ పాత్రలో చేరుకొనును. దీనిని మరల సారమును తీయుటకు వాడుదురు. ఒక స్వేదనపాత్రలో మిగిలిన పరిమళద్రవ్యము నందు (దీనికి 'కాంక్రీట్' లేదా కేవల పుష్పసారము అని పేరు). పరిమళ తైలముతోపాటు పువ్వులలోను, ఆకులలోను ఉండు మైనములుకూడ ఈసారములో చేరి ఉండును. ఈ ద్రవ్యమును తరువాత గాఢమైన శుద్ధమైన ఆల్కహాల్ లోఉంచి యంత్రములచే 24 గంటలవరకు కుదుపుదురు. ఆల్కహాల్ లో పరిమళ తైలము లీనమై అద్రావ్యమైన మైనము మిగిలి ఉండును. మైనమునుండి ద్రావణమును వడపోతవలన వేరుచేసి, మరల ఈ ఆల్క

హాల్ ద్రావణమును శూన్యప్రేషమునందు స్వేదింతురు. ఈ ప్రక్రియలో ఆల్కహాల్ పైకిపోయి శుద్ధమైన పరిమళ తైలము మిగిలి ఉండును. కేవలముగా శుద్ధముగ నుండు ఈ పరిమళతైలము చాల ఖరీదుగలదిగా ఉండును.

పరిమళద్రవ్యముల ప్రస్తావనలో జంతుజములగుద్రవ్యముల విషయముకూడ కొంచెము పేర్కొనవలసి ఉండును. జంతుజపరిమళ ద్రవ్యములలో కస్తూరి, ఆంబర్ గ్రేస్ ముఖ్యములైనవి. వీటిని విడిగాగాక తక్కిన పరిమళ ద్రవ్యములకు వైలక్షణ్యమును, విస్తృతిని చేకూర్చుటకై ఉపయోగింతురు. వీటిలో కస్తూరి, మొగకస్తూరి మృగము యొక్క లింగాగ్రచర్మమునందు ఉండు గ్రంథులలో ఉండును. ప్రశస్తమైన కస్తూరి ఇండియాకు టిబెట్టునుండి దిగుమతి అగుచున్నది.

రెండవదిలగు ఆంబర్ స్పెర్మితిమింగలము యొక్క ప్రేగులలో అజీర్ణరోగఫలితముగా ఏర్పడు రాయివంటి ద్రవ్యము. దీనిని తిమింగలపుకడుపును కోసి తీయుదురు. ఒకప్పుడు తిమింగలముకడుపునుండి ఈ ద్రవ్యము పైకి వచ్చి సముద్రమునుండి ఒడ్డునకు కొట్టుకొనివచ్చును. అది ఎవరికిదొరికిన వానిని అదృష్టదేవత వరించును. ఒక మారు అట్లు లభ్యమైన ఆంబర్ ముద్ద 248 పౌనులు బరువు గలది. దీనిఖరీదు సుమారు 2 లక్షలరూపాయలని అంచనా వేయబడినది. తరువాత చెప్పవలసిన జంతుజపరిమళ ద్రవ్యములు పునుగు, జవ్వాదియును. ఈ రెండును పిల్లిజాతికి చెందిన అటవీమృగములనుండి లభ్యమగును.

కృత్రిమ పరిమళద్రవ్యములు: ఇవి వాస్తవముగా పండ్లనుండి గ్రహించబడినసారములు కావు. ఇవి ముఖ్యముగా ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్ల యొక్క ఎస్టర్లు (చూ. ఎస్టర్లు - పు. 232) వీటిని చక్కెరకేళీలు అనబడు మిఠాయిబిళ్లలను చేయుటకు వాడుదురు. ఇవి కృత్రిమముగా తయారుచేయబడినవి.

తైమాల్: ఇది వాములోఉన్న పరిమళ ద్రవ్యము. రాసాయనికముగా ఇది ఒక డైహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్ (చూ. పు. 190). దీనికి సూక్ష్మక్రిమిఘ్నగుణము ఉండుటచే టూత్ పేస్టులలోను, మౌత్ వాష్ లలోను వాడుదురు.

మెన్తాల్: ఇది పిప్పరిమెంటు (పుదీనా) మొక్కనుండి తీయబడినసారము. అమృతాంజనము మొదలగు నొప్పల మందులలోను, జీర్ణకారిమందులలోను వాడుదురు.

కర్పూరము: ఇది ఇండియాయందు మిక్కిలి ప్రఖ్యాతి గాంచిన పరిమళద్రవ్యము. ఇది కర్పూరపుచెట్టు యొక్క ఆకులనుండి, కర్రలనుండి, బాష్పస్వేదనచేత తయారగు



చున్నది. దీనికే 'జపాన్ కర్పూర'మని పేరు. ఫార్మోసా ద్వీపములో దీని సాగు మెండుగా ఉన్నది.

పచ్చకర్పూరము : పై దానిని ఆక్సిహరించిన ఇది లభ్యమగును. దానికన్న ఇది ఎక్కువవిలువ గలిగినది.

టర్పెంటీన్ తైలము : ఇది పైన్ వృక్షముల బంకను స్వేదించుటవలన లభ్యమగు పరిమళ తైలము, మెన్టీన్లు, లేదా పాలిమీతేన్ల జాతికి చెందిన మిశ్రము. దీనికి కర్పూర తైలము అని వాడుకపేరు కలదు.

నీలగిరి తైలము (యూకలిప్టస్ తైలము) : యూకలిప్టస్ చెట్టుయొక్క ఆకులను జలబాష్పముతో స్వేదించుటచే తయారగును. యూకలిప్టాల్ అను ఆల్కహాల్ ఇందలి ప్రధానపరిమళద్రవ్యము. వి. వి. కె. శాస్త్రి.

పరిమాణవిధానము : భౌతిక శాస్త్రము ముఖ్యముగా పరిమాణాత్మకమైన శాస్త్రము. ఈ భౌతిక శాస్త్రమందలి వివిధరాశులను గురించి సంపూర్తిగా తెలిసికొనుటకు సరియైన కొలతలు అవసరము. సరియైన పరిమాణాత్మక జ్ఞానము సరియైన కొలతల వలననే లభించును.

ఒక భౌతిక రాశిని కొలుచుటకు ఒక ప్రమాణము అవసరము. భౌతిక రాశులలో పొడవు, బరువు, కాలము ముఖ్యమైనవి. ఈ రాశులను కొలుచుటకు ఉపయోగించు ప్రమాణములను మూలప్రమాణములు అందురు. ఇవిగాక; చాలమంది శాస్త్రజ్ఞులు పారవిద్యుత్ కస్థిరాంకము 'K', పారచుంబకతస్థిరాంకము 'M' అను విద్యుత్ ప్రమాణము, అయస్కాంత ప్రమాణమును రెంటినికూడ పై మూడింటితో కలిపి మొత్తము మూలప్రమాణముల సంఖ్య అయిదుగా నిర్ణయించిరి.

ప్రపంచమందంతట వాడుకలో ఉన్న మానవిధానములు రెండు : ఒకటి బ్రిటిష్ విధానము, రెండవది మెట్రిక్ (ఫ్రెంచ్) విధానము. మొదటిదానిలో అడుగు (పొడవునకు), పౌను (బరువునకు), సెకను (కాలమునకు) ప్రమాణ యూనిట్లు. రెండవదానిలో సెంటీమీటరు (పొడవునకు), గ్రాము (బరువునకు); సెకను (కాలమునకు) ప్రమాణ యూనిట్లు. ఈ రెంటిలోను బ్రిటిష్ విధానము చాలపురాతనమైనప్పటికి మెట్రిక్ విధానము దాని దశాంశసంబంధము వలన ఆచరణకు బ్రిటిష్ విధానముకంటే చాల సదుపాయమైనది (చూ. మెట్రిక్ పద్ధతి).

పొడవు, ద్రవ్యరాశి, కాలము అను ఈ మూడు రాశుల ప్రమాణములను నిర్ణయించిన తరువాత తక్కిన రాశుల ప్రమాణములను మూలప్రమాణముల వలనగాని, వాటి పలు రకముల కలయికలవలనగాని ఏర్పరచవచ్చును. ఇట్లు ఏర్పడిన ప్రమాణములను ఉత్పన్న ప్రమాణములు అందురు.

ఉదాహరణ - మెట్రిక్ పద్ధతియందు వైశాల్యమునకు ప్రమాణము చదరపు సెంటీమీటరు. ఘనప్రమాణమునకు ఘన సెంటీమీటరు. వేగమునకు ప్రమాణము సెకను కొక సెంటీమీటరు.

3 సెంటీమీటరులు పొడవు, 2 సెంటీమీటరులు వెడల్పు గల దీర్ఘచతురస్రపు వైశాల్యము 3 సెం. X 2 సెం. = 6 సెం.<sup>2</sup> లేదా 6 చదరపు సెంటీమీటరులు. ఇట్లే 4 సెంటీమీటరులు పొడవు, 3 సెంటీమీటరులు వెడల్పు, 2 సెంటీమీటరులు ఎత్తుగల దీర్ఘ ఘనచతురస్రపు ఘనపరిమాణము (ఆయతనము) 4 సెం. X 3 సెం. X 2 సెం. = 24 సెం.<sup>3</sup> లేదా 24 ఘన సెంటీమీటరులు. కనుక, వైశాల్యములో పొడవు ప్రమాణము 2 వ ఘాతముతోను, ఘనపరిమాణములో 3 వ ఘాతముతోను కనబడుచున్నది. పొడవు ప్రమాణము L చేత సూచించినచో వైశాల్యము L<sup>2</sup> గాను, ఘనపరిమాణము L<sup>3</sup> గాను తెలుపవచ్చును. L<sup>2</sup> లోని 2, L<sup>3</sup> లోని 3 ఘాతములు క్రమముగా వైశాల్య, ఆయతన పరిమాణములు.

ఈ విధముగనే ద్రవ్యరాశి ప్రమాణమును M చేతను, కాలము ప్రమాణము T చేతను సూచించినచో వేగమునకు పరిమాణసూత్రము L/T, త్వరణకు L/T<sup>2</sup>, సాంద్రతకు M/L<sup>3</sup>, బలమునకు ML/T<sup>2</sup> అగును. దీనినిబట్టి ఉత్పన్న ప్రమాణముల పరిమాణసూత్రములను ఏ ప్రత్యేక విధానముమీద ఆధారపడ నక్కరలేకుండా తెలుపవచ్చును.

సంఖ్యలు, నిష్పత్తులు, కోణములు, స్థిరరాశులు; ఇవి పరిమాణములేనివి. పరిమాణసూత్రములవలన ఏ భౌతిక రాశినిగాని పైని సూచించిన రీతిని సులభముగ అర్థమగునట్లు వ్రాయవచ్చును.

ఒక భౌతిక రాశిని వ్యక్తీకరించు సమాసము, కొన్ని రాశుల మధ్యగల పరస్పరసంబంధమును తెలుపు ఒక సమీకరణము సరియైనది అగునా, కాదా అని తెలుసుకొనుటకు ఈ పరిమాణసూత్రము భౌతిక సిద్ధాంతమందు చాల ఉపయోగము. సమీకరణమునకు రెండు వైపుల ఉండు భౌతిక రాశుల పరిమాణములు ఒక్కరకము మూలప్రమాణమునకు చెందినవిగాను, ఒకే ఘాతము కలవిగాను ఉండినచో ఆ రాశులను తెలుపు సమీకరణము సరియైనదని చెప్పవచ్చును. పై విషయము క్రింది ఉదాహరణవలన స్పష్టమగును.

ఒక కణము 'u' వేగముతో ప్రారంభించి 'a' త్వరణముతో చలించుచున్నప్పుడు 't' సెకనుల కాలములో చలించుదూరము 'S' ను క్రింది సమీకరణము తెలియజేయును :

$$S = L = ut + \frac{1}{2}at^2 \dots \dots \dots (1)$$



పరివర్తనము

ఈ సమీకరణములో కుడివైపు మొదటిపదము  $u$ ,  $t$  లబ్ధము:

$$\text{పరిమాణసూత్రప్రకారము } u = \frac{L}{t}$$

$$u \times t = \frac{L}{t} \times t = L$$

అట్లే రెండవపదము  $\frac{1}{2}at^2$  లో

$$a = \frac{L}{t^2} \times t^2 \left( \text{త్వరణ (a)} = \frac{L}{t^2} \right)$$

కాబట్టి, కుడివైపురాశియొక్క పరిమాణసూత్రము -

$$\frac{L}{t} \times t + \frac{1}{2} \frac{L}{t^2} \times t^2 = L + L \dots \dots \dots (2)$$

పైనిచెప్పినట్లు  $\frac{1}{2}$  కు పరిమాణము లేదు; దీనినిబట్టి సమీకరణము రెండువైపుల ఉండు మూలప్రమాణముల ఘాతములు ( $L^1$ ) సమానము. కనుక, సమీకరణము (1) సరియైనది. లోలకప్రకంపనకాలము ( $t$ ) కు దానిపొడవు ( $L$ ) కు గల సంబంధమును  $t = 2\pi \sqrt{L/g}$  సమీకరణము సూచించును.  $t$  ప. సూ.  $T$ ;  $L$  ప. సూ.  $L$ ;  $g$  గురుత్వజన్యత్వరణ ప. సూ.  $L/T^2$ ;  $2\pi$  స్థిరరాశి, పరిమాణరహితమైనది. కాబట్టి,  $T = \sqrt{\frac{L}{L/T^2}} = \sqrt{T^2} = T$  దీనినిబట్టి సమీకరణము సరియైనదని స్పష్టమైనది.

భౌతికరాశులయొక్క పరస్పరసంబంధము నిరూపించు ఏ సమీకరణమునైనను పరిమాణసూత్రములసహాయమున ఉత్పాదించవచ్చును. ఉదా:  $n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{f}{m}}$  సమీకరణము బిగువైన తంత్రిని మీటినప్పుడు ఆ తీగప్రకంపనపానఃపున్యము 'n' ప్రకంపించుతంత్రిపొడవు 'l' మీదను, దానిబిగువు 'f' మీదను, ద్రవ్యసాంద్రత 'm' మీదను ఆధారపడిఉన్న వని ప్రయోగఫలితములు సూచించుచున్నవి. వీటిన్నిటిసంబంధమును తెలుపు పానఃపున్యపు సమాసము సమీకరణరూపమున సంపాదించుటకు పరిమాణసూత్రము క్రిందివిధముగా తోడ్పడును.  $l \times f \times m^2 = n$  అను కొందము, సమీకరణమునకు ఎడమ వైపుపానఃపున్యమునకు

ప. సూ.  $\frac{1}{T}$ ; కుడివైపున పొడవు (ప. సూ.)  $L$ ; బిగువు

(ప. సూ.)  $\frac{ML}{T^2}$ ; ద్రవ్యసాంద్రత (ప. సూ.)  $\frac{M}{L^3}$ ; అందువలన

పై సమీకరణమును పరిమాణసూత్రములసహాయమున

$$\frac{1}{T} = L^x \left( \frac{ML}{T^2} \right)^y \left( \frac{M}{L^3} \right)^z \text{ అని వ్రాయవచ్చును.}$$

పై పరిమాణసమీకరణములలో,

$$\frac{1}{T} = L^{x+y+z} M^{y+z} T^{-2y} \text{ లేదా } T^{-1} = L^{x+y+z} M^{y+z} T^{-2y}$$

సమీకరణమునకు ఇరువైపుల ఉండు సజాతిమూల ప్రమాణముల ఘాతములను సరిపోల్చిచూచిన:

$$-2Y = -1; X + Y - Z = 0; Y + Z = 0;$$

$$\therefore X = -1; Y = \frac{1}{2}; Z = -\frac{1}{2}; \text{ కాబట్టి } n = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{f}{m}}$$

ఈ సమీకరణమునందు స్థిరరాశి అయిన ఒకలబ్ధ మూలముకూడ ఉండవచ్చును. దానిని R అనబడు అచల రాశిద్వారా నిర్దేశింపవచ్చును. అప్పుడు ఈ సమీకరణము  $n = R \frac{1}{l} \sqrt{\frac{f}{m}}$  అగును. R విలువ  $\frac{1}{2}$  అని కనుకొనుటకు పరిమాణసూత్రములు ఉపయోగించవు. ప్రయోగసహాయము దానికి ఆవశ్యకము.

భౌతికరాశుల పరిమాణము భౌతికరాశులను కొలుచు ఏ ప్రత్యేకవిధానముపై ఆధారపడిఉండదని చెప్పబడినది. పరిమాణసూత్రముల ఈ లక్షణము భౌతికరాశులను ఒక విధానమునుంచి మరియొకవిధానమునకు సులభముగా మార్చుటకు ఉపయోగించును. ఉదా: బ్రిటిష్ పద్ధతిలో బలమునకు ప్రమాణము ఒకపౌండర్. మెట్రిక్ పద్ధతిలో ఒక కైన్. 100 పౌండర్లు ఎన్ని కైన్లకు సమానమగునో సులభముగా క్రింది విధమున తెలిసికొనవచ్చును.

ప. సూ.  $\frac{ML}{T^2}$ . 100 పౌండర్లు X కైన్లకు సమానము అనుకొనిన,  $100 (MLT^{-2}) = X (M_1 L_1 T_1^{-2})$  ఎడమవైపున MLT లు బ్రిటిష్ పద్ధతిలోను, కుడివైపున  $M_1 L_1 T_1$  లు మెట్రిక్ పద్ధతిలోను తెలుపబడినవి.

$$X = 100 \times \left( \frac{MLT^{-2}}{M_1 L_1 T_1^{-2}} \right)$$

1 పౌను = 453.6 గ్రాములు. 1 అడుగు = 30.48 సెంటీ మీటరులు. రెండు విధానములలోను కాలప్రమాణము నెకను కనుక, ఈ సమాసములో M బదులు 453.6 గ్రాములు, L బదులు 30.48 సెంటీమీటరులు ఉంచి సూక్ష్మీకరించినచో X విలువ తెలియగలదు.

$$100 \times \left( \frac{453.6}{1} \times \frac{30.48}{1} \right) = 1.382 \times 10^6 \text{ కైన్లు.}$$

$$X = 1.382 \times 10^6 \text{ కైన్లు.}$$

ఎమ్. గౌ. శ.

పరివర్తనము: చూ. రేడియోధార్మికత.

పాదరసము: ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. సంకేతము Hg; పరమాణ్యంకము 80; పరమాణుభారము



200-81; విశిష్టగురుత్వము 13.595; దీనిని ఇంగ్లీషులో 'మర్క్యురీ' అందురు.

వ్యాప్తి: కొద్దిపాదరసము మూలద్రవ్యరూపమునను, వెండితో కలిసి ధాతుమిశ్ర రూపమునను ప్రకృతిలో దొరకును. దీని సల్ఫైడ్ యాగికము ఇంగిలీకము ('సిన్నబార్') ధాతుసాధనకు ముఖ్యమైన ఖనిజము. ఇది ఒకప్పుడు నల్లగాను, ఒకప్పుడు ఎర్రగాను దొరకును. దీని వ్యవహారనామము రససింధూరము. ఇది స్పెయిన్, ఇటలీ, యునైటెడ్ స్టేట్స్, చీనా, జపాన్ దేశములందు లభ్యమగును.

ధాతుసాధన: సిన్నబార్ ను ముక్కలుచేసి, నిలువుగా ఉన్న కొలిమిలో ఉంచి, గాలిని ప్రవేశపెట్టుచు కాల్చుదురు. ఇటుల కాల్చుటలో ఖనిజములో ఉన్న గంధకము (సల్ఫర్) సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ గా ఆక్సికరించబడి బయటికిపోవును. పాదరసబాష్పమును విశాలమైన మట్టిపాత్రలలో ద్రవీకరింతురు.

ఇట్లు లభ్యమైన పాదరసమునందు జింకు, సీసము, బిస్మత్తు, అనునవి అపరిశుద్ధద్రవ్యములుగా ఉండును. దానిని మొదట మెత్తని కొండజింకతోలుతో వడియగట్టి అనేక పర్యాయములు సజలనైట్రిక్ ఆసిడ్ లోనికి ధారగా పంపి అపరిశుద్ధద్రవ్యములను వేరుచేయుదురు. తదుపరి తడి ఒత్తి నిర్వాతప్రదేశములో స్వేదనముచేసి అతిస్వచ్ఛమైన పాదరసమును తయారుచేయుదురు.

ధర్మములు: ఇది వెండివలె తళతళలాడుచు ద్రవ రూపమున ఉండు ధాతువు. ఇది  $-39^{\circ}\text{C}$  తాపక్రమము యందు గడ్డకట్టుటయు,  $357.3^{\circ}\text{C}$  తాపక్రమముయందు మరుగుటయు జరుగును. ఇది నీటికంటె 13.5 రెట్లు బరువైనది. ఇంతకంటె బరువైనద్రవమును కానము. దీనికి మామూలుగ గాలిలో కగ్గునట్టిస్వభావము లేదు. సలసలమరుగు పాదరసము ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి ఎర్రటి మర్క్యురిక్ ఆక్సైడ్ ను ఇచ్చును. నీరు, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ దీనిపై ఏ మార్పును కలిగించలేవు. వేడి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో మర్క్యురిక్ సల్ఫేట్, నైట్రిక్ ఆసిడ్ తో మర్క్యురిక్ నైట్రేట్ అను లవణములు ఏర్పడును. కాని పాదరసముతో చల్లటిజలయుత నైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్క చర్యవలన మర్క్యురస్ నైట్రేట్ లభ్యమగును. పాదరసము హేలోజన్ లతోను, గంధకముతోను సూటిగ సంయోగము చెందుటవలన హేలైడ్ లును, సల్ఫైడ్ ను కలుగును. ఇనుము, ప్లాటినమ్ ధాతువుల మినహా తక్కిన ధాతువులతో ఇది సమ్మిశ్రితమై రసమిశ్రము (అమల్గమ్) లను ఇచ్చును.

ఉపయోగములు: శాస్త్రీయసాధనములైన భారమితి, తాపక్రమమాపకము మొదలయిన వానిని నిర్మాణమునకు, స్వచ్ఛవాయు సంగ్రహణమందును, విద్యుత్తు పరిశ్రమ లందును పాదరసము అత్యంత ఉపయుక్తమైనది. కాస్టిక్ సోడా, క్లోరీన్ తయారుచేయుటకు ఉపయోగించెడి కొన్ని రకముల విద్యుత్ ఘటములందుకూడ పాదరసము విరివిగా వాడబడుచున్నది. అంతేగాక వెండిని బంగారమును వాని ఖనిజములనుండి తయారుచేయుటకు వాడబడు రసమిశ్ర విధానమునందుకూడ ఇది ముఖ్యద్రవ్యమే.

మర్క్యురిక్ ఆక్సైడ్ ( $\text{HgO}$ ): ఎరుపు, పసుపు రంగులుగల రెండు మర్క్యురిక్ ఆక్సైడ్ రూపములు కలవు. అవి రెండును ఘనద్రవ్యములే. వీటి రంగులలోని వ్యత్యాసము వాటిసూక్ష్మవిభక్తితీయందు గల వ్యత్యాసమువలన కలిగినది.

మర్క్యురస్ క్లోరైడ్: దీనినే రసకర్పూరము లేదా కేలోమెల్ ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ) అందురు. భాండవ కర్పూరము అనబడు మర్క్యురిక్ క్లోరైడ్ ను రసముతో కలిపి ఆమిశ్రమును వేడిచేసి ఉత్పతనమొనర్చిన రసకర్పూరము తయారగును. ఉత్పతితద్రవ్యమునంటి ఉండు భాండవ కర్పూరము విషమగుటచే నీటితో అనేకపర్యాయములు దానిని కడిగి వడపోసి శుద్ధపరతురు. రసకర్పూరము తెల్లటి రుచి లేనట్టి పొడి. నీటిలోగాని, జలయుత ఆమ్లములందుగాని కరుగదు. వేడిచేసినపుడు ఏమార్పు నందక ఉత్పతితమగును; అమోనియా చేర్చిన నల్లబడును. ద్రవరాజము అనబడు ద్రావకమిశ్రమమందు కరుగును. వైద్యమందు విరేచన కారిగా మోతాదుప్రకారము వాడుదురు.

మర్క్యురిక్ క్లోరైడ్: దీనిని భాండవకర్పూరము అందురు; ( $\text{HgCl}_2$ ). మర్క్యురిక్ సల్ఫేట్, ఉప్పు, మాంగనీస్ డై ఆక్సైడ్ కలిపి బాగుగా వేడిచేసినపుడు భాండవ కర్పూరము ఏర్పడును. దానిని నీటినుండి స్ఫటికీకరించి స్వచ్ఛపరుతురు. అది తెల్లటి స్ఫటికాకారద్రవ్యము. నీరు, ఈతర్, ఆల్కహాల్ లో ద్రావణమగును; అత్యంతవిషాక్తమైనది. దీని ద్రావణమును అమోనియాతో కలిపినపుడు తెల్లటి అవక్షేపము లభించును. దీనిద్రావణమునకు స్టానస్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును కలిపినచో ఇది ఆక్సిహృతమై మర్క్యురస్ క్లోరైడ్ గాని, మర్క్యురీ (పాదరసము) గాని లభించును. ఇది చర్మరోధనకును, క్రిమిహరపదార్థముగ వైద్యమునందును ఉపయోగపడుచున్నది.

మర్క్యురిక్ సల్ఫైడ్ ( $\text{HgS}$ ): దీనిని సింధూరము, సిన్నబార్ అందురు. ఖనిజరూపమున సృష్టిలో దొరకుచున్నది. గంధకమును పాదరసముతో మర్మించినపుడుకూడ ఇది ఏర్ప



పారఫిన్లు

దును. గంధకముతోపాటు కొంచెము పొటాషియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణమునుకూడ వాడుదురు. మరికొంత ద్రావణముతో కలిపి  $45^{\circ}\text{C}$  వరకు వేడిచేసిన నల్లటిరంగు పోయి ఎరుపు రంగు ద్రవ్యము ఏర్పడును. దానిని నీటితో జాగుగాకడిగి ఎండ బెట్టినపుడు మంచి ఎర్రని స్పటిక ద్రవ్యము లభించును. అది నీటిలోగాని, ఆమ్లములందుగాని ద్రావణము కాదు. ద్రవరాజమునందు కరుగును. ఆయుర్వేద వైద్యము నందు మకరధ్వజమనియు, రససింధూరమనియు, ఇంగిలీక మనియు ప్రఖ్యాతినందినది ఈ ద్రవ్యమే. పూతరంగులు తయారుచేయుటకు కూడ దీనిని ఉపయోగింతురు.

**రసమిశ్రములు :** అనేక ధాతువులు పాదరసమునందు కరగినపుడు ద్రవఘనరూపమిశ్రములు ఏర్పడును. సోడియమ్, అమోనియమ్, స్ట్రోన్షియమ్, బేరియమ్, కాపర్, సిల్వర్, బంగారము, టిన్ ధాతువులతో రసమిశ్రములు ఏర్పడును. ఆక్సిహరణమునకు సోడియమ్ రసమిశ్రమును, అద్దములకు కళాయిపూతగా తగర మిశ్రమును ఉపయోగించెడివారు.

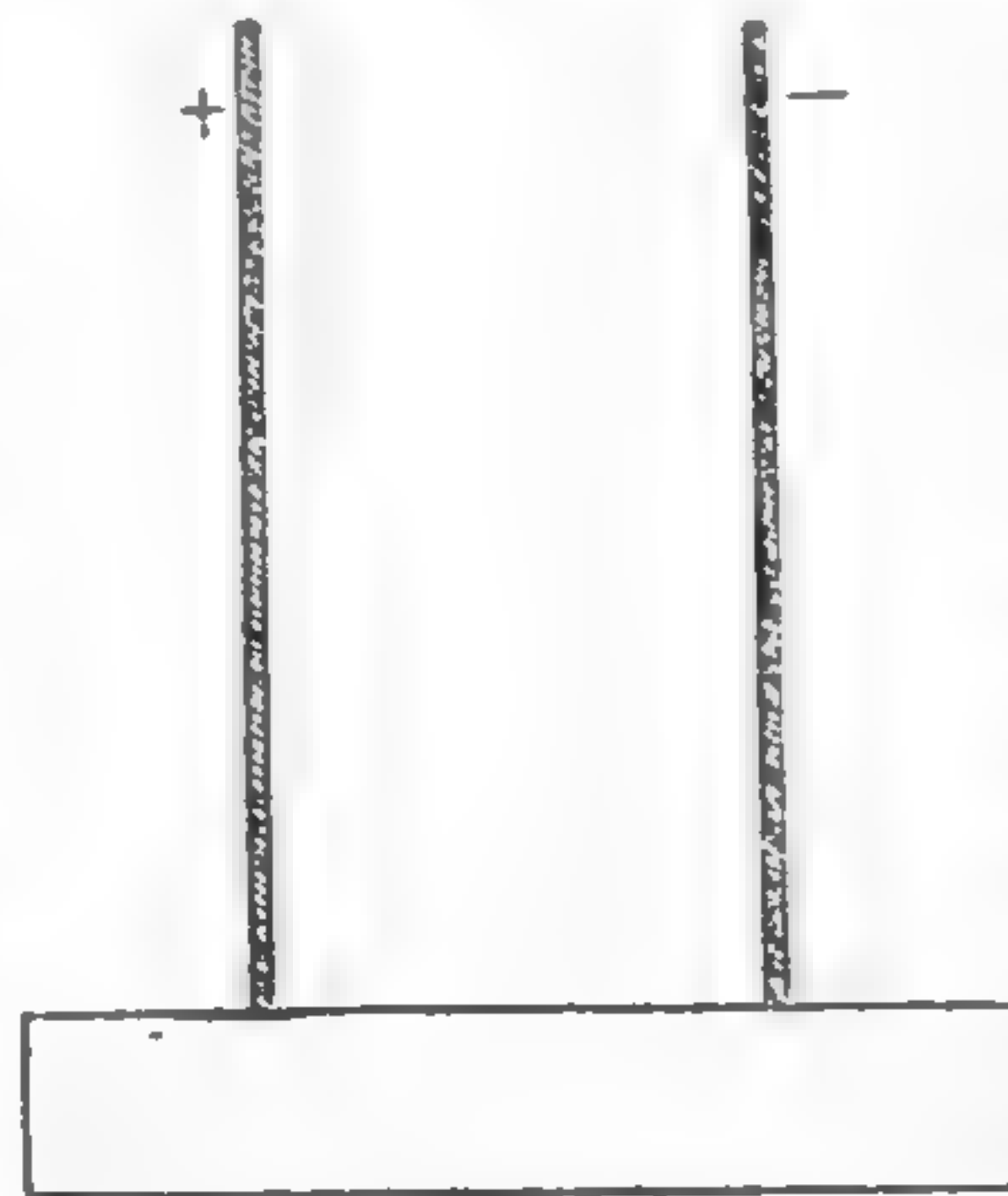
**మర్క్యురిక్ తయోసైనేట్ :** దీనిని సాంకేతిక స్వరూపము  $[\text{Hg}(\text{CNS})_2]$  మర్క్యురిక్ నైట్రేట్ ద్రావణమును పొటాషియమ్ తయోసైనేట్ ద్రావణముతో కలిపిన మర్క్యురిక్ తయోసైనేట్ అను తెల్లని అవక్షేపముగా లభించును. దానిని చిన్నచిన్న కణికలుగా చేసి వెలిగించినపుడు ఏర్పడు బూడిద మెలికలుగల పామును పోలి ఉండును. అందుచే దీనిని దీపావళినాడు 'పాముమందు' గా వాడుదురు. పాముమందు మండిన తరువాత మిగిలెడు బూడిద విషాక్తమైనందున, దానిని వాడెడివారు పిల్లలు నోటవేసికొనకుండ జాగరూకత వహించవలెను; చూ. జింకువర్గము - పు. 344. కె. ఎస్.

**పారఫిన్లు :** చూ. హైడ్రోకార్బన్లు.

**పారవిద్యుత్తికములు (డైఎలక్ట్రిక్స్) :** విద్యుదావేశముల ఆకర్షణనుగాని, అపకర్షణనుగాని, తనగుండ జరుగనిచ్చు ద్రవ్యమునకు 'పారవిద్యుత్తికము' అనిపేరు. గాజు అట్టి పారవిద్యుత్తికము. పలన, ఒకగాజుపలకకు ఇటునటు ఉన్న విరుద్ధవిద్యుదావేశములు గాజుద్వారా పరస్పరము ఆకర్షించుకొనగలవు. అటులనే, వాటియందు ఉంచబడిన విద్యుదావేశముల పరస్పరఆకర్షణకార్యమునకు నూనె లేదా, నైట్రోజన్ ప్రతిబంధకములు గావు. అట్టి విద్యుత్ నిరోధక ద్రవ్యములే పారవిద్యుత్తికములు. అట్టి ద్రవ్యములలో విద్యుత్ షేత్రము విద్యుత్ ప్రవాహమును నెలకొల్పలేకపోయినను, ఇతరమైన మార్పులను కొన్నిటిని కలుగచేయగలదు. పారవిద్యుత్తిక ద్రవ్యములగూర్చిన పరి

శీలనలో అటువంటి మార్పులే పరిశోధన విషయములు అగును.

శూన్యమందు రెండు సమానవిరుద్ధవిద్యుదావేశములు స్థాపించగల విద్యుత్ షేత్రబలమునకు, అవే ఆవేశములు



విద్యుత్ నిరోధకద్రవ్యముపై నిలబెట్టిన రెండు ధాతురేకులు

ఏదేనిద్రవ్యయానకమందు స్థాపించగల విద్యుత్ షేత్ర బలమునకునుగల నిష్పత్తికి ఆద్రవ్యముయొక్క 'పారవిద్యుత్తిక స్థిరాంకము' అని పేరు. రెండు ధాతు రేకులను ఒకదాని కొకటి తగులకుండ విద్యుత్ నిరోధక ద్రవ్యముపై నిలబెట్టి, వానిపై విద్యుత్ ప్రేషమును ప్రయోగించి, తీసివేసినచో వాటిమీద

కొంత విద్యుదావేశము నిలిచిఉండును. వాటిమీద నిలువఉన్న విద్యుదావేశము ఆ ఏర్పాటుయొక్క విద్యుత్ ధారణ సామర్థ్యమునుబట్టి ఉండును. ఆ రేకుల ఏర్పాటును 'విద్యుత్సంఘనకము' (కండెన్సర్) అందురు. ఒక విద్యుత్సంఘనక ఫలకములమధ్య ఏ ద్రవ్యము లేక శూన్యమైనపుడు అది ఒక నియతపరిమాణముగల విద్యుద్ధారణ సామర్థ్యమును కలిగిఉండును. అదే 'క' అను పారవిద్యుత్తిక స్థిరాంకముగల ద్రవ్యముతో నిండి ఉన్నపుడు (అనగా, పై ధాతు రేకుల మధ్యప్రదేశముద్రవ్యముతోనిండి ఉన్నపుడు) దాని విద్యుత్ ధారణ సామర్థ్యము పూర్వపు విలువకు 'క' రెట్లగును. కనుక, ఒకవిద్యుత్సంఘనకము పారవిద్యుత్తికద్రవ్యముతో నిండినప్పుడును, శూన్యముగ ఉన్నపుడును దాని విద్యుద్ధారణనిష్పత్తి ఆద్రవ్యపు పారవిద్యుత్తికస్థిరాంకమునకు సమానము. ఈపద్ధతిని ఉపయోగించియే వేర్వేరుద్రవ్యముల పారవిద్యుత్తికస్థిరాంకములను నిర్ణయించవచ్చును. విద్యుద్ధారణను నిర్ణయించుటకు విద్యుత్ మాపకములు (ఎలక్ట్రోమీటరులు), గాల్వనీమాపకములు (గాల్వనీ మీటరులు), విద్యుత్సంఘనక మాపకములు అను పరికరములను ఉపయోగించుచుదురు. ప్రస్తుతము విద్యుదయస్కాంత తరంగములను ఉద్భవింపజేయు డోలకములు (ఆసిలేటర్స్) రెండింటి సహాయముతో విద్యుద్ధారణ సామర్థ్యమును చాల సునిశితముగ కొలిచి పారవిద్యుత్తిక స్థిరాంకములను నిర్ణయించుచున్నారు.

ప్రక్కపుటలోని పట్టికలో కొన్నిద్రవ్యముల పారవిద్యుత్తికస్థిరాంకములు ఉన్నవి. ఒకద్రవ్యపుపారవిద్యుత్తికస్థిరాంక



మును కనుగొనుటకు ఏదోఒక పానఃపున్యముగల విద్యుత్ షేత్రమును ఉపయోగింతురు.

పారవిద్యుత్తిక స్థిరాంక పట్టిక

|                   |   |   |            |
|-------------------|---|---|------------|
| వాయువులు          |   |   |            |
| గాలి              | — | — | 1.000586   |
| హైడ్రోజన్         | — | — | 1.000264   |
| కార్బన్ డైఆక్సైడ్ | — | — | 1.000985   |
| ద్రవములు          |   |   |            |
| బెన్జిన్          | — | — | 2.29       |
| క్లోరోఫార్మ్      | — | — | 5.0        |
| వైట్రోబెన్జిన్    | — | — | 37         |
| నీరు              | — | — | 81         |
| ఘనద్రవ్యములు      |   |   |            |
| వజ్రము            | — | — | 5.6        |
| ఉప్పు             | — | — | 5.7        |
| ఎబొనైట్           | — | — | 2.7....2.9 |
| మైకా (అశ్రకము)    | — | — | 5.7...7.0  |
| సిలికన్           | — | — | 3.6        |
| పాలిస్టిరీన్      | — | — | 2.6        |

వేరువేరు పానఃపున్యములుగల విద్యుత్ షేత్రముల సహాయముతో ఒకేద్రవ్యపు పారవిద్యుత్తికస్థిరాంకమును నిర్ణయించినపుడు కొన్ని ద్రవ్యముల విషయములో అది పానఃపున్యములో కొద్దిగ మారుచున్నట్లు తెలిసినది. ఈ మార్పు సిద్ధాంత పూర్వకముగ రుజువుచేయబడినది. ద్రవ్యపు తాపక్రమముతో కూడ పారవిద్యుత్తికస్థిరాంకము మారును. వాయువుల, ద్రవముల తాపక్రమము ఎక్కువగు చున్నకొలది పారవిద్యుత్తికస్థిరాంకము తగ్గుచుండును. ఘనద్రవ్యములలో మాత్రము చాలవరకు సాధారణముగ తాపక్రమము ఎక్కువయినచో పారవిద్యుత్తికస్థిరాంకము కూడ ఎక్కువగును.

పారవిద్యుత్తికశక్తి నష్టములు : పారవిద్యుత్తికములపై ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రేషము (ఎ. సి.) ను ప్రయోగించినపుడు కొంత విద్యుచ్ఛక్తి నష్టమగుచుండును. అది ఉష్ణతాశక్తిగ మారి ఆ ద్రవ్యమును వేడిచేయును. పారవిద్యుత్తికమందత (డైఎలక్ట్రిక్ హిస్టరీసిస్) అనునది దీనికి ముఖ్యకారణము. ఈ శక్తి నష్టము విద్యుత్ ప్రేషపు పానఃపున్యము ఎక్కువయిన కొలది ఎక్కువగును. ఇది ద్రవ్యమునుబట్టికూడ కొన్నిటికి ఎక్కువగను, కొన్నిటికి తక్కువగను ఉండును.

విద్యుద్యంత్రనిర్మాణములలోను, విద్యుత్ సరఫరాలోను ఈ పారవిద్యుత్తికములు ఎక్కువగ ఉపయోగపడును. పైవిధ మైన విద్యుచ్ఛక్తి నష్టములు ఎక్కువగఉన్నచో క్లిష్ట సమస్యలు జనించును. కనుక, ఇట్టి నష్టములను తక్కువ చేయుటకు ప్రయత్నములు జరుగుచున్నవి.

పారవిద్యుత్తికబలము : పారవిద్యుత్తికమును రెండు ధాతురేకులమధ్య పెట్టి వాటిపై విద్యుత్ ప్రేషమును ప్రయోగించినపుడు వాటిమధ్య విద్యుత్ ప్రవాహము లేక పోవుటయో, చాల తక్కువగ ఉండుటయో జరుగును. కాని, ఆద్రవ్యము ఆవిధముగ భరించగల విద్యుత్ ప్రేషము నకు ఒకహద్దు ఉన్నది. ఆహద్దు దాటి విద్యుత్ ప్రేషమును ప్రయోగించినచో ఆద్రవ్యము విద్యుత్ నిరోధకసామర్థ్యమును కోల్పోయి విద్యుత్తు ప్రవహించుటకవకాశమిచ్చును. అప్పుడు అది పారవిద్యుత్తికముగ పనిచేయలేదన్నమాట. ఒక పారవిద్యుత్తికము తీసికొనగలిగిన గరిష్ఠవిద్యుత్ ప్రేషము సెంటీమీటరుదశసరి కింత అని చెప్పినపుడు, దానిని ఆ ద్రవ్యపు 'పారవిద్యుత్తికబలము' అని అందురు. ఈ పారవిద్యుత్తికబలము ద్రవ్యపు స్వభావమునేకాక కొన్ని ఇతర పరిస్థితులను బట్టికూడ ఉండును. కొన్నిద్రవ్యముల పారవిద్యుత్తికబలముల విలువలు (స్థూల) దిగువ ఈయబడినవి :

| ద్రవ్యము       | పారవిద్యుత్తికబలము (వోల్ట్లలో) |
|----------------|--------------------------------|
| గాలి           | 43,600                         |
| పారఫిన్ నూనె   | 60,000                         |
| ఎబొనైట్        | 500,000                        |
| మైకా (అశ్రకము) | 610,000                        |

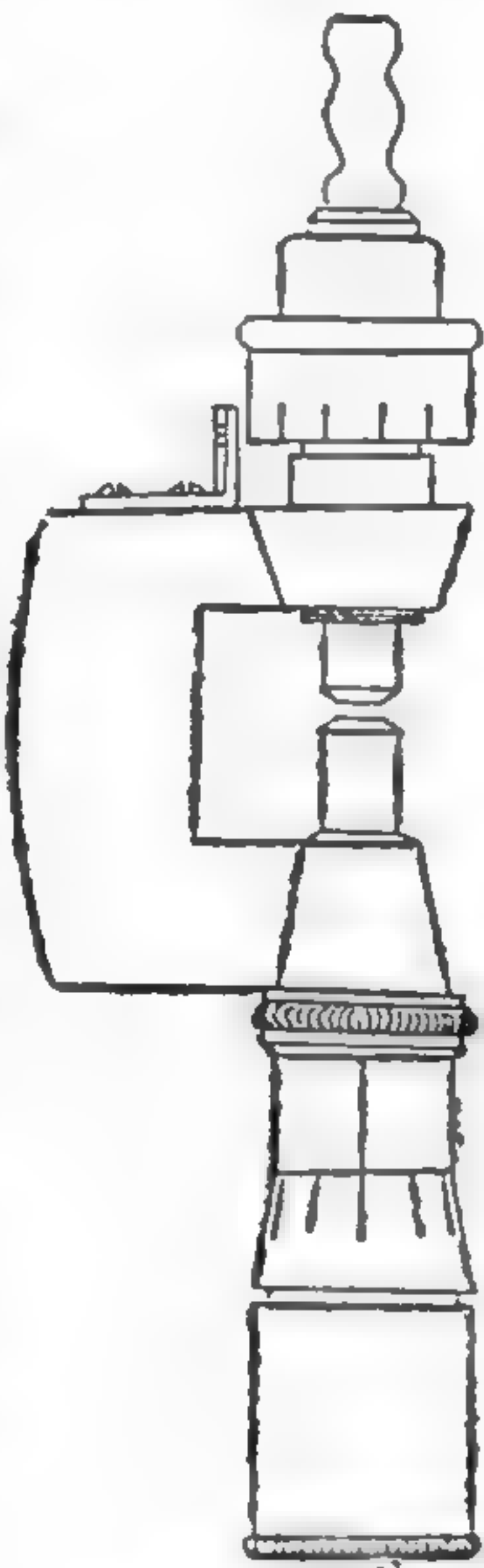
డి. వి. ఏ. ఎస్. నా.

పారస్వనికములు : వస్తుకంపనవలన ధ్వని కలుగుచున్నది. ఈకంపనవలననే ధ్వని వాయువుగుండా అలలుగా వచ్చి చెవిని సోకి దాని ఉనికిని వెల్లడిచేయుచున్నది. ఈ కంపనలు సెకనుకు 20కి తక్కువగాగాని, 20,000 కు పోచుగా గాని అయినచో అట్టిధ్వనిని మన చెవి తెలుసుకోలేదు. 20,000 కు పైగా కంపనలు కలదానిని, 'పారస్వనికము' గ పరిగణింతురు. ప్రకృతిలో జంతువులు, పక్షులు ధ్వనివలననే ఎక్కువగా ఒకదానితో ఇంకొకటి వాటి ఉద్దేశములను తెలుపుకొనును. ఈ ధ్వని అందరకును వినబడునదే. కాని, గబ్బిలములు మాత్రము పారస్వనికములవలననే ఒకదానితో ఒకటి సంప్రదించుకోవడమేగాక, వాటిపోకడలకుకూడ ఎంతో సహాయపడుచుండును. ఈ సంగతి కొద్ది సంవత్సరములక్రిందటనే తెలిసినది.

ఈ పారస్వనికములుకూడా సాధారణపుధ్వని వేగమునే కలిగి ఉండును. కాని, వాటి అలలపొడవు చాల తక్కువ. గాలిలో 1-6 సెం. మీ. మొదలుకొని  $0.6 \times 10^{-4}$  సెం. మీ. వరకు ఉండును. ఈకారణమువలన ధ్వనియొక్క వేగము కనుగొనుటకు పెద్దపరికరముల ఆవశ్యకత లేదు. సాధారణ ధ్వనికి అన్వయించు సూత్రములే వీటికిని సరిపడును. అది గాక, ఇంకా కొత్త విషయములు కనిపెట్టబడినవి.



ఉత్పత్తివిధానములు : కోనిగ్ అను జర్మనుశాస్త్రజ్ఞుడు ఈ పారస్వనికముల ఉనికిని మొదట పొట్టి ట్యూనింగ్ ఫోర్స్ వలన కనుగొనెను. కాని, వాటి తీక్షణత తక్కువ అగుటవలన వాటి ఉపయోగము అంత లేకపోయినది. తరువాత 'గాల్ట్' ఒక ఊషణ తయారుచేసెను. దానివలన దీర్ఘముగాను, తగ్గిపోకుండునట్లును, కంపనలను ఆ ఊషణలోని గాలియందు ఉద్భవింపజేయుటకు వీలుకలిగినది. ఈ కంపన సంఖ్య నూరు వేల దాక పోచుటకు అవకాశముకలదు. దీని స్వరూపము పటములో చూపబడినది.



గాల్ట్ ఊష

పైని చెప్పిన గాల్ట్ ఊషలో ఊషక్రిందిభాగమున ఉన్న వాయు స్తంభములో 20,000 పైన పానః పున్యముగల కంపనములు పుట్టును. అందుచే, ఆ ఊష ధ్వని మనచేవికి వినబడునట్టిది కాదు; అనగా, అది పారస్వనికము.

ఇట్టిపారస్వనికకంపనములను ఇంకను మరిరెండు విధానములచే ఉత్పత్తిచేయవచ్చును. ఒకఇనుపకడ్డినిగాని లేదా నికెల్ కడ్డినిగాని అయస్కాంతక్షేత్రములో ఉంచిన అయస్కాంతగుణము కడ్డికి సక్రమించి కడ్డిపొడవు కొంచెముగా మారును. అయస్కాంతక్షేత్రమును తీసివేసిన కడ్డి మునుపటిపొడవును స్వీకరించును.

అతిత్వరితముగా అయస్కాంతక్షేత్రమును స్థాపించుచు, తీసివేయుచు ఉండిన ఈ అయస్కాంతక్షేత్రయాతాయాతములకు అనుగుణముగా కడ్డిపొడవు మారుచుండును. అనగా, కడ్డి అతిత్వరితముగా కంపించును. ప్రాయోగికముగా కడ్డిని ఒకతీగచుట్టలో పెట్టి, ఆ తీగచుట్టద్వారా విశేష పానఃపున్యముగల ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహము (ఎ. సి.)ను పంపించుచో అయస్కాంతక్షేత్రముకూడ తదనుగుణముగ మారుచుండును. ఈమార్పునకు సమముగా కడ్డికూడ కంపించుచుండును. ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహ పానఃపున్యము కడ్డియొక్క సహజ కంపన పానఃపున్యమునకు సమమైనపుడు కడ్డి అవినతముగ కంపించుచు, ఇట్టి కంపన పారస్వనికములను ఉద్భవింపజేయును.

స్పటికశిలాఫలకమును బలముగా నొక్కిన ఫలకపు మందము కొద్దిగ తగ్గును. అదిగాక ఆనొక్కినతలము, దాని కెదురుగాఉన్న స్పటికతలము విరుద్ధవిద్యుదావేశ సహితము

లగును. అటునుంచి ఇటు ఈరెండుతలములను ఏకాంతరముగ విరుద్ధవిద్యుదావిప్లములుగా నొనర్చినచో ఆఫలకపు మందము తగ్గుచు, పొచ్చుచు ఉండును. ఈ ఫలకపు రెండుతలములను ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహ అగ్రములతో కలిపిన ప్రవాహపు ఆవర్తన పానఃపున్యమునకు అనుగుణముగ తలములపై విద్యుదావేశము మారుచుండును. దీని ఫలితముగ స్పటికఫలకపు మందము అతిత్వరితముగ పొచ్చుతగ్గులకు లోనగుచుండును. ఇట్లు ఆఫలకము కంపనములకు లోనగును. ఈ కంపనములకూడా ఇరవై వేలకన్న అధిక పానఃపున్యము కలిగినవగుటచే ఇవికూడ పారస్వనికములే. ఇట్లు కంపించుచున్న ఫలకముపైనే గాజు కడ్డినుంచి విడిగా ఉన్న దానికొనను మనచేతితో తాకిన చేయి చురుకును. ఈ ఫలకమును నీరు గల పాత్రలోనుంచిన ఆఫలకము పైకిన్న నీరు పైకి కెల్లును. ఈ నీటిలో చేపలు మొదలగు అల్పజీవములను ఉంచిన అవి నశించును. జె. సి. కా.

పారాకోర్ : చూ. రాసాయనిక రచన, భౌతిక ధర్మములు.

పాలింగ్, లైసన్ కార్ల్ (జననము 1901): యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడు. ఆరిగాన్ పరగణాలో పోర్ట్ లాండ్ లో జననము. యునైటెడ్ స్టేట్స్ యూనివర్సిటీ లందు చదువు సాగించినతరువాత, జర్మనీ, డెన్మార్క్, స్విట్జర్లాండ్ దేశములలో తన సామర్థ్యమునకు మెరుగు నిచ్చి కాలిఫోర్నియా ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీ (సాంకేతిక శాస్త్ర సంస్థ)లోచేరి అచ్చటనే కొనకు సంపూర్ణ ఆచార్యత్వమును స్వీకరించెను. రెండవ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున విచారక ద్రవ్యపరిశోధనయందు సలహాదారుడుగా జాతీయ రక్షణ పరిశోధన సమితికి నియమితుడాయెను. 1930 నుండి రాసాయనిక బల ధర్మముల స్వభావమునుగురించిన పరిశోధనలందు బద్ధాదరుడై, తరువాత ప్రోటీన్ ల ధర్మముల పరిశీలనారంభించెను. ఇతడు ప్రోటీన్ ల ధర్మముల ప్రథమ సవిస్తర విచారణను గావించెను. ఇతనికి నోబెల్ బహుమానము 1954లో రాసాయనిక శాస్త్రములోను, 1983లో శాంతిప్రచారము నిమిత్తమును రెండుసార్లు లభించినది. మే. ప. న.

పాలీమెటిలీన్లు : చూ. వలయయోగికములు.

పాస్కల్, బ్లెయిజ్ (1623 - 1662): ఫ్రెంచ్ గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు; తత్త్వశాస్త్రజ్ఞుడు. ఇంటివద్దనే చదువుకొని, 16 వ ఏటనే శంకుచ్ఛేదముల గురించి గణనీయమైన నూతన గ్రంథమును రచించగలిగిన ప్రతిభావంతుడు. ద్రవ గతిశాస్త్రమును స్థాపించిన వాడు ఈయన. కలనగణితమందు కూడ విశిష్టమగు పరిశోధనలను కావించెను.



ఫెర్మాట్ హోకూడి సంభవనీయతా సిద్ధాంతము (థీయరీ ఆఫ్ ప్రాబబిలిటీ)ను ప్రతిపాదించెను. భారమితిలో పాదరస స్తంభపు ఎత్తు వాతావరణ ప్రేషమునుబట్టి ఉండునని అంతకుముందు టారిసెల్లి చేసిన సూచనను ప్వాదరోమ్ కొండమీద చేసిన ప్రసిద్ధ ప్రయోగములచే (1848) సమర్థించెను. జీవితావసానమున సన్న్యాసాశ్రమమును స్వీకరించి, మతచర్యలలో విస్తారముగా పాల్గొనెను. పెన్సిస్ (ఆలోచనలు) అని ఈయన రచించిన గ్రంథము జగద్విఖ్యాతిని గాంచిన గ్రంథములలో ఒకటి. పి. భీ. రా.

పి. ఎచ్. (pH) మూల్యము : చూ. విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము II.

పిండివస్తువులు : చూ. కార్బో హైడ్రేట్ లు - పు. 282.

పెరాక్సైడ్లు : చూ. ఆక్సిజన్ - పు. 184.

పెరాజీన్, బాప్టిస్ట్ (1870 - 1942) : ఫ్రెంచ్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త. ప్యారిస్ విద్యాసంస్థలో విద్యాస్నాతకుడై ఆ సంస్థయందే భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రచార్యపదవిని స్వీకరించెను. X-కిరణములు, ఇతర వికిరణములను గురించిన ప్రామాణికపరిశోధనలు అనేకములు గావించి యశస్సును సంపాదించెను. ఐన్ స్టయిన్ చే ప్రతిపాదించబడిన బ్రౌన్యన్ చలనమును ప్రాయోగికముగా పరిశీలించి ప్రామాణిక పరిస్థితులలో ఒక గ్రాము అణుభారపు వాయు ఆయతనములో ఉండు కణసంఖ్యను (ఈ సంఖ్యకు ఆవాగాడ్రో సంఖ్య అని పేరు) అతిచతురమగు ప్రయోగములచే తెల్పించెను. ఈ నిర్వాహకమునకు ఈయనకు 1930 లో నోబెల్ బహుమతి ఈయబడినది. జి. శి. రా.

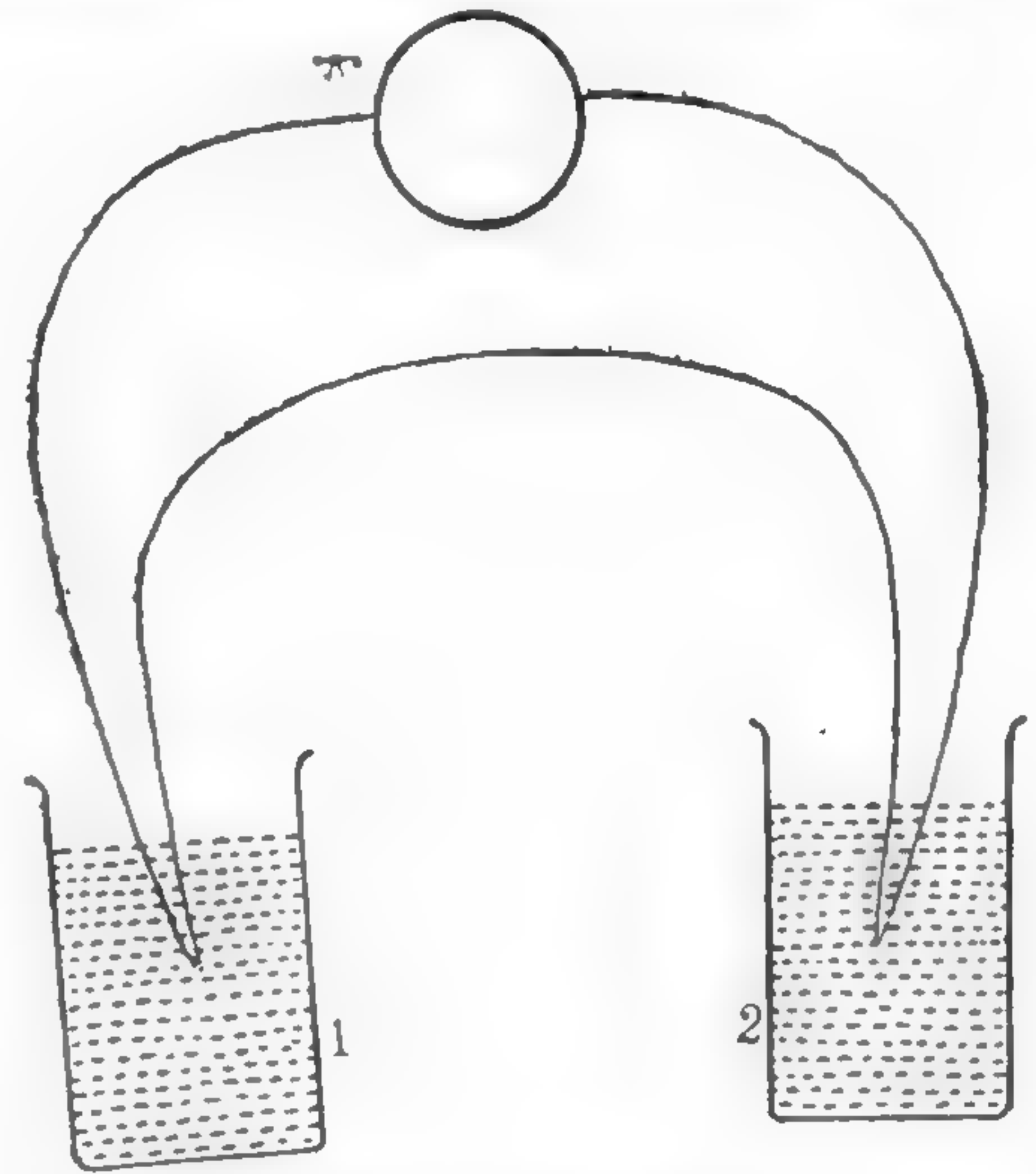
పెల్లేడియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 48; సంకేతము Pd; పరమాణుభారము 106.4; విశిష్టగురుత్వము 11.4; ద్రవాంకము 1552°C, దీనిని పూలస్టాన్ 1803 లో కనుగొనెను. పెల్లేడియమ్ ను టెలిఫోన్ పరికరములను తయారుచేయుటలో ఉపయోగింతురు. \* \* \*

పైరోమీటరులు : సాధారణముగ పాదరసపు తాపమాపకము తెలియజేయు తాపక్రమముకన్న మించిన తాపక్రమములను కొలుచు పరికరములకు 'పైరోమీటరులు' (అధికతాపక్రమ మాపకము) అనిపేరు. వాయు పైరోమీటరులు, విద్యుత్ నిరోధక పైరోమీటరులు, తెర్మోకపుల్ పైరోమీటరులు, రేడియేషన్ పైరోమీటరులు మొదలైన అనేక రకములు ఇందు ఉన్నవి. అత్యధిక తాపక్రమములను కొలుచుటకై నేడు ఎక్కువగా వాడుకలో తెర్మోకపుల్ పైరోమీటరులు, రేడియేషన్ పైరోమీటరులు

మాత్రమే ఉండుటచే వాటిని గూర్చియే ఇక్కడ వివరించడమైనది.

తెర్మోకపుల్ పైరోమీటరు : భిన్నమగు రెండు ధాతువుల (ఉదా : రాగి, ఇనుము) చివరలను కలిపి, ఒకచివరల జంటను ఒకే అల్పతాపక్రమమున ఉంచి రెండవ చివరల జంటను వేడిచేసినచో ఆధాతువుల గుండా విద్యుత్ ప్రవహించును. ఆ విద్యుత్ ప్రవాహ పరిమాణము రెండు జంటల చివరల తాపక్రమముల భేదమునుబట్టి ఉండును. ఈ ధర్మమును ఆధారముచేసికొని, తెర్మోకపుల్ పైరోమీటరులు పనిచేయుచున్నవి.

క్రింది పటములో చూపినట్లు తెర్మోకపుల్ తాపక్రమమాపకములో భిన్నమగు రెండుధాతు శలాకముల చివరల



తెర్మోకపుల్ పైరోమీటరు

ఒకజంటను స్థిరముగా కలిపి, వాటి చివరల రెండవజంటను గాల్యనీమాపకమునకు కలుపుదురు. స్థిరముగా కలిపిన చివరలజంటను తాపక్రమము కొలువవలసిన వస్తువుతో చేర్చిఉంచినపుడు ఆ తెర్మోకపుల్ లో విద్యుత్ ప్రవహించి గాల్యనీమాపకము సూచి కదలును. ఈ గాల్యనీమాపకము మిల్లివోల్టులను కొలుచునదే అయినప్పటికిని, అది తాపక్రమమును కొలుచుటకే అంతిమము చేయబడుటచే సూచి యొక్క విచలన పరిమాణమునుబట్టి నేరుగా తాపక్రమమునే కనుగొనవచ్చును.

ఒకేతెర్మోకపుల్ (తాపమిథునము) పైరోమీటరు ఎక్కువ తాపక్రమభేదముగల తాపక్రమక్షేత్రములో వినియోగించుటకు పనికిరాదు. అందుచే, సాధారణముగా 800°C వరకు రాగి-కాన్ స్టెంటన్ జంటనుగాని, లేదా నికెల్ - వెండి జంటనుగాని ఉపయోగింతురు. ఆ వైన



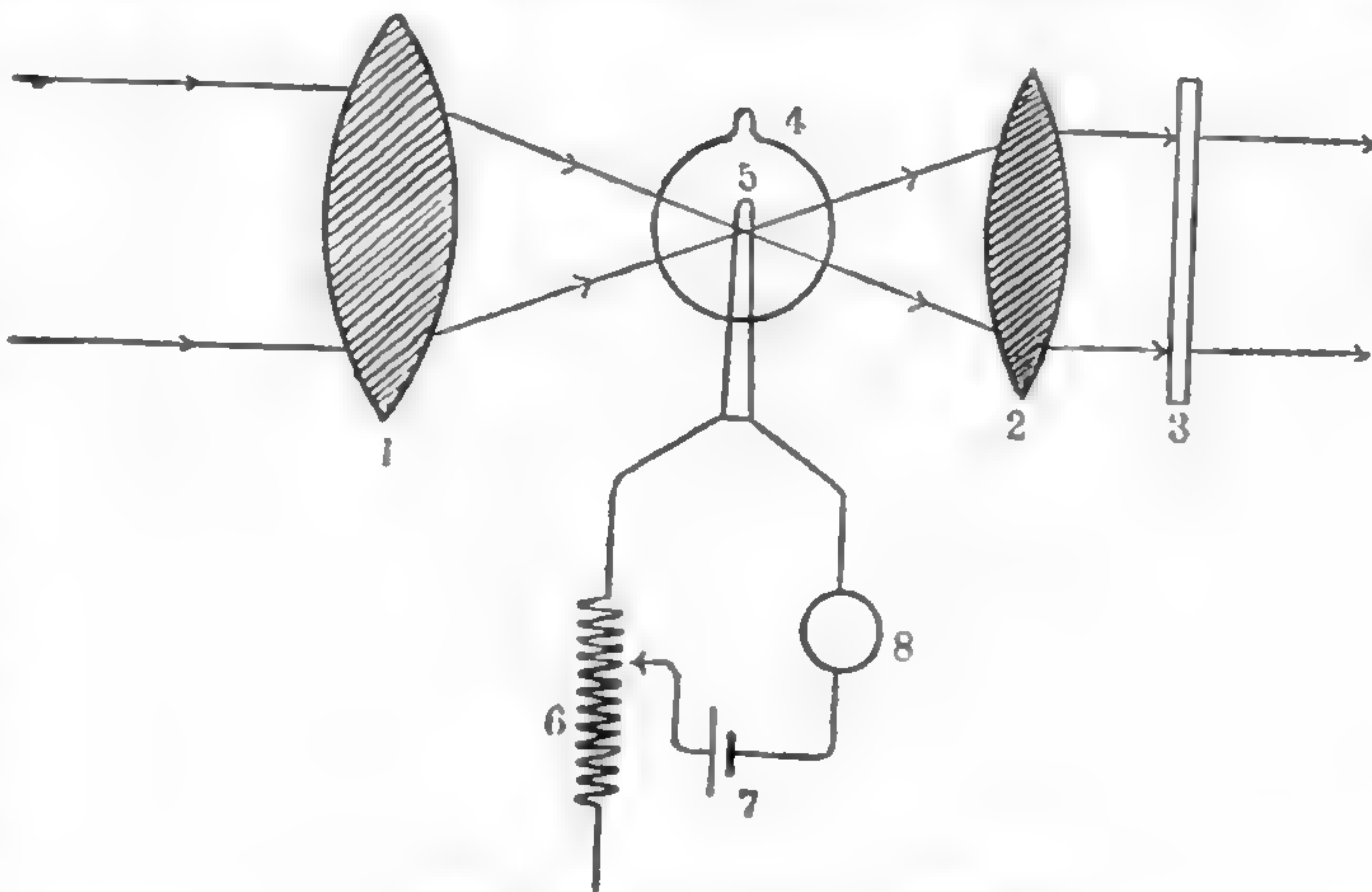
## పైరోమీటరులు

1750°C వరకు ప్లాటినమ్, ప్లాటినమ్ - రోడియమ్ ధాతు మిశ్రమమును వాడుదురు.

**రేడియేషన్ పైరోమీటరు :** వస్తువునుండి ప్రసారితమగు వికిరణములమీద ఆధారపడి పనిచేయు అధికతాపక్రమ మాపకములకును 'రేడియేషన్ పైరోమీటరు' అనిపేరు. నల్లనివస్తువునుండి ప్రసారితమగు ఉష్ణతాశక్తి దానితాపక్రమముమీదతప్ప మరి ఏ యితర అంశముమీదను ఆధారపడి ఉండదు అను సూత్రమును అనుసరించి ఈ పైరోమీటరులు నిర్మితమైనవి. సంపూర్ణ ప్రసరణపైరోమీటరులు చాడుషపైరోమీటరులు - అని వీటిలో రెండు రకములు ఉన్నవి.

ఒక వస్తువునుండి ప్రసారితమగు వికిరణముల అన్నిటిని కూడా ఉపయోగించుకొని పనిచేయును గాన, సంపూర్ణ ప్రసరణపైరోమీటరులకు ఆ పేరు వచ్చినది. ఇదిఒక కృష్ణ వస్తువునుండి ఉద్గతమగు మొత్తపువికిరణశక్తి ఆ వస్తువు తాపక్రమపు నాల్గవభూతమునుబట్టి ఉండునను స్టీఫెన్ సూత్రమును అనుసరించి పనిచేయును.

ఈ పరికరమునందు పై పటములో చూపినట్లు వస్తువు నుండి వచ్చు వేడి కిరణములను అన్నిటిని 1 అను పుటాకార దర్పణము 2 అను డయాఫ్రమ్ లోని చిన్న ద్వారము గుండా 3 అను చిన్న వెండిపలక మీదకు కేంద్రీకరించును. ఈ వెండిపలక ఒక తెర్రోకపుల్ యొక్క వేడిచివరను అతికింపబడి ఉండును.

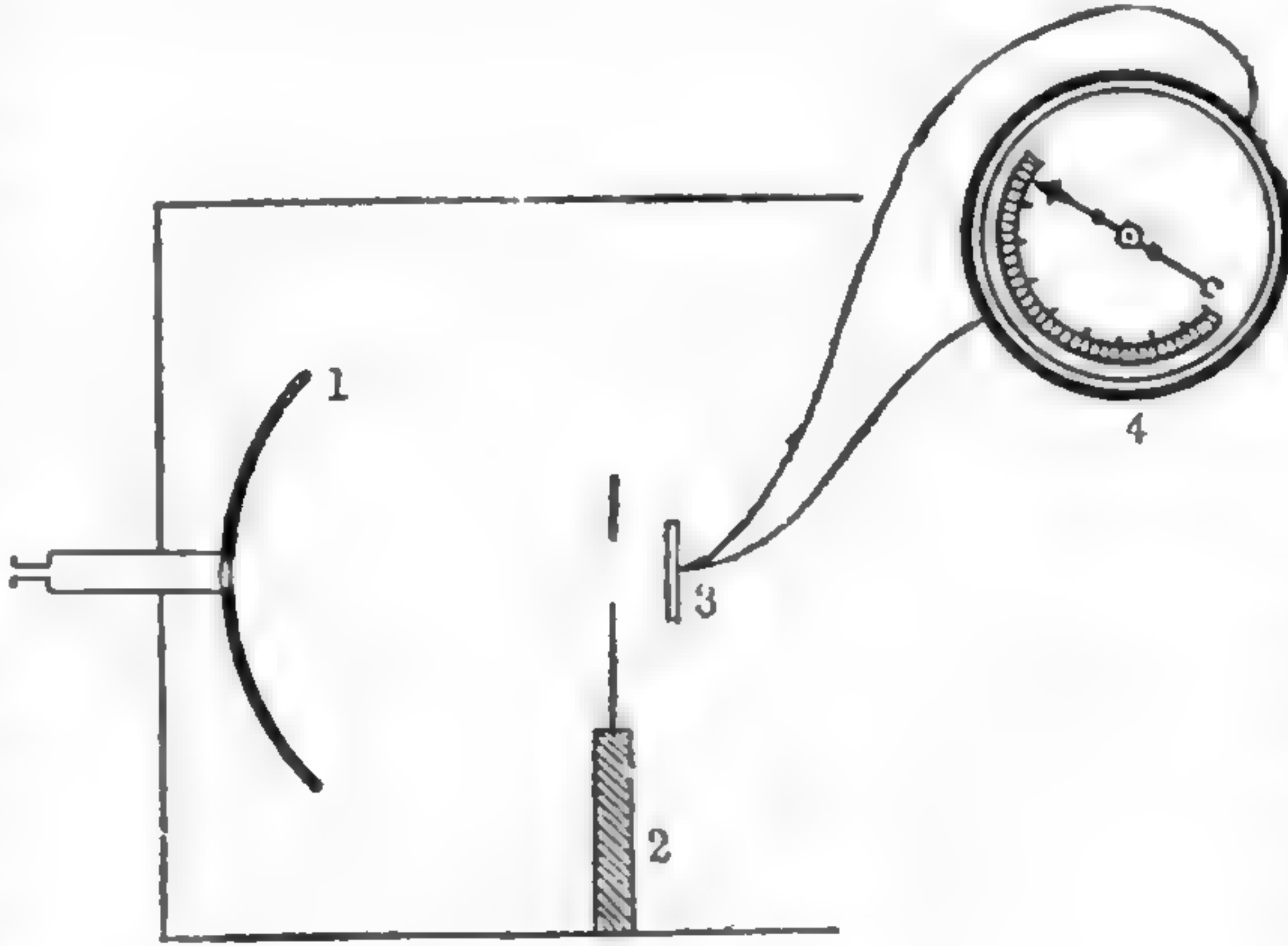


డినప్పియరింగ్ ఫిలమెంట్ పైరోమీటరు

1, 2 కటకములు, 3. ఎర్రని గాజుపలక. 4. బల్బు, 5. ఫిలమెంటు. 6. పొటెన్షియోమీటరు, 7. వ్యూటరీ, 8. గాల్వనీమీటరు

ఈ వెండిపలకపై ఉష్ణకిరణములు పడినవెంటనే ఆతెర్రోకపుల్ లో విద్యుత్తు జనించును. 4 అను గాల్వనీ మాపకము

లోని సూచియొక్క కదలికపరి మాణము చేత ఈ విద్యుత్తు పరిమాణమును కనుగొని దానిననుసరించి స్టీఫెన్ సూత్రమును ఉపయోగించి తాపక్రమమును కనుగొనవచ్చును.



రేడియేషన్ పైరోమీటరు

**చాడుషపైరోమీటరు :** ఇవి ప్లాంక్ సూత్రముపై ఆధారపడి ఉన్నవి. వస్తువునుండి ప్రసారితమగు అన్ని వికిరణములలో ఒక నిర్దిష్టతరంగదైర్ఘ్యముగల వికిరణమును గైకొని, ఆ తరంగదైర్ఘ్యము గల కాంతిని విద్యుద్దీపమునుండి వికిరణమగు కాంతితో పోల్చి, తన్మూలముగా వస్తుతాపక్రమమును కనుగొందురు. ఇప్పుడు ఎక్కువవాడుకలో ఉన్న అదృశ్యపుఫిలమెంట్

(నన్నతీగ) పైరోమీటరులను గురించి ఆలోచింతము.

**డినప్పియరింగ్ ఫిలమెంట్ పైరోమీటరులు :** క్రింది పటములో చూపినట్లు ఇది ముఖ్యముగ దూరదర్శనిని పోలిఉండును. దూరదర్శని అడ్డుతీగలస్థానమునకు ఎదురుగా విద్యుత్ గోళము ఒకటి అమర్చబడి ఉండును. దూరదర్శనిలోని మొదటికటకమును బోలిన 1 అనెడి కటకము వేడి వస్తువునుండివచ్చు వేడిని విద్యుత్ గోళములోని



ఫిలమెంట్ వద్ద కేంద్రీకరించును. ఈ ఫిలమెంట్ ను, కేంద్రీకరింపబడిన కిరణములను రెండవకటకము భూత అద్దమువలె పనిచేసి పెద్దవిగ చేయును. ఈ కిరణములన్నియు ఒక ఎర్రని గాజుపలక (3) ద్వారా కంటిని చేరును. అనగా, ఆసూక్ష్మ కిరణములలోని

ఎర్రని కిరణములు మాత్రమే పరీక్షింపబడును. ఇప్పుడు ఫిలమెంట్ లో ప్రవహించువిద్యుత్ ను మార్చి దాని కాంతిని



కేంద్రీకరింపబడిన కాంతితో సమమగునట్లు చేయుదురు. అందుచే దానికి ఆపేరు వచ్చినది. జి. సు. రె.

**పొటాసియమ్ :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూల ద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 19; సంకేతము K; పరమాణుభారము 39.1; విశిష్టగురుత్వము 0.88. క్వథనాంకము  $770^{\circ}\text{C}$ ; దీని ఉనికిని 1807 లో హంఫ్రీడేవీ కనుగొనెను.

**ప్రాప్తి :** సోడియమ్వలెనే పొటాసియమ్కూడ పర్యత శిలలలో పొటాష్ ఫెల్డ్ స్పార్ లేదా ఆర్తోక్లేస్ ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) రూపమున 2-5% వరకు దొరకుచున్నది. సేనపురాతి (గ్రానైట్) లో ఈ ఫెల్డ్ స్పార్ ఒకఘటకమై ఉన్నది.

**పొటాష్భ్రకము లేదా మస్కావైట్ :** ఇది పొటాసియమ్ హైడ్రోజన్ అల్యూమినియముసిలికేట్ [ $\text{KH}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3$ ]. సముద్రపునీటిలో సోడియమ్ లవణములు 3% వరకు ఉన్నను పొటాసియమ్ లవణములు 0.1% మాత్రమే కలవు. పొటాసియమ్లవణములు సోడియమ్లవణముల కంటె హెచ్చుగా భూమిచే పీల్చబడుటయే దీనికి కారణము. భూపృష్ఠమునఉన్న శిలలు శిథిలములైనప్పుడు అందలి పొటాసియమ్లవణములు భూమిలో జొచ్చి 'మొక్కలకు ఆహారమగుచున్నవి. అ నాది కాలమున భూమధ్య సముద్రములు ఎండుటచే ఏర్పడిన లవణపుపాతరలు పొటాసియమ్లవణముల ఉత్పత్తికి ఆధారమైఉన్నవి. జర్మనీయందలి స్ట్రాస్బర్గ్ నందు ఇటువంటి లవణ సంపత్తి కలదని తెలిసికొంటిమి. ఇచ్చట పొరలుపొరలుగా అనేక లవణములు కలవు.

యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో ఇట్టి లవణసంపత్తి కాలిఫోర్నియాలోని సెర్రి సరస్సునందును, న్యూమెక్సికో, టెక్సాస్ లయందును గలదు. సెర్రి సరస్సున 5035 అడుగుల లోతుగల సంతృప్తమైన ఉప్పుద్రావణముతో కలిసి ఈ లవణములు కలవు. వేసవికాలమందు ఈ ద్రావణము ఇగిరి లవణపు దిబ్బలు అగును. ఆ దిబ్బలపై మోటారుకార్లుపోవునంత గట్టిగా అవి ఉండును.

ప్రథమప్రపంచసంగ్రామమునకు పూర్వము పొటాష్ ఎరువులకు ప్రపంచమునకెల్ల స్ట్రాస్బర్గ్ లవణసంపత్తి ముఖ్య ధారమయ్యెను.

సిమెంటుకొలిమిగొట్టములలోనుండి పైకెగయు ధూళిలోను, కొలుములచిమ్మిలనుండి వచ్చు ధూళిలోను పులిసిన, మొలాసెస్సుల (చెరుకుమడ్డి) భస్మములందును, బీటు దుంపలభస్మములందును, సముద్రప్రాంతపు రెల్లుభస్మమునందును, ఉన్ని కడుగగా వచ్చిన నీటియందును విశేషముగా పొటాసియమ్ లవణములు ఉండును.

**పొటాసియమ్ ధాతువు :** ద్రవీభవించిన పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ను సోడియమ్ ఉత్పత్తిచేయుటకు వాడిన కాస్టర్ ఘటమునందే విద్యుత్కరణముచేసి నేడు పొటాసియమ్ ను సిద్ధముచేయుచున్నారు. కాని సోడియమ్ అంత విరివిగా ఇది ఉత్పత్తి అగుట లేదు.

**ఉపయోగములు :** సోడియమ్ పొటాసియమ్ల ధాతు మిశ్రము (23:77) శోధనాగారపరిస్థితులయందు ద్రవ రూపమున ఉండును (ద్రవాంకము  $12.5^{\circ}\text{C}$ ). పాదరసమునకుబదులుగా దీనిని హెచ్చగు తాపక్రమమును కొలుచు మాపకములందు వాడుదురు. ఇదియుకాక పొటాసియమ్ ను రేడియోవాల్క్యూలలో గెట్టరు\*గా వాడుదురు. సోడియమ్ కంటె పొటాసియమ్ ఎక్కువవిలువ కలది. కాని సోడియమ్ అంత విరివిగా వాడబడుట లేదు. విశిష్ట అవసరములకే ఉపకరించును.

**పొటాసియమ్ యోగికములు :** పొటాసియమ్ యోగికములు గుణములందును, నిర్మాణపద్ధతియందును ఆ యా సోడియమ్ యోగికములకు అత్యంతసామ్యమును పొంది ఉన్నవి.

**పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (KOH) :** దీనికి దాహక పొటాష్ అని సామాన్య వ్యవహారము. సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ కంటె పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ గాఢతరమైన జారము. సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ వలె ఇది పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును విద్యుత్కరణము గావించికాని, పొటాసియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణమును ముద్దసున్నముతో వేడిచేసికాని ఉత్పత్తిచేయుదురు.

పై చెప్పిన రెండుజారములను ఒకేపనికి వాడవచ్చును. కాని దాహకపొటాష్ వలన 'మృదువగు' సబ్బులను దాహకసోడావలన 'కఠినములగు' సబ్బులను చేయుదురు. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వంటి ఆమ్లవాయువులను శోషణ మొనర్చుటకు దాహకపొటాష్ నే వాడుదురు.

**పొటాసియమ్ కార్బోనేట్ ( $\text{K}_2\text{CO}_3, \text{H}_2\text{O}$ ) :** ప్రస్తుతము ఇది విశేషముగా స్ట్రాస్బర్గ్ లవణపుపాతరలలోఉన్న పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ నుండి ఉత్పన్నమగుచున్నది.

పరిశుభ్రమైనపొటాసియమ్ కార్బోనేట్ నకు 'మౌక్తిక భస్మము' అని పేరు. ఇది తెల్లనై చెమ్మగిల్లెడుచూర్ణము (ద్రవాంకము  $900^{\circ}\text{C}$ ). మృదువగు గాఢము ఉత్పత్తి చేయుటకును, రంగువేయు పరిశ్రమయందును దీనిని వాడుదురు.

\* గెట్టరు : రేడియోవాల్క్యూలో రేచకయంత్రముచే తీసి వేయగామిగిలిన గాలితో రాసాయనికముగా సంయోగించి దానిని నిర్మూలించు ధాతుద్రవ్యము.



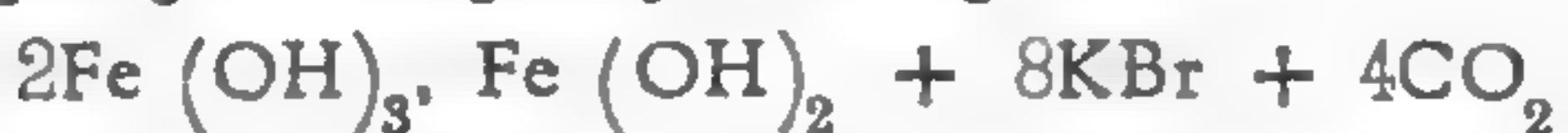
పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ (KCl): స్ట్రాస్బర్గ్ పాతరలలో విడిగా నిల్వైన్ అనుపేరుతోను,  $MgCl_2$  తో కలిసి కార్నలైట్ అను పేరుతోను దొరకును. ప్రపంచమున ఉత్పన్నమగు పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ముఖ్యముగా కార్నలైట్ నుండియు, డెడ్ సీనుండియు సిద్ధమగుచున్నది. కల్మషయుతమైన కార్నలైట్ ను పెద్దతొట్టెలలో ఉంచి దానిని వేడి నీటిలో కరగించి లోనికి నీటిఆవిరిని పంపుదురు. పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ లు నీటిలో కరుగును. మలినములగు సోడియమ్ క్లోరైడ్, మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ లు చాల భాగము కరుగవు. ఒక గంటసేపు ఆనీటిని తేర్చి ద్రావణమును వేడిగ ఉండగనే వేర్పరచి దానిని పెద్దఇనుపపాత్రలతో చల్లార్తురు. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ మాత్రము స్ఫటికములుగా క్రిందికి దిగును. దీనిని పునఃస్ఫటికీకృత మొనర్చి శుభ్రపరుతురు. మిగిలిఉన్న మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును తిరిగి కార్నలైట్ ను కరగించుటకై ఉపయోగింతురు.

పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ సోడియమ్ క్లోరైడ్ వలె తెల్లని ఘనాకారపుస్ఫటికములుగా ఉండును. ఇది విశేషముగా ఎరువులు చేయుటకును, దాహకపొటాష్ ను తయారుచేయుటకును, ఇతరపొటాసియమ్ లవణోత్పత్తికిని ఉపయోగపడును.

పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ (KBr): వేడియైన చిక్కని దాహకపొటాష్ ద్రావణమునకు బ్రోమీన్ ద్రావణము కొంచెము హెచ్చగువరకు కలుపవలెను. ఇట్లు ఏర్పడిన ద్రావణమును నీరుపోవువరకు ఇగిర్చి మిగిలిన పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్, పొటాసియమ్ బ్రోమేట్ లకు కొలది బొగ్గుపొడిని చేర్చి బాగుగా వేడిచేయవలెను. బ్రోమేట్ బ్రోమైడ్ గా ఆక్సిహరించబడును. దీనిని నీటిలో కరగించి వడపోతవలన బొగ్గునుండి వేరుచేసి స్ఫటికీకరణము ఒనరించినచో పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ ఉత్పన్నమగును:



పారిశ్రామికముగా ఉత్పత్తిచేయవలెనన్నచో బ్రోమీన్ పరిశ్రమయందు ఉపఫలముగా లభ్యమగు ఐరన్ బ్రోమైడ్ ( $Fe_3Br_8$ ) ను నీటిలో కరగించి దానికి పొటాసియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణమును కలుపుదురు. ఫెర్రస్ ఫెరిక్ హైడ్రాక్సైడ్ అవక్షిప్తమై పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ ఏర్పడును:



పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ వైద్యములో నిద్రపట్టుటకు మందుగను, ఫోటోగ్రాఫీయందు ఉపకరించు ఫిల్ములు,

కాగితములు చేయుటకును, 'డెవలెపర్' ద్రావణములు సిద్ధముచేయుటకును ఉపయోగించును.

పొటాసియమ్ అయడైడ్ (KI): బ్రోమీన్ నుండి పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ ను తయారుచేసినట్లే దీనినిగూడ తయారు చేయవచ్చును.

వైద్యమునందును, ఛాయాపట పరిశ్రమయందును ఆయతనాత్మకవిశ్లేషణవిధానములందును దీనిని వాడుదురు.

పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ ( $K_2SO_4$ ): షనైట్ ( $K_2SO_4, MgSO_4, 6H_2O$ ) కెయి నైట్ ( $K_2SO_4, MgSO_4, MgCl_2, 6H_2O$ ) అను ద్వి, త్రి లవణముల రూపమున స్ట్రాస్బర్గ్ లవణపు పాతరలలో ఇది దొరకును. 'ఫాస్ట్ హాఫ్' అను భౌతిక రాసాయనికశాస్త్రవేత్త ఈ స్ట్రాస్బర్గ్ లవణములను వేరుపరచి ప్రతిదానిని శుభ్రస్థితియందు సిద్ధముచేయుటకు ఒక విధానమును శ్రమప్రయాసముకోర్చి కనిపెట్టెను. కెయి నైట్ ను వేడినీటినుండి స్ఫటికీకరణము చేసినచో ద్రావణము వేడిగ ఉన్నప్పుడే షనైట్ అను ద్విలవణము స్ఫటికములుగా క్రిందికి దిగును; మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణమునందు ఉండును. ఈ షనైట్ నకు పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ను కలిపి పునఃస్ఫటికీకరణము కావించినచో తక్కువద్రావణీయత కల పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ స్ఫటికములుగా ఏర్పడును.

పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ లనుచేయు పరిశ్రమయందు ఉపఫలముగాకూడ ఇది ఏర్పడును. విశేషముగా ఇది వరిచేలకు ఎరువుగా వాడబడుచున్నది. నాణ్యమగుగడ్డిని ఇది పెంపొందించును.

పొటాసియమ్ బైసల్ఫేట్ ( $KHSO_4$ ): ఇది సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ ను పోలియుండును. ద్రావణములుగాని ఖనిజములను ద్రావ్యములుగా మార్చుటకు విశ్లేషణరాసాయనిక ప్రక్రియలలో దీనిని వాడుదురు.

పొటాసియమ్ ఫాస్ఫేట్ ( $K_3PO_4$ ): ఫాస్ఫేట్ రాతికిగాని, బెస్సిమర్ విధానమున లభించు ఫాస్ఫేట్ తెట్టునకుగాని కోకుబొగ్గును, పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ ను కలిపి వేడిచేసినచో పొటాసియమ్ ఫాస్ఫేట్ ఏర్పడును; దీనిని ఎరువుగా వాడుదురు.

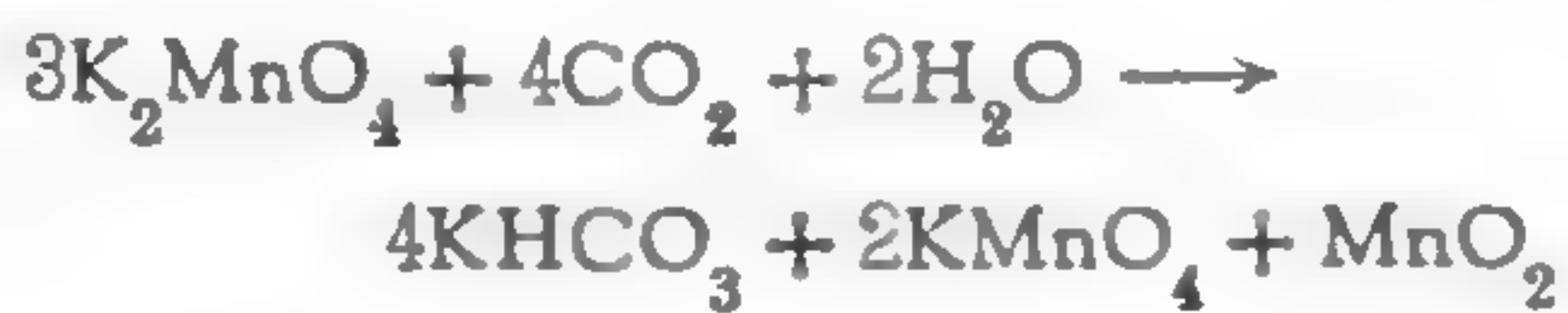


పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ( $KMnO_4$ ): మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ను దాహకపొటాష్ తోగాని, పొటాసియమ్ కార్బోనేట్ తోగాని కలిపి, ఈమిశ్రమును గాలిలోగాని, ఆక్సికరణతోకాని ద్రవీకరించినచో పొటాసియమ్ మాంగనేట్ అను ఒక ఆకుపచ్చనిద్రవ్యము ఏర్పడును:





దీనిని నీటిలో కరగించి వడపోయుదురు. ఈద్రావణమును మరగించి ఆకుపచ్చచాయ పోవువరకు దానిలోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును పంపుదురు. ఇప్పుడు అవతే పించిన మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ను వడపోసి, వేరుచేసి, మిగిలిఉన్న ద్రావణమును మరుగబెట్టి చల్లార్చినచో నేరేడువండురంగుగల పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ స్ఫటికములు ఏర్పడును :

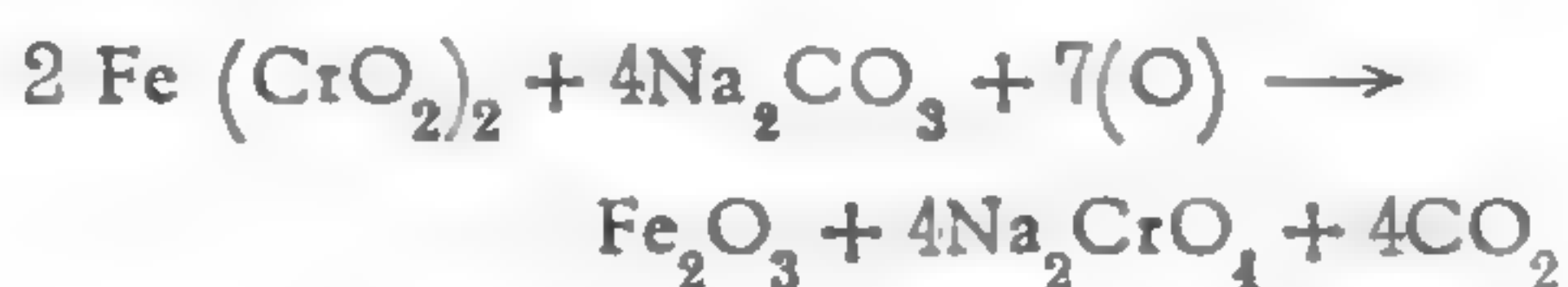


పొటాసియమ్ మాంగనేట్ ను పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ గా మార్చుటకు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ నకు బదులుగా క్లోరీన్ వాయువునుగాని, ఓజోన్ వాయువునుగాని వాడవచ్చును :



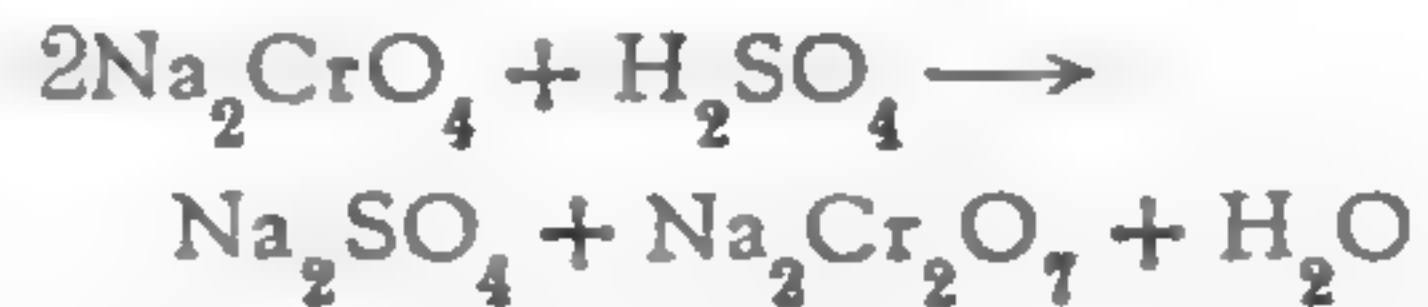
పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ నిర్జలమై పట్టకాకారముగల స్ఫటికములుగా ఉండును. ఇది అమోఘమైన ఆక్సికరణి. ఈధర్మమును అనుసరించియే ఇది ఆయతనాత్మక విశ్లేషణమున మానద్రవ్యముగా వాడబడుచున్నది. క్రిమిహారిగాను, బట్టలకు రంగులువేయుటకును దీనిని ఉపయోగింతురు. దీని సజలద్రావణమును నోటిదుర్గంధమును పోగొట్టుటకు వాడుదురు.

పొటాసియమ్ క్రోమేట్ ( $K_2CrO_4$ ), పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ( $K_2Cr_2O_7$ ): క్రోమేట్, డైక్రోమేట్ లను ఉత్పత్తిచేయుటకు క్రోమైట్ అను ఖనిజమును (ముడిద్రవ్యమును) పొడి చేసి సున్నపురాయి, సోడియమ్ కార్బోనేట్ లతో కలిపి గాలి ధారాశముగా ప్రసరించుచున్న రివెర్బరేటరీకొలిమిలో తీవ్రవేడకాంతి ( $1200^\circ C$ ) వచ్చువరకు కాల్చుదురు. ఈ చర్యలో ఖనిజము సోడియమ్ క్రోమేట్ గా ఆక్సికరణమొందును.



కొలిమియందు ఏర్పడిన ద్రవ్యమును వేడినీటిలో బాగుగా సారమునీయగా వచ్చిన సోడియమ్ క్రోమేట్ ద్రావణమును వడపోయుదురు. ఐరన్ ఆక్సైడ్ నీటిలో కరుగదు. ద్రావణమును సరియగు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో ఆమ్లీకరణముచేసి మరగించినచో ఆ వేడిద్రావణమునుండి సోడియమ్ సల్ఫేట్ నిర్జలమైనస్ఫటికములుగా వేర్పడును. ఈస్ఫటికములను తొలగించి, ద్రావణమును ఇంకను ఇగుర

బెట్టినచో నారింజవర్ణముగల సోడియమ్ డైక్రోమేట్ స్ఫటికములు ఏర్పడును ( $Na_2Cr_2O_7, H_2O$ ).



సోడియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణములో పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ వేసి ఇగురబెట్టిన, తక్కువ ద్రావణీయతకల పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ నారింజరంగుగల నిర్జలమైనస్ఫటికములుగా వేర్పడును :



పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ కంటే సోడియమ్ డైక్రోమేట్ చౌక ; నీటిలో ఎక్కువగా కరుగును. కాని గాలిలో చెమ్మగిల్లెడు స్వభావము కలిగి ఉండుటచే అంతవిరివిగా ఉపయోగపడుటలేదు. కాని దీనిద్రావణము కార్బన్ యోగికముల ఆక్సికరణమునకు వాడుదురు.

పొటాసియమ్ క్రోమేట్ పసుపుపచ్చని స్ఫటికములుగా ఉండును. పైవిధానములోవలె క్రోమైడ్ ఖనిజమును పొటాసియమ్ కార్బోనేట్ తో కలిపి ఆక్సికరణము ఒనర్చినచో ఇది ఏర్పడును ; లేదా, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ నకు దాహకసోడా కలపిన ఇది సిద్ధించును :



క్రోమేట్ లు, డైక్రోమేట్ లు విరివిగా ఆక్సికరణమునకును బట్టలకును రంగువేయుటలో వర్ణబంధకములుగను, పూతరంగులలో వాడెడి లెడ్ క్రోమేట్, జింకు క్రోమేట్, బేరియమ్ క్రోమేట్ మున్నగు వర్ణద్రవ్యములను సిద్ధముచేయుటకును, సిరాలు చేయుటకును వాడబడుచున్నవి. సోడియమ్ క్రోమేట్ ను క్రోమ్ తోళ్లను ఉత్పత్తిచేయుటకు ఉపయోగించు క్రోమ్ ఆలమ్ చేయుటకు ఎక్కువగా వాడుచున్నారు. పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ఆయతనాత్మక విశ్లేషణమున ప్రమాణద్రవ్యముగాను ఉపయోగించును. (చూ. ఆల్కలిధాతువులు - పు. 190). జె.వి.బి. రావు.

పొలోనియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము : పరమాణ్వంకము 84. సంకేతము Po : పరమాణుభారము 210.00. దీని ఉనికిని 1898లో క్యూరీసతి కనుగొన్నది. \*\*\*

పోజిట్రాన్ : చూ. మౌలిక కణములు - పు. 549.

పోలారి మీటరు : తలధ్రువీకృత కాంతి కొన్ని ద్రవ్యముల గుండాగాని, వాటి ద్రావణముల గుండాగాని పోయినపుడు ధ్రువనతలము ఒక వైపునకు తిరుగును. ఇట్లు ధ్రువనతలము ఎన్ని అంశలు తిరిగినదో తెలియజేయు పరికరమునకు కాంతిధ్రువన మాప



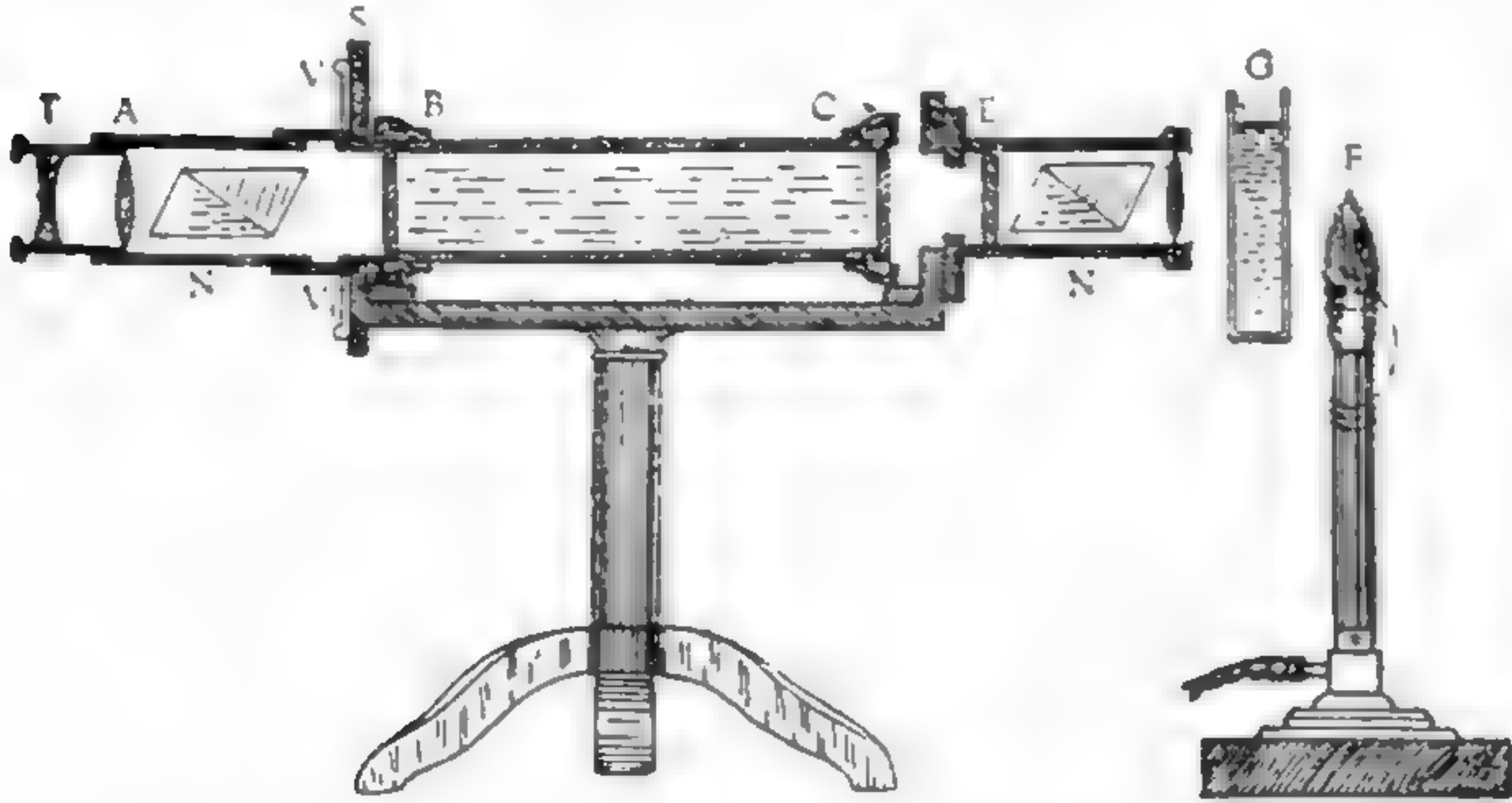
పోలారిమీటరు

కము లేదా 'పోలారి మీటరు' అని పేరు (చూ. ధ్రువీకరణము - పు. 428).

ప్రధానభాగములు : ఈ దిగువ పేర్కొను ఈ భాగముల వివరణకు పటమును చూడవచ్చును.

1. వెలుతురునిచ్చు దీపము ; సూర్యకాంతినిగాని, విద్యుద్దీపమునుగాని అందులకై ఉపయోగింతురు.

2. వెలుతురును ఏకతలమున ధ్రువీకరించు విధానము : సాధారణముగా ఈ పనికి 'నికల్ పట్టకము'ను ఉపయో



(a) 'T' అను దూరదర్శని 'N<sub>1</sub>' అను నికల్ పట్టకము వెనుక నున్న 'E' అను ఫలకముమీద కేంద్రీకరించబడినది. 'F' అను సోడియమ్ దీపమునుండి జనించి 'N<sub>1</sub>' నికల్ చే ధ్రువీకృతమైన కాంతిని 'T' ద్వారా చూడవచ్చును. 'N<sub>2</sub>' అను విశ్లేషక నికల్ పట్టకము దూరదర్శని ఉన్న గొట్టములోనే అమర్చబడి ఉండును. ఈ గొట్టము తైతిజాక్షముపై తిరుగగలదు. దాని స్థానమును ప్రక్కను (b) చూపించిన స్కేలు, వెర్నియర్ సహాయమున నిర్ణయించవచ్చును.

'G' అనునది గాజుపాత్ర. ఇందు పొటాసియమ్-డైక్రోమేట్ ద్రావణము ఉండును. దీని ప్రయోజనము 'F' నుండి జనించిన కాంతిని ఏకవర్ణకాంతిగా జేయుట.

గింతురు. (చూ. నికల్ - పు. 433). పటములో కుడివైపున ఉన్న N.

3. ఏకవర్ణపుకాంతిని జనింపజేయు ఏర్పాటు : ఈ పనికై రంగు అద్దము లేదా రంగునీరును వాడవచ్చును.

పటములో F వెలుతురునిచ్చు దీపము. ఏకవర్ణపు కాంతి ఇచ్చునదైనచోపై ఏర్పాటు ఆవశ్యకతలేదు.

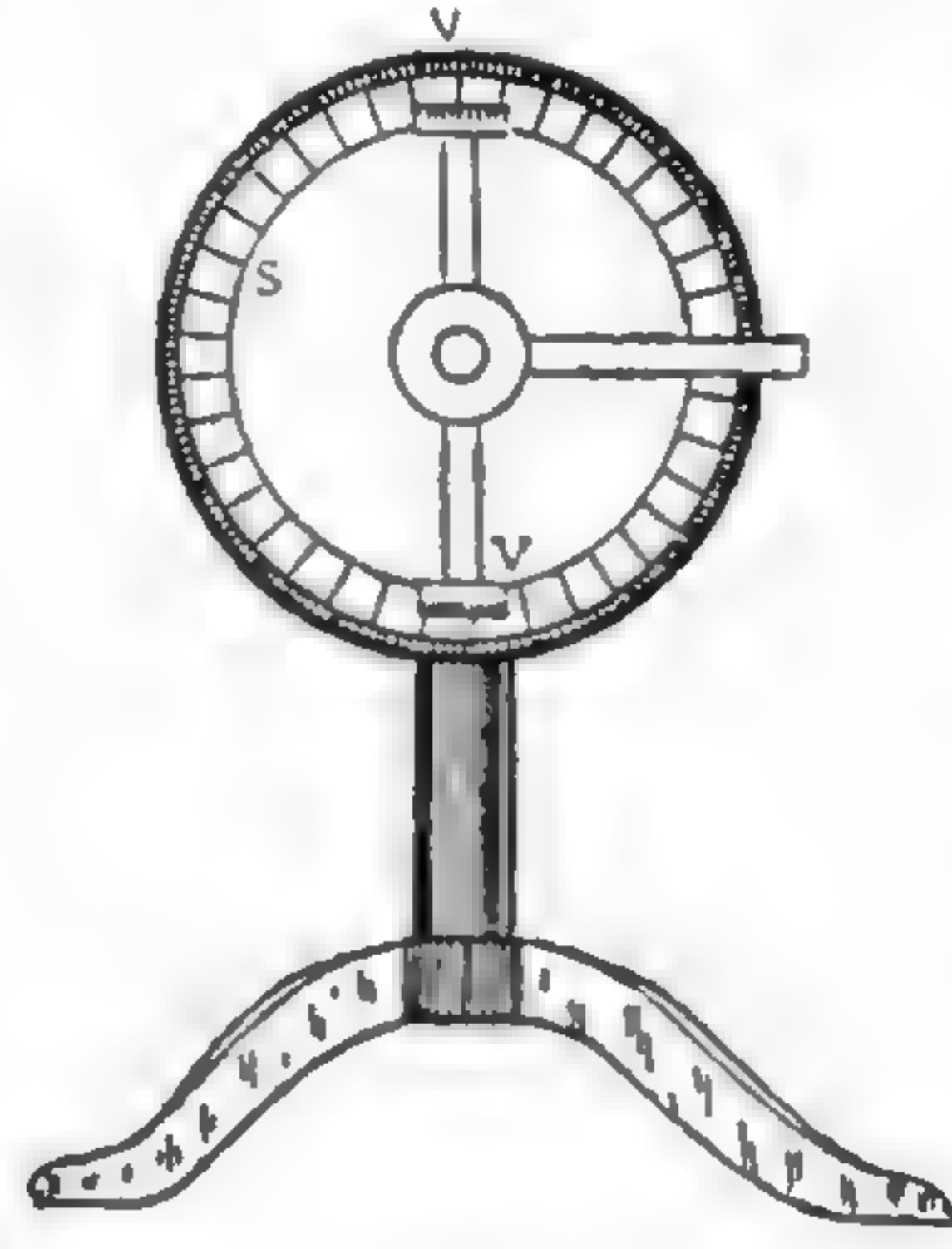


అర్థచ్ఛాయాచిత్రము :  
రెండుభాగములుగా విభజించబడిన  
అవేక్షణక్షేత్రము.

4. కాంతిని ఏక

తలమున ధ్రువీకరించు ద్రవ్యము ద్రావణమయినపుడు దాని గుండా కాంతిని ప్రసరింపజేయుటకు తగిన ఏర్పాటు : రెండు చివరలను గాజుబిళ్ళలు అతికిన గాజు గొట్టములను ఇందులకై వాడుదురు. పటములో BC.

5. ద్రవ్యముగుండా ప్రసరించిన కాంతిని పరిశీలించి కాంతితరంగముల ధ్రువనతలము ఎన్ని అంశాలు ప్రక్కకు తిరిగినదో తెల్పుభాగము. దీనికి 'ధ్రువనవిశ్లేషకము' అని పేరు. పటములో ఎడమవైపున ఉన్న N. ధ్రువనకోణమును నిశితముగా కొలుచుటకు విశ్లేషకమునకు వెర్నియర్ తో కూడుకొనిన స్కేలు తగిలించిఉండును. ఇది



(b) స్కేలు

పటములో ప్రత్యేకముగా B అని గుర్తించబడినది.

6. ఇవిగాక దృక్ క్షేత్రమును రెండుగాని, మూడుగాని భాగములు చేయు ఏర్పాటుకూడ ఉండును. ఈ ఏర్పాటు లేనిచో కాంతితరంగములు ఎన్ని అంశాలు ప్రక్కకు తిరిగినవో తగినంత నిశితముగా తెలిసికొనుట కష్టము.

దృక్ క్షేత్రమును విభాగముచేయు విధానమునుబట్టి వివిధరకములైన పోలారిమీటరులు తయారైనవి.

ఒక రకపు పరికరములలో కాంతిధ్రువనమాపకము గుండా చూచినపుడు దృక్ క్షేత్రము మూడుభాగములుగా గోచరించును. అందులో మధ్యభాగము కాంతిశీఘ్రత ఇరు

ప్రక్కలగల భాగముల కాంతి శీఘ్రతతో సమానముగ ఉండువరకును పైని (5లో) చెప్పిన పరిశీలన పరికరమును త్రిప్పవలెను. కాంతిమార్గములో ద్రవ్యములేనప్పుడు దృక్ క్షేత్రమంతయు సమానకాంతి శీఘ్రతలో ఉండునటుల ఆపరికరమును మొదట త్రిప్పవలెను. ఇప్పుడు ద్రవ్యమును కాంతికిరణ ప్రసారమార్గములో ఉంచినచో అవేక్షణ

క్షేత్రములోని భాగములకాంతి శీఘ్రత సమానముగా ఉండదు. ఇప్పుడు ధ్రువనవిశ్లేషకమును మరల త్రిప్పినచో ఒక చోట

అన్ని భాగములకు సమానకాంతి వచ్చును. కాంతికిరణముల మార్గములో ద్రవ్యములేనప్పుడు దృక్ క్షేత్రమంతయు సమానకాంతి శీఘ్రతలో ఉన్నప్పటినుండి ద్రవ్యము కాంతిమార్గములోనికి తెచ్చిన తరువాత దృక్ క్షేత్రమంతయు సమానకాంతి శీఘ్రతను కలిగిఉండు

ముల మార్గములో ద్రవ్యములేనప్పుడు దృక్ క్షేత్రమంతయు సమానకాంతి శీఘ్రతలో ఉన్నప్పటినుండి ద్రవ్యము కాంతిమార్గములోనికి తెచ్చిన తరువాత దృక్ క్షేత్రమంతయు సమానకాంతి శీఘ్రతను కలిగిఉండు

ముల మార్గములో ద్రవ్యములేనప్పుడు దృక్ క్షేత్రమంతయు సమానకాంతి శీఘ్రతలో ఉన్నప్పటినుండి ద్రవ్యము కాంతిమార్గములోనికి తెచ్చిన తరువాత దృక్ క్షేత్రమంతయు సమానకాంతి శీఘ్రతను కలిగిఉండు



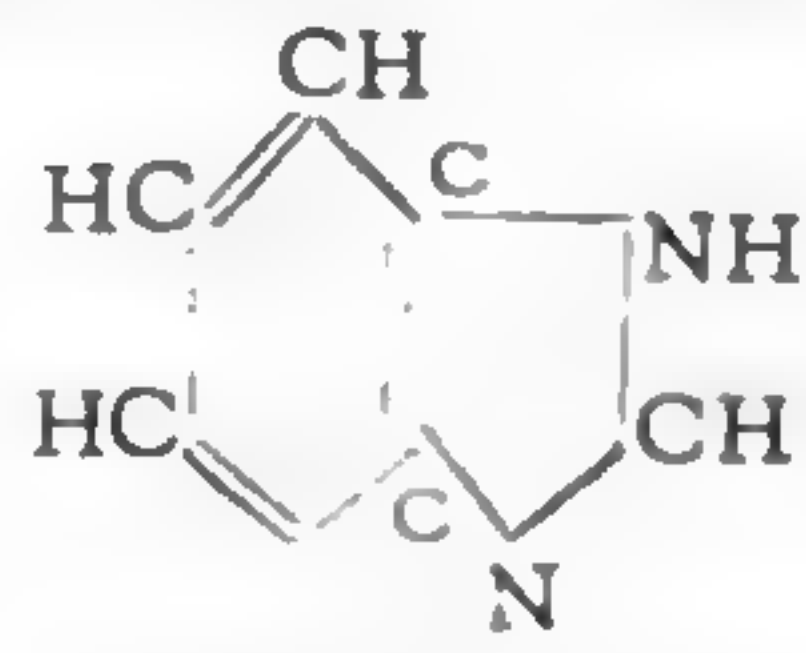
నట్లుగా చేయుటకు పరిశీలన పరికరమును ఎంతప్రతిష్ఠితమో కొలుచుటకు కోణమాపకము కలదు. ఈ కోణమునకు ధ్రువనకోణము అనిపేరు. ఈ కోణమునుబట్టి కాంతిని ద్రవ్యము ఎంత వరకు ధ్రువీకృతము జనరించినదో తెలిసికొనవచ్చును. కాంతిధ్రువనమాపకములో కొద్ది మార్పులు చేసి శర్కరామాపకము అను పరికరమును తయారు చేసిరి. చెరకు రసములో ఎంతపరిమాణముగల పంచదార ఉన్నదో కచ్చితముగా ఈ శర్కరామాపకమును ఉపయోగించి తెలిసికొనగలము. ని. రా. శా.

**పాలీ, ఫుల్ఫ్ గాంగ్** (జననము 1900): ఆస్ట్రియన్ స్విస్ భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు. మ్యూనిక్ యూనివర్సిటీయందు విద్యను ముగించి యూరప్ లోని కోపెన్ హేగన్, హాంబర్గ్ అను నగరములందు విద్యాసంస్థలలో పెక్కు ఉన్నతస్థానములను అలంకరించి, 1927 నుండి జ్యూరిక్ యూనివర్సిటీలో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ఉన్నాడు. 1935, 1940 సం॥లలో ప్రిన్స్టన్ విద్యాసంస్థకు అభ్యాగతశాస్త్రాచార్యుడుగా ఆచరించెను. క్వాంటం సిద్ధాంతమందు ముఖ్యముగా ఆతనిపేర బరగుచున్న నిషేధనియమ ప్రకటనచే ప్రసిద్ధినిగాంచెను. దీనికే ఈయనకు 1945 లో నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది. కె. రం.

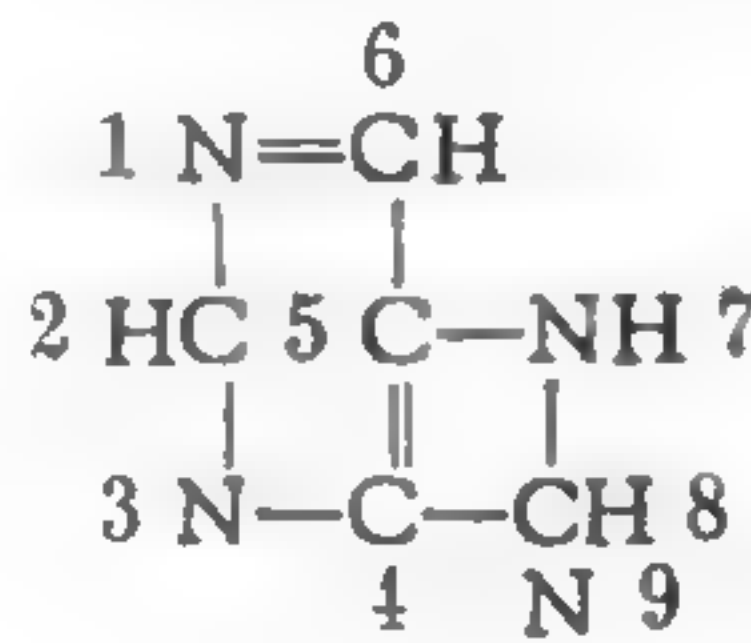
**పాలీనిషేధనియమము :** పరమాణుకేంద్రముచుట్టు వేరువేరు ఎలక్ట్రాన్లు ఎట్లు పంపకమై ఉన్నవో అను విషయమును అనుశీలించుటలో పాలీనిషేధ నియమము నిర్ణాయకయగా ఉపయోగించినది. 'పరమాణు రచనలోఉన్న ఏ రెండు ఎలక్ట్రాన్లకును నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలును సమానముగా ఉండవు' అని ఈ నియమమును నిర్వచించవచ్చును. ఈ నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలును పరమాణు రచనలో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్థాననిర్దేశమును చేయుటకు ఆవశ్యకమగు సంఖ్యలు, మొదటిది ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య; ఎలక్ట్రాన్ ఏ ప్రధాన ప్రాకారములో ఉన్నదో తెలియజేయునది; గుర్తు n. రెండవ ఉప క్వాంటం సంఖ్య; ఎలక్ట్రాన్ ఏ ఉపప్రాకారములో ఉన్నదో తెలియజేయునది; గుర్తు l మూడవది మ్యాగ్నెటిక్ క్వాంటం సంఖ్య; ఆరోపిత అయస్కాంతక్షేత్ర దిశలో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క కోణీయగతిభార ఘటకమును తెలియజేయును. గుర్తు m. నాల్గవది ఎలక్ట్రాన్ యొక్క పరిభ్రమణ గతిభారమును తెలియజేయు క్వాంటం సంఖ్య; గుర్తు S. మే. వ. న.

**ఫ్యూరీన్లు :** రెండుగాని ఎక్కువగాని విషమవలయముల సమ్మేళనములగు యోగికములు చాలగలవు. ఇట్టి రచనా ప్రకారము ప్రకృతియందు విస్తృతములగు అనేక యోగికములందు మనకు తారసిల్లును. ఇందు పైరిమిడిన్

వలయముతో సంధింపబడిన

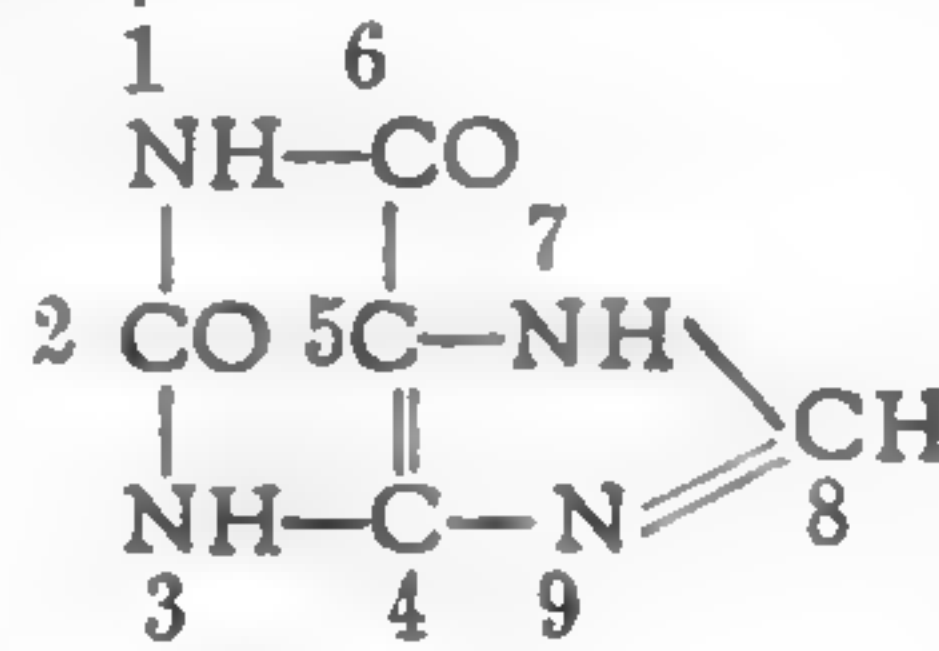


ఫ్యూరీన్ రచన



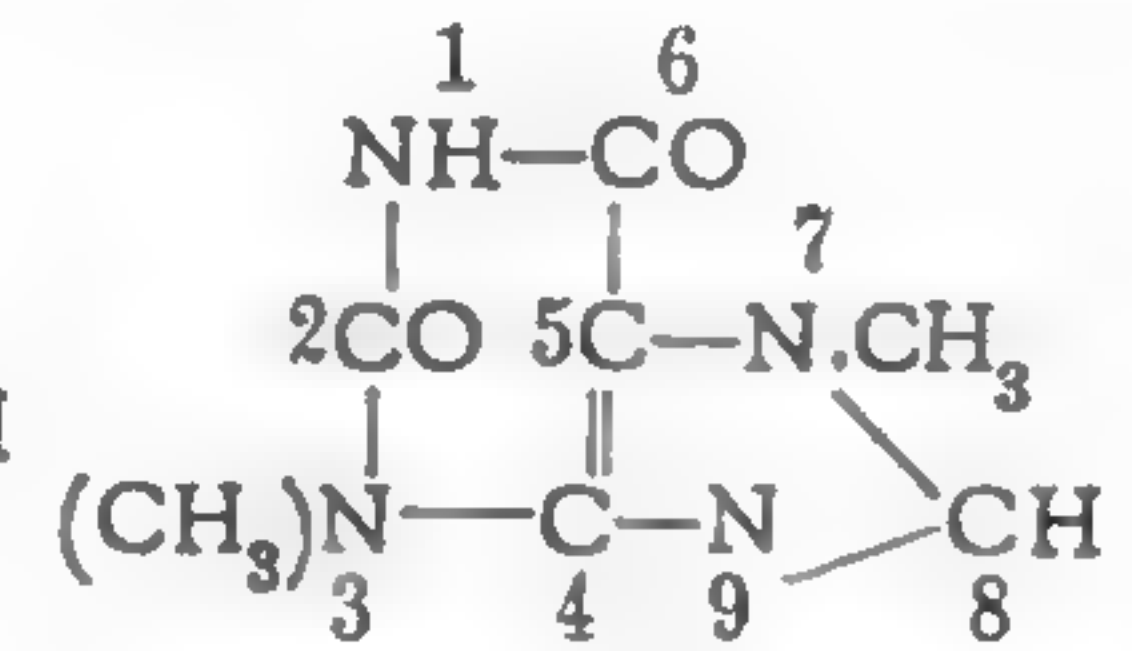
ఫ్యూరీన్

యూరిక్ ఆసిడ్, కాఫీగింజలలోఉండు కాఫీన్ అను అల్కలాయిడ్ కోకో గింజలలో ఉండు తయోబ్రోమిన్ ఈవద్దతికి చెందినవియే.

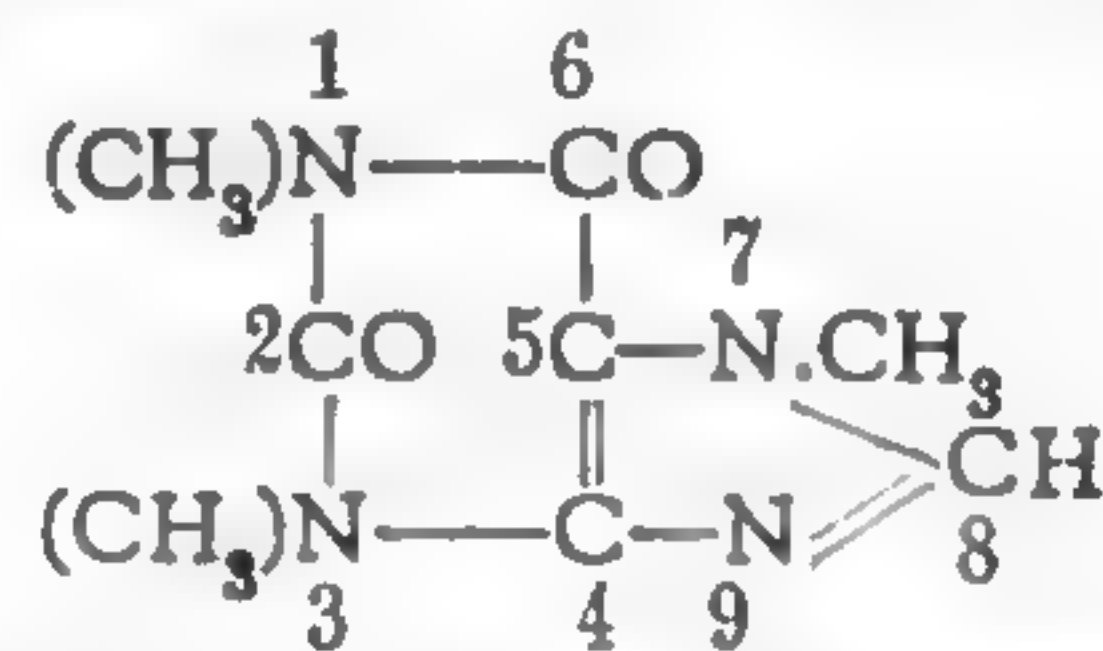


జాస్మిన్

(2, 6 డై ఆక్సిఫ్యూరీన్)



తయోబ్రోమిన్ (డై మెథిల్ డై ఆక్సిఫ్యూరీన్)



కాఫీన్ (1, 3, 7 ట్రి మెథిల్ డై ఆక్సిఫ్యూరీన్)

మే. వ. న.

**ప్రకాశితము :** కాంతి ఒక వస్తువుపై పడినపుడు కొంత ఆ వస్తువుపై తలమునుండి పరావర్తనమగుట, కొంత ఆ వస్తువుచే విచూషింపబడుట, మరికొంత ఆ వస్తువు గుండా ప్రసరించుట - అను మూడు విధములగు సంఘటనలు జరుగును. ఇందు మరల విచూషించబడిన కాంతికి నాలుగు విధములగు మార్పులను తేవచ్చును. అవి ఏవన, వస్తువు యందలి అణువుల గతిజశక్తిని పెంపొందించుట లేదా వస్తువుయందు రాసాయనికపు మార్పును కలుగజేయుట, లేదా విద్యుత్ కణములను బయలు పెట్టుట లేదా తిరిగి వస్తువునుండి కాంతికిరణములు మరొకవిధముగ పైకి వచ్చుట. ఈ నాలుగవ మార్పునకే 'ప్రకాశితము' అనిపేరు. ఇందులో రెండు తరగతులు గలవు. ఒకటి: ఒక వస్తువు యందు కిరణప్రసారమున్నంత వరకే ఆ ప్రకాశితము ఉండును. దీనికే 'ప్రస్ఫురణము (ఫ్లోరెసెన్స్)' లేదా



## ప్రతిక్రియ

తాత్కాలిక ప్రకాశిత్యము అనిపేరు. రెండవది : కిరణప్రసారము ఆపిన తరువాత కూడ కొంత సేవటివరకు ప్రకాశిత్యము ఉండును దీనికి 'భాసనము (ఫాస్సరెసెన్స్)' అనిపేరు. ఈ ప్రకాశిత్యము కాంతికిరణములవలననే గాక కేతోడ్ కిరణముల వలనను, X - కిరణముల వలనను,  $\alpha$  - కిరణముల వలనను జరుగును.

సాధారణముగా వస్తువుపై ప్రసరించిన కాంతికిరణముల పానఃపున్యముకంటె అందుండి వెలువడిన కాంతికిరణముల పానఃపున్యము తక్కువగా ఉండును. దీనికే 'స్టోక్స్ నియమము' అని పేరు. దీనికికారణము సులభముగా ఊహించవచ్చును. వస్తువుపై పడిన కాంతి శక్తి కొంత, దాని అణువులచే మ్రింగబడుటచే వెలువడు శక్తి తగ్గి ఉండును. పానఃపున్యమునకు శక్తి అనులోమానుపాతములో ఉండును గనుక, అందుచే పానఃపున్యము తగ్గును.

ప్రకాశితవస్తువులు మూడు రకములు. 1. కార్బన్ యోగికములు. 2. అకర్బనయోగికములు, 3. మలినముతో కూడిన అకర్బనయోగికములు.

సాధారణముగా కార్బన్ యోగికములలో ఫీనిల్ వలయము కలిగినది ప్రకాశిత్యమును ప్రదర్శించును. శుద్ధమైన ఆంథ్రసీన్ నీలిరంగును, నాఫ్తలీన్ ఆకుపచ్చరంగును కనపర్చును. పచ్చటి ఆకులలోనున్న క్లోరోఫిల్ ఎరుపు ప్రకాశమును ఇచ్చును. ఈవస్తువుల ప్రకాశిత్యము వాటి భౌతిక స్థితిబట్టికూడ ఉండును. 'రుబ్రీన్' అను ఒక కార్బన్ యోగికము శుద్ధముగ నున్నప్పుడు ప్రకాశిత్యము చాల తక్కువ. కాని దానిని బెన్జిన్ లో కరిగించినచో బాగుగా ప్రకాశించును. ప్రకృతిలో దొరకు రంగులుకల యోగికములలో చాలవరకు ప్రకాశిత్యము కలవియే. ప్లోరోసీన్ అను కార్బన్ యోగికము ఆకుపచ్చని రంగుతో ప్రకాశించును.

శుద్ధావస్థలో ప్రకాశించు అకర్బనయోగికములు చాల తక్కువ. సమేరియమ్ సల్ఫేట్, బేరియమ్ ప్లాటినోసైనైడ్ మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, జింకు, టంగ్ స్టేట్ వంటి మూలద్రవ్యములు, యురేనిల్ లవణములు, వజ్రము మొదలగువాటి ప్రకాశిత్యము కొంతవరకు తెలిసిన విషయమే. మలినముతో చేరినపుడు ప్రకాశించు వస్తువులలో సల్ఫైడ్లు, సిలికేట్లు ముఖ్యమైనవి. ఇవి ఏదైన ధాతువుతో చేరినపుడు ప్రకాశము ఇచ్చును. ఈ తరగతిలో చేరినవి ఐదు విభాగములుగ కనపర్చవచ్చును. 1. సోడియమ్, పొటాసియమ్ మూలద్రవ్యముల పేలైడ్లు - వీటిని ప్రకాశింపజేయు మలినములు తాలియమ్, సత్తులు 2. జింకు, కాడ్మియమ్ ధాతువుల సల్ఫైడ్లు - వీటికి

రాగి, వెండి, మాంగనీస్ ఉత్తేజకములుగా ఆచరించును. కాల్షియమ్, స్ట్రోన్షియమ్ ఊరధాతువుల సల్ఫైడ్లకు బిస్మత్తు ఉత్తేజకము ; 3. జింకు, బిరిలియమ్, కాడ్మియమ్, కాల్షియమ్, మగ్నీషియమ్, స్ట్రోన్షియమ్, బేరియమ్, మాంగనీస్ వంటి ధాతువుల సిలికేట్లు వీటిని ఉత్తేజించు మలినములు ; 4. జింకు, అల్యూమినియము ఆక్సైడ్లు క్రోమియమ్తో చేరిన ప్రకాశించును. ధాతువుల టంగ్ స్టేట్లు, మొలిబ్డేట్లు-పై వాటిలో ముఖ్యమైనవి రెండు, మూడు తరగతులు వీటి ముఖ్యవిని యోగము ప్రస్తుతము వాడుకలోనున్న రెలివిజన్ తెరలకు, రాడార్ తెరలకు, ఫ్లోరో సెంట్ దీపములకు కనబడుచున్నది. ఈ విషయమైన ముఖ్యపరిశోధనలు గత రెండవ ప్రపంచమహాసంగ్రామము (1939-45) నందు గావింపబడినవి. ఈ వస్తువులు తయారు చేయు విధమునుబట్టి వీటి ప్రకాశిత్యము ఉండును. ఉదా : కేవలము జింకు సల్ఫైడ్ ప్రకాశిత్యమును చూపదు. ఇది తయారగుచున్నపుడు కొంచెము (0.01%) ఉప్పును చేర్చిన దాని ప్రకాశము బయలుపడును. ఈ జింకు సల్ఫైడ్ కే వెండిని చేర్చినచో నీలిరంగు ప్రకాశమును కనపర్చును. కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్ తో మిశ్రముచేసిన రంగు ఆకుపచ్చగా మారును. రాగి చేర్చినను ఆకుపచ్చ రంగే వచ్చును. కాని తీక్షణత పొచ్చును. రాగి పాలు పొచ్చుచేసిన ఆకుపచ్చ తగ్గి నీలి ఎక్కువగును.

జింకుసిలికేట్ కు మాంగనీస్ కొంచెముగ (0.01%) చేర్చిన ఆకుపచ్చరంగును ఇచ్చును. దీనిని 1200°C వరకు వేడిచేసి వెంటనే చల్లార్చిన ఆకుపచ్చపోయి పసుపు, ఎరుపు వచ్చును. జె. సి. కా.

**ప్రతిక్రియ:** ప్రతిక్రియకు సమానమును, వ్యతిరేకమును అగు ప్రతిక్రియ కలదని న్యూటన్ మూడవ సిద్ధాంతము సూచించును. 'క్రియ'కు 'బలము' అని పేరు పెట్టినపుడు ఈ సూత్రముననే మరొకవిధముగా చెప్పవచ్చును. 'క' అను వస్తువు 'ప' అను వస్తువుపై బలమును ప్రయోగించినపుడు దానికి సమానమైన బలమును వ్యతిరేకదిశలో 'ప' పై 'క' ప్రయోగించును. ఈ బలమునకే ప్రతిక్రియ అందురు. ఉదా : ఒక బల్లపై ఉన్న పుస్తకము బల్లను కొంత బలముతో క్రిందికి నొక్కుగా పుస్తకమును సమాన బలముతో బల్ల పైకి నొక్కును. సమానమును, వ్యతిరేకములును అయిన ఈ బలముల కార్యముచేతనే పుస్తకము స్థావరముగా ఉన్నది.

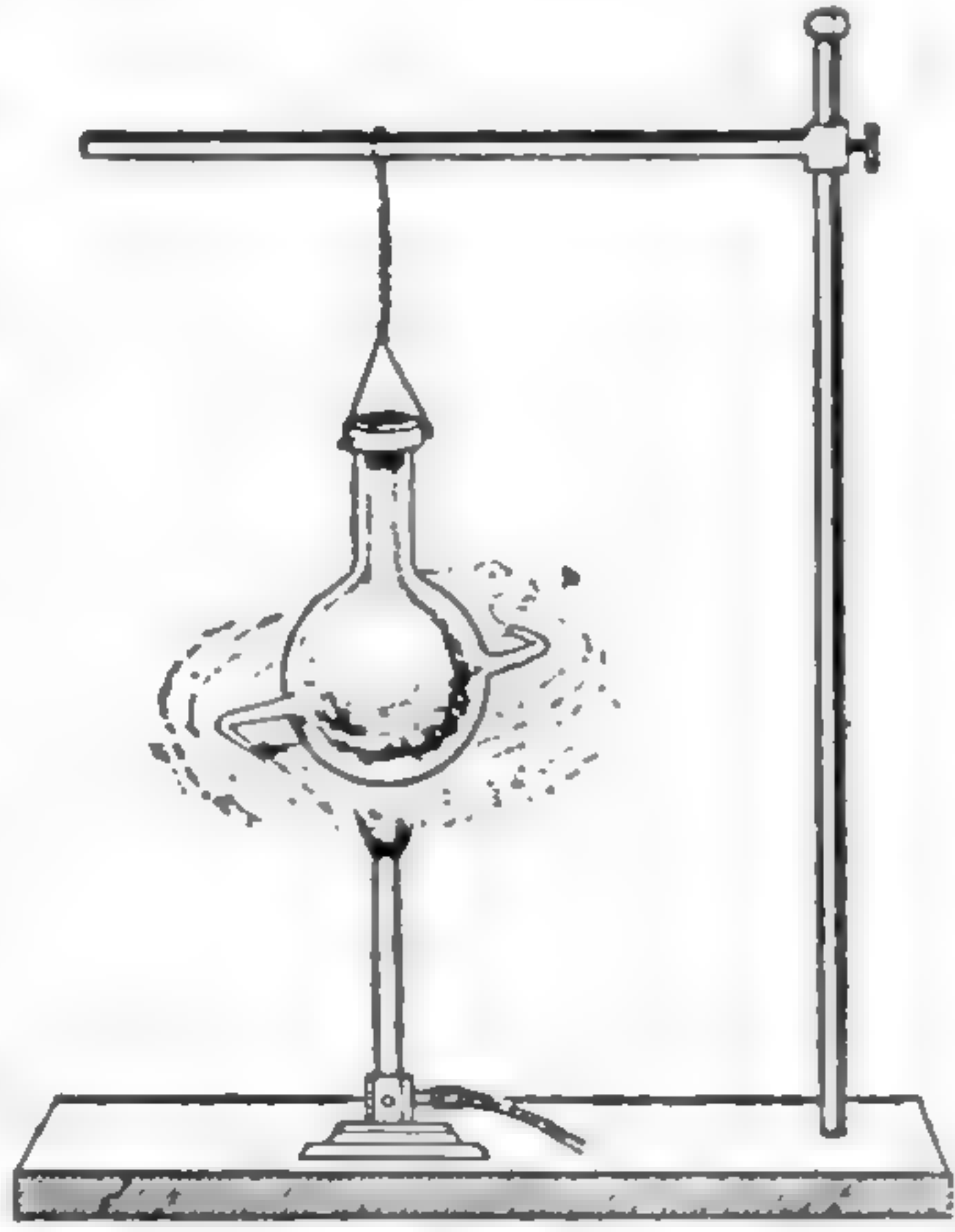
క్రియతోనే ప్రారంభించి క్రియాంతముతో ప్రతిక్రియ అంతమగును. కావున క్రియ, ప్రతిక్రియల కాలములు సమానము. అందుచేత 'ప' పై 'క' కలిగించిన గతిభార



ములో మార్పు 'క' పై 'ప' కలిగించిన గతిభారములో మార్పునకు సమానము. కావున, ఒక పడవలో కూర్చున్న వాడు ప్రక్కనున్న మరొకపడవను త్రోయగా రెండు పడవలును వ్యతిరేకదిశలో నడచును. తుపాకినుండి గుండును ప్రేల్చినపుడు తుపాకి వెనుకకు నెట్టబడును.

ఈ తత్త్వము తారాజువ్యలో, మనకు తారసిల్లుచున్నది. తారాజువ్యలో దానిని ముట్టించినంతనే క్రిందికి మహావేగముగా వేడివాయువులు దూసుకొని వచ్చును. దానిమూలముగా తారాజువ్యకు పైకి ఎగురగల గతిభారము ప్రాప్తించును. అందుచే భూగురుత్వాకర్షణ బలమును ప్రతిఘటించి పైకి ఎగురగలదు. కాని మందు మండిపోయిన పిదప 'ప్రతిక్రియ' లేక తారాజువ్య భూమిపై పడును. అంతరాలములో ప్రయాణముచేసి గ్రహములను చేరుకొనుటకై విజ్ఞానులు నిర్మించుచున్న రాకెట్లు నైతము ఈ తత్త్వముపై పనిచేయునవే.

క్రియ, ప్రతిక్రియల పరస్పర సంఘాతమును చూపించుటకు 'హీరో యంత్రము' అను చిత్రములో చూపిన సాధనము ఎన్నతగినది. ఇది ప్రక్కను 'L' ఆకారముగల గాజుగొట్టములు



హీరోయంత్రము

అతికిన ఒక గాజుకుప్పె. ఈ గాజుకుప్పెమెడకుత్రాడు కట్టి ఒక ఆధారమునకు వ్రేలాడదీసి అందులో కొంచెము నీరు పోయవలెను. కుప్పెక్రింద బున్ నెన్ దీపమునుంచి వేడిచేసిన లోపలి నీరు ఆవిరిగామారి సన్నని గాజుగొట్టముల ద్వారా విసురుతో

పైకి వచ్చును. దీనిమెడ బిరడాతో బిగించబడి ఉండుగాన, ఆవిరి ప్రక్కగొట్టముల గుండానే పోవలయును. ఈ ఆవిరి విసురుతో పైకి వచ్చును. దీనికి ప్రతిక్రియగా గాజుకుప్పెవిరుద్ధదిశలో తిరుగును. గాజుకుప్పె తిరుగుటలో వ్రేలకట్టినత్రాడు మెలికలు పడును. మెలికలుపడి గాజుకుప్పె కొంచెము పైకి ఎగయును. అంతలో కుప్పె కందువేడి తగ్గి ఆవిరి పైకివచ్చుట తగ్గును. పరీక్షించి త్రాడుపొడుగు సరిచూచి క్రియ, ప్రతిక్రియలు రెండును అనగా కుప్పెతిరుగుట వలన త్రాడు మెలికలు పడుటయును, తరువాత త్రాడు

మెలికలు విడుటయును ఒకదాని తరువాత ఒకటి అవిరతముగా కుప్పెలోని నీరు అయిపోవు వరకు జరుగునట్లు ఏర్పాటు చేయవచ్చును. త. న. న. మూ.

**ప్రమాణఘటములు :** ప్రధానమైనవి రెండు రకముల ప్రమాణఘటములు కలవు: అందుఒకటి లాటిమర్ లేదా క్లార్క్ ఘటము. రెండవది వెస్టన్ లేదా కాడ్మియమ్ ఘటము. రెండవది దాని తాపక్రమగుణకము తక్కువగుటచేతను, క్లార్క్ ఘటముకన్న హెచ్చుకాలము మన్నగలుగుటచేతను, ఒకవేళ ప్రమాదముచే ఘటము భరించలేనంతవిద్యుత్ ప్రవాహము దానిగుండా ప్రవహించినను చెడిపోక ఉండుట చేతనున్న మిక్కిలివాడుకలో ఉన్నది.

**క్లార్క్ ఘటము :** ఇందు జింకు పాదరసధాతుమిశ్రమ ధనద్రువము. పాదరసము ఋణద్రువము. జింకుసల్ఫేట్ ద్రావణము విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యముగా ఆచరించును. మర్క్యరస్ సల్ఫేట్ ద్రువనమును అరికట్టు ద్రవ్యముగా పనిచేయును. H ఆకారముగల రెండు గాజుగొట్టముల చేరికయగు ఈ పాత్రలో నిలుపుగాఉన్న రెండుగొట్టముల అడుగునుండి రెండు ప్లాటినమ్ తీగలు అతికిఉండును. ఈ తీగకొనలు విద్యుదగ్రములుగా ఆచరించును. ఒకగొట్టములో పాదరసము అడుగున, దానిపైన మర్క్యరస్ సల్ఫేట్, జింకుసల్ఫేట్లు, కొంచెము నీటితో కలుపగా వచ్చిన ముద్దయును ఉండును. రెండవగొట్టములో నూటికి పదిభాగములు జింకుధాతువు గల పాదరసధాతు మిశ్రమ, దానిపై జింకుసల్ఫేట్ స్ఫటికములు ఉండును. అడ్డగొట్టము పూర్ణముగా నిండువరకును ఈపరికరము జింకుసల్ఫేట్ ద్రావణముతో నింపబడును. గొట్టముల మూతులు బిరడాలతోను, కొవ్వతోను గాలి చొరకుండ మూయబడి ఉండును. దీని విద్యుత్ ప్రేషము  $15^{\circ} \text{C}$  తాపక్రమము వద్ద 1.4323 వోల్టులు.

**కాడ్మియమ్ ఘటము :** దీని ఆకారము పైఘటపు ఆకారమే. ఇందు ధనద్రువము మర్క్యరస్ సల్ఫేట్ ముద్దతో కప్పబడిన పాదరసము, ఋణద్రువము  $12\frac{1}{2}\%$  కాడ్మియమ్ ధాతువు కలిసిన పాదరసధాతుమిశ్రమ (చూ. పు. 488). విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము సంతృప్త కాడ్మియమ్ సల్ఫేట్ ద్రావణము. ఈ ద్రావణమును శాశ్వతముగా సంతృప్త స్థితిలో ఉంచుటకు కాడ్మియమ్ సల్ఫేట్ స్ఫటికములతో నిండి ఉండును.  $20^{\circ} \text{C}$  వద్ద దీని విద్యుత్ ప్రేషము 1.018 V. ఈ రెండుఘటములు నిర్మించుటలో, వాటి నిర్మాణాంగములగు రాసాయనికద్రవ్యములు మిక్కిలిశుద్ధస్థితిలో ఉండవలెను. అదిగాక, వాడుకలో వీటిద్వారా అత్యల్ప



ప్రయోగశాల

ములగు విద్యుత్ ప్రవాహములే పంపవలెను. ఈరెండవ  
వనికై ఘటముతో కూడా శ్రేణిలో ఉచ్చనిరోధము శాశ్వత  
ముగ తగిలించుట

కలదు. ఇవి బాగుగా పనిచేయవలెననిన వీటి విద్యుత్ ప్రేషమును విద్యుత్ మాపక ములతో కనుగొనరాదు.

ప ల న, వోట్లు మర్క్యరస్  
మా ప క ము లో సఫ్ట్ ముద్ద  
ఉచ్చనిరోధకము  
లేక పోవుట చే  
ప్రమాణ ఘటము పాదరసము  
ద్వారా విద్యుత్  
ప్రవాహము అధి  
కముగా ప్రవ  
హించుటచే ఘట  
స్థితి చెడిపోవును.

త. న. న. మూ.

ప్రయోగశాల : శాస్త్రవేత్తలు ప్రయోగములను చేయుటకు అనువుగా వివిధ పరికరములతో కూడి ఉన్న శాలను ప్రయోగశాల అందురు.

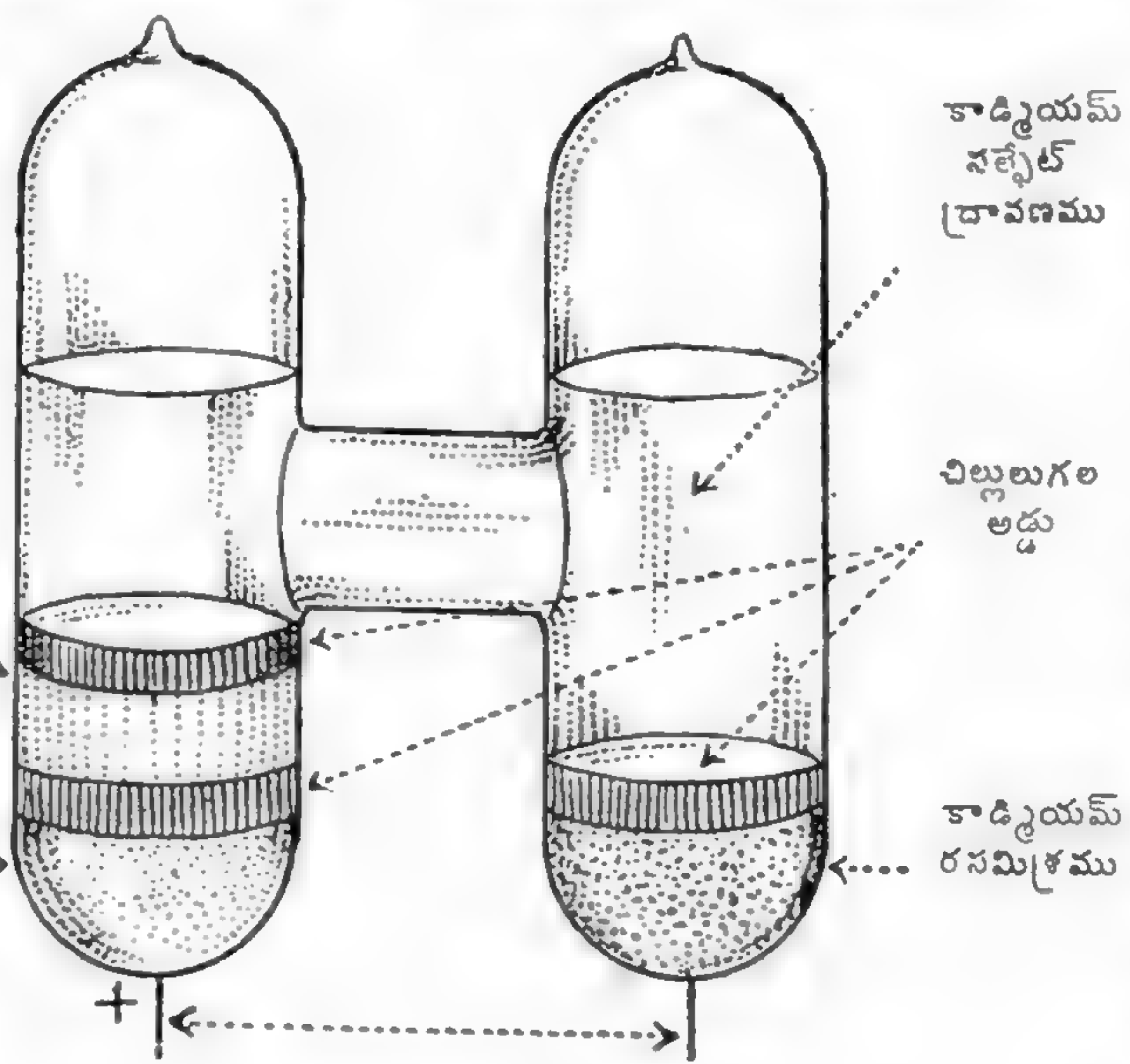
ఈ ప్రయోగశాలలను ముఖ్యముగా మూడురకములుగా విభజించవచ్చును. పాఠశాలలలోను, కళాశాలలలోను, ఉండు ప్రయోగశాలలు ఒకరకము. ఈ ప్రయోగశాలలందు పాఠ ప్రయోగములనే తిరిగి కావించి విద్యార్థులకు శాస్త్రపద్ధతిని గరపుదురు. ఇట్లుగాక, కొన్ని ప్రయోగశాలలలో కేవలము నూతనవిషయాన్వేషణదృష్టితోనే ప్రయోగములు జరుపుదురు. వీటికే పరిశోధనాగారములని కూడ పేరు. ఇక పారిశ్రామిక ప్రయోగశాలలని మరొక రకము ; వ్యాపారవస్తువులను లాభసాటిగా తయారుచేయుటకు అనువగు పద్ధతులను అన్వేషించుటకై ఇవి నిర్మితములు.

పూర్వకాలమందు ప్రయోగశాల లుండెడివికావు. పరమాణుభారములను నిర్ణయింపగలిగిన స్పీడన్ దేశపు శాస్త్రవేత్త బర్జీలియస్ యొక్క ప్రయోగశాల అతని వంటి ఇల్లు! కాని, గత అర్ధశతాబ్దములో ప్రపంచమందు నలుమూలల అనేక ప్రయోగశాలలు వెలసినవి. ప్రజల జీవితము శాస్త్రవృద్ధితో పెనవేసికొనిపోవడమే దీనికి కారణము.

యుద్ధసమయములో కావలసిన ఆయుధసామగ్రి, శాంతి  
సమయములో మానవునకు ఆవశ్యకమైన జీవితావసర

వస్తువులు - అన్ని  
యు ఈ ప్రయోగ  
శాలలలో తయారయినవే. తయారగుచున్నవి కూడాను.

ఇండియాలో  
కూడ స్వాతంత్ర్య  
సంఘటనలను  
అనేకమైన  
పరిశోధనాగార  
ములు స్థాపించ  
బడినవి. అందు  
మ్యాథిల్స్ లోని  
జాతీయభౌతిక  
విజ్ఞాన పరిశోధ  
నాగారము,  
పూనాలోని జాతీ  
యరాసాయనిక



1.018185 వోల్టలు  
20°C వద్ద

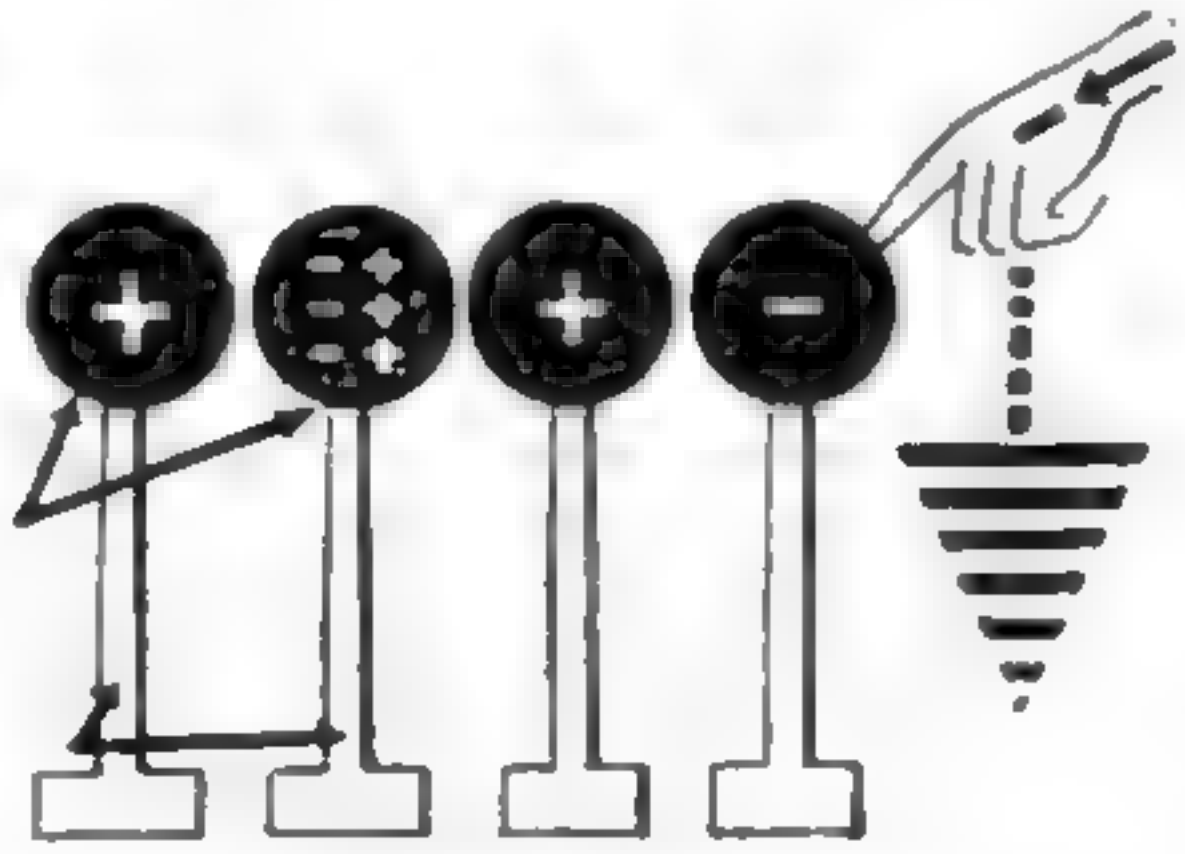
కాడ్మియమ్ లేదా వెస్టన్ ప్రమాణఘటము.

శాస్త్రపరిశోధనాగారము, జంషెడ్ పూరులోని జాతీయ  
థాతుశోధన పరిశోధనాగారము ముఖ్యమైనవి. ఈ వివిధ  
పరిశోధనాగారములలో ఆయా శాస్త్ర విషయములకు  
సంబంధించిన నూతన పరిశోధనలు జరుగుచున్నవి. ఉదా  
హరణముగా సౌరశక్తి (సోలార్ ఎనర్జీ) ఉపయోగించి పని  
చేయు(సోలార్ కుకర్)ను, ఎన్నికలలో ఓటర్లకై, వ్రాసిన  
చెరిగిపోని సిరాయును న్యూఢిల్లీలోని జాతీయ భౌతికవిజ్ఞాన  
పరిశోధనాగారములో తయారుయినవే.                      మే. ప. న.

ప్రరోచనము, విద్యుత్తు: ఒక వాహకమునందు విద్యుత్తు దావేశమును కలిగించుటకు మూడువిధానములు ఉన్నవి. ఇందులో మొదటిరెండును వాహకములో విద్యుత్ ప్రవాహమును ఉద్భవింపజేయును. మొదటిపద్ధతి: అయస్కాంత క్షేత్రములో వాహకమును కదలునట్లు చేయుట లేదా వాహకముచుట్టుఉన్న అయస్కాంత క్షేత్రబలమును శీఘ్రముగా మార్చుట. దీనికి విద్యుత్ అయస్కాంత ప్రరోచనమని పేరు. రెండవపద్ధతి: ఆవర్తివిద్యుత్తు (ఎ. సి.) ప్రవహించుచున్న ఒక వాహకముదగ్గర ఇంకొక వాహకమును ఉంచుట. దీనికి పరస్పర ప్రరోచనము అని పేరు. మూడవ పద్ధతియే విద్యుత్ ప్రరోచనము. దీనికి స్థిర విద్యుత్ ప్రరోచనము అనికూడ పేరు కలదు.



ధనవిద్యుదావేశముగల ఒకగోళము (క్రిందిచిత్రములో మొదటిగోళము) వద్దకు ఆవేశరహితమగు గోళమును ఒకదానిని తాకకుండు నట్లు తీసికొనివచ్చిన రెండవదానిలోవిద్యుత్తు ప్రరోచితమగును. ఈ ప్రరోచనక్రియలో రెండవ గోళమందు ముందు సమతాస్థితిలో ఉన్న విరుద్ధావేశములు



ధనవిద్యుత్ ప్రరోచనము

విడిపోయి, ఋణావేశములు మొదటిగోళమువైపు ఆకర్షించబడి రెండవగోళములో ఎడమవైపున ప్రోగగును. తత్ఫలితముగా ధనావేశములు ఆగోళముమీదనే కుడివైపున ప్రోగగును. ఈస్థితిలో రెండవగోళమును మొదటిదాని దగ్గరనుంచి దూరముగా తీసికొనిపోయినచో మొదటి గోళపు స్వభావము దూరస్థమగుటచే రెండవగోళమందలి విరుద్ధావేశములు పరస్పరము రద్దుచేసికొని గోళము ఆవేశ రహితమగును. కాని, మొదటిదానికి దగ్గరగా ఉన్నస్థితిలో, రెండవగోళమును మనచేతితో తాకిన మొదటిగోళము నకు దూరముగా ఉన్న ధనావేశము మనశరీరముగుండా భూమినిచేరి గోళముపై ఋణావేశము నిలిచి ఉండును. ఈపర్యవసానమును విద్యుత్ ప్రరోచనమందురు. మే. వ. స.

**ప్రరోచనవేష్టనము:** ఇది ఒకతీగచుట్ట. దీనిలోపల ఉన్న తీగచుట్టలలో ప్రవహించుచుండు ఋజు (డి. సి.) విద్యుత్ ప్రవాహమునందు, పడేపడే విరామమును కలుగజేయుటచే, ఇందు ఆవర్తి (ఎ. సి.) విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రేరితమగును. ఇందు, పైనున్న రెండవతీగచుట్ట, లోనున్న తీగచుట్టకంటె చాల పొడవైనదగుటచే, పైతీగలో ప్రరోచితమగు ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహపుశక్తి ఋజుప్రవాహవిద్యుత్ శక్తికన్న చాల హెచ్చుగ ఉండును. ఇదియే పరివర్తక్రియాసూత్రము. ప్రరోచన పరివేష్టన ముఖ్యాంగము మెత్తటి ఇనుముతో తయారైన కాడల గుత్తిపై చుట్టబడిన పృథక్ కృతమైన రాగితీగ. దీనిగుండ ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవహించుచుండును. దీనికి ఆద్య లేదా ప్రథమవేష్టనము అనిపేరు. దీనిపై పృథక్ కృత ద్వితీయవేష్టనము ఒకటి చుట్టబడి ఉండును. ప్రవాహ భంజకము అను చిన్నఉపకరణమునహాయమున ఆద్యవేష్టన మందలి ఏకమార్గ ప్రవాహమును త్వరితముగ ఘటన, విఘటనలకు లోనుచేయుదురు. ఆద్యవేష్టనము ఒకవిద్యుత్ సంఘనకముతో కలిసి ఉండును. విఘటితమైనపుడు ప్రవాహము ప్రవహించుటకు మార్గమును గలుగజేయుట

యును, భంజక సంస్కర్షణిందువుల మధ్య స్ఫులింగములు రాకుండచేయుటయును ఈసంఘనకముయొక్క ముఖ్య ప్రయోజనములు. ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము ఆద్యవేష్టనమును ప్రవేశించి, దానిలో ప్రవహించి, విద్యుత్ మటమును తిరిగి చేరును. ఈ విద్యుత్ ప్రవాహకారణమున ఆద్యవేష్టనపు ఆయనగర్భము అయస్కాంతితమగును. భంజకమునకు సంబంధించిన ఇనుపముక్క నొకదానిని, ఈఅయస్కాంతము తనవైపుకు లాగుకొనును. ఇది కారణముగ ఆద్యవేష్టన మందలి విద్యుత్ ప్రవాహమునకు భంగము కలుగును. ఇట్టి స్థితిలో ఆయనగర్భము తనఅయస్కాంతత్వమును కోలు పోయి, భంజకమునకు చెందిన ఇనుపముక్కను వదలి వేయును. భంజక పత్రము వెనుకకు దాటి మరల ప్రవాహ పరిపథమును సంవృతముగా ఒనర్చును. ఇప్పుడు మరల ఆయనగర్భము అయస్కాంతమై భంజకమునకు తగిలించిన ఇనుపముక్కను మరల ఆకర్షించును. ఇట్లు విద్యుత్ ప్రవాహపరిపథము అతిశీఘ్రముగా వివృతి, సంవృతి వినిమయములకు లోనగును. ద్వితీయవేష్టనములో తంతు వలయములసంఖ్య చాల ఎక్కువ కావున ఆద్యవేష్టన ప్రవాహమందు అతిశీఘ్రసంవృతి, వివృతి వినిమయసంపాదనచే, ద్వితీయవేష్టనమందు అత్యధికమగు శక్తిప్రరోచితమగును. ద్వితీయ వేష్టనమందు ప్రవాహ పరిపథపు వివృతి సంవృతులలో విరుద్ధచిహ్నములుగల శక్తిప్రరోచితమగుటచే, దాని అగ్రములనుండి లభించు విద్యుత్తు ఆవర్తి స్వభావము కలది. అనగా, ఒక అర్థఆవృత్తిలో ఋణ విద్యుత్తు మరుచటిదానిలో ధనవిద్యుత్తు లభించుచుండును. అందుచే, ప్రయోగశాలలో ప్రరోచకవేష్టనమును ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రభవస్థానముగా ఉపయోగింతురు. నేడు పారిశ్రామిక విద్యుత్ కార్యములందు ప్రరోచకవేష్టనముల స్థానమును, పరివర్తకములు, శూన్యవాళప్రదోళకములు ఆక్రమించినవి. కాని, మోటారుయంత్రములలో గాసోలీన్ వాయుమిశ్రమమును జ్వలింప చేయుటకును, విద్యాధి ప్రయోగశాలలలో ఆవర్తితవిద్యుత్ ప్రభవస్థానముగను చిన్నచిన్న ప్రరోచనవేష్టనములు ఇంకను వాడుకలో ఉన్నవి. మే. వ. స.

**ప్రవాహిస్థితీశాస్త్రము (ప్రాడ్రోస్టాటిక్స్):** ప్రాడ్రోస్టాటిక్స్ అను ఇంగ్లీషుమాటకు జలస్థితీశాస్త్రము అనిపేరు. ఈ శాస్త్రము ఒక్కజలస్వభావమునేకాక ఇతర ద్రవ ద్రవ్యముల, వాయుద్రవ్యముల స్వభావమునుకూడ చర్చించును. ద్రవద్రవ్యములకు, వాయుద్రవ్యములకు ప్రవహించుట సామాన్యసహజగుణమగుటచే ఈ రెండు స్థితులను ప్రవాహాలు (ప్రవహించునవి) అని సామాన్యముగా చెప్ప



## ప్రవాహిస్థితశాస్త్రము

వచ్చును. ప్రవాహిధర్మనిరూపణ చారిత్రకముగా దృష్టాంత ప్రవాహియగు జలముయొక్క స్వభావపరీక్షతోనే ఆరంభ మగుటచే, ఈ శాస్త్రమునకు జలస్థితశాస్త్ర మని పేరు వచ్చినది. కాని, మనము ఈ శాస్త్రమునకు మనభాషలో నామకరణము చేయునపుడు ద్రవ, వాయు ద్రవ్యములకు సామాన్యనిరూపకమగు ప్రవాహిపదమును స్వీకరించుటయే సమంజసము. అందువలన ఈ శాస్త్రమునకు 'ప్రవాహిస్థిత శాస్త్రము' అను పేరు ఉచితము. ఈ శాస్త్రము నిశ్చల ముగాఉన్న ప్రవాహముల, అనగా, ద్రవ, వాయుద్రవ్య ముల, సామాన్యస్వభావమును పరీక్షించును. చలించుచున్న ప్రవాహముల స్వభావమును నిరూపించునది హైడ్రాలిక్స్ (చలన్ ప్రవాహిశాస్త్రము) అను మరియొకశాస్త్రము ఉన్నది.

పాత్రప్రక్కలపై గాని, క్రిందితలముపై గాని, లేదా దాని సంపర్కములోఉన్న మరి ఏ ఇతరతలముపై గాని పాత్రలో నిశ్చలముగాఉన్న ప్రవాహి నెరపుబలము ఈశీర్షికలో చర్చనీయవిషయము. ఇదిగాక ప్రక్కప్రక్కలఉన్న నిశ్చల ప్రవాహి భాగములు ఒకదానిపై ఇంకొకటి ఎట్లు బలముల నెరపునో అనువిషయముకూడ చర్చించబడును.

ఏదేనితలముపై దాని అంటిపెట్టుకొనిఉన్న ప్రవాహి నెరపు బలమును విశదముగా తెలిసికొనుటకు  $\Delta A$  అను ఆ తలపు అత్యల్ప వైశాల్యముపై పరగు బలమును గణించ వలయును. అట్టి యూనిట్ రూపమునఉన్న వైశాల్యముపై పరచు బలమునకు ప్రవాహిప్రేషము అని పేరు. అత్యల్ప పరిమాణముగల వైశాల్యము  $\Delta A$  పై నున్న ప్రవాహి బలము  $\Delta F$  అనుకుందము. వైశాల్యము అత్యల్ప మగుటచే  $\Delta A$  సమతలము అని భావించవచ్చును. అప్పుడు క్రింది ప్రమేయములను సాధించవచ్చును :

1.  $\Delta F$ ,  $\Delta A$  పట్టి ఉండును ;
2.  $\Delta A$  కు ఎప్పుడును లంబదిశలోనే  $\Delta F$  వ్యాపించును;
3.  $\Delta A$  ఏ దిశకు అభిముఖముగానున్నను  $\Delta F$  విలువ ఒక్కటే ;

4.  $\Delta F/\Delta A$  అను భాగఫలము ప్రవాహియందున్న  $\Delta A$ పై నున్న ప్రవాహిప్రేషమును తెలుపును. ప్రవాహి ప్రేషసమగ్రనిరూపణ 1, 2, 3 అను పైని పొందుపరచిన ప్రమేయములపై ఆధారపడి ఉన్నది. ఈ సమగ్రనిరూప ణను చేసినవాడు బ్లెయిజ్ పాస్కల్ (1623-1662) అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు.  $\Delta F/\Delta A$  వైశాల్యయూనిట్ పై నున్న ద్రవప్రేషమును తెలియచేయును. పైని పేర్కొనిన 3 అను దానికి పాస్కల్ సూత్రము అని పేరు. దీనిని పై 1, 2 ల నుండి సులభగణితమువలన సాధించవచ్చును. ప్రాయోగిక

ముగా ఈ క్రిందివిధమున ఈసూత్రముయొక్క సత్యమును నిరూపించవచ్చును.

రబ్బరుపొరతో మూయబడిన ముఖముగల గిన్నె క్రింది చిత్రములో చూపబడినది. ఈగిన్నెలోఉన్న గాలిని కొంత వరకు రేచకయంత్రముచే పైకి వెడలనంపినచో రబ్బరు పొర లోపలికి లొత్తబడును. గిన్నెలోను ఏ దిక్కునకు



అభిముఖముగా పెట్టి నను లొత్తవడినపొర ఆకారము మారదు. ఈ ప్రయోగము 'గిన్నె చుట్టును ఉన్న వాతా వరణములోని ప్రేషము ఒక స్థానమున అన్ని దిక్కులను సమానముగా ఉండును' అన్న విషయ మును వెల్లడి చేయు చున్నది. ఈ గిన్నెను

అండాలోఉన్న నీటిలో ఒకపరిమితి గల లోతులోఉంచి, ఆ స్థానములో ఇటునటు త్రిప్పినకూడ లొత్తవడినపొర ఆకారము మారదని చూపించవచ్చును. ఈ ప్రయోగము ప్రవాహియందొక స్థానమున అన్ని దిక్కులను ప్రవాహి ప్రేషము సమానమని నిరూపించుచున్నది.

ప్రవాహియందు ఎల్లెడల ప్రేషము సమానమగునపుడు అట్టిప్రేషమును సమరూపప్రేషము అందుము. ప్రేషము విలువ, స్థానమునుపట్టి మారుచుండిన, అట్టిప్రేషమునకు విషమ రూపప్రేషము అందుము.

ఒకగదిలోఉన్న వాతావరణప్రేషము గదిలో క్రిందను గాని, మీదనుగాని, కుడివైపునగాని, ఎడమవైపునగాని ఎక్కడనైన ఇంచుమించు ఒకరీతిగానే ఉండును. కాని, అండాలో నీటియందు ప్రేషము లోతునకు పోయినకొద్ది ఎక్కువ అగుచుండును.

ప్రవాహిపై భూమ్యాకర్షణబలము లేనిపరిస్థితులలోనిశ్చలముగాఉన్న ప్రవాహిశరీరమందు ఎచ్చటనైన ప్రేషము ఏకరూపముగానే ఉండును. ప్రవాహిభూమ్యాకర్షణబల మునకు లోనైనపుడు ప్రవాహిశరీరమందు ప్రేషము అన్ని చోట్లను ఏకరూపముగా ఉండదు.

గంగాశములో ఉన్న నీటిపై భూమికి ఆకర్షణశక్తి ఉన్నది. అట్టి నీటిలో ఏదేనిక్షితిజసమానాంతర సమతల ములో ఏదిక్కుననైన ప్రేషము ఒక్కటియే.

నిజముగా భూమిగురుత్వాకర్షణబలమునకు వశముగాని ప్రవాహియే ఉండనేరదు. గాలిఅణువులు వ్యాకోచన



స్వభావము గలిగినవగుటచే గురుత్వాకర్షణశక్తిని కొంత ప్రతిఘటించును. అందుచే, గాలి గురుత్వాకర్షణశక్తికి లోనుగానట్టి ప్రవాహిగుణమును కలిగియున్నదనుకొనవచ్చును. జలమువలె సాంద్రమగు ఏప్రవాహిపై నయినను గురుత్వాకర్షణబలము ఉండకతప్పదు. అట్టి ప్రవాహిలో లోతు ఎక్కువగుకొలది ప్రేషముకూడ ఎక్కువగుచుండును.

ద్రవపు పైతలమున ప్రేషము  $p_1$  యున్న,  $x$  సెంటీమీటరుల లోతున ప్రేషము  $p$  యున్న అయినపుడు  $p = p_1 + xhg$  అను సమీకరణమును సులభగణితముతో సాధింపవచ్చును. ఇక్కడ 'h' ద్రవసాంద్రత, 'g' గురుత్వాకర్షణఫలమగు త్వరణము. ఈసమీకరణమును ఈ క్రింది విధమునకూడ వ్రాయవచ్చును.  $p - p_1 = xhg$   $x$  ను సెంటీమీటరులలోను,  $h$  ను క్యూబిక్ సెంటీమీటరునకు ఇన్ని గ్రాములు అని గ్రాములలోను,  $g$  ని సెంటీమీటరు<sup>2</sup>లలోను తెలిపిన  $(p - p_1)$  డైన్లలో సిద్ధమగును. (చూ. ఆర్కిమీడిజ్ సూత్రము). డి. పి. సి.

ప్రస్ఫురణము : చూ. కాంతి భౌతికశాస్త్రము.

ప్రాసియోడిమియమ్: రాసాయనికమూలద్రవ్యము.

పరమాణ్వంకము 59; సంకేతము Pr; పరమాణుభారము 140.91; దీని ఉనికిని బార్ ఫాన్ వెల్ట్ బాచ్ 1895 లో కనుగొనెను. ద్రవాంకము 935°C; విశిష్టగురుత్వము 6.48; పింగాణి, గాఢ పరిశ్రమలో వాడుదురు. \* \* \*

ప్రీస్ట్లీ, జోసెఫ్ (1733 - 1804): ఇంగ్లీషు రాసాయనికుడు; ఆక్సిజన్ అవిష్కర్త; (చూ. రాసాయనిక విజ్ఞానము నవీనయుగము - పు. 79).

ప్రేరణము (కెటాలిసిస్): అల్ప పరిమాణముగల ద్రవ్యము ఒకటి శాశ్వత పరివర్తనమును పొందకుండ, రాసాయనికపు మార్పుగల వేగమును మార్పు (పెంచుపు, లేదా తగ్గిపు) చెందునట్లు చేయు విధానమును ప్రేరణమందురు. మార్పుయొక్క వేగమును పెంచుచువిధానమును పోషక ప్రేరణమనియు, తగ్గించు విధానమును నిరోధకప్రేరణమనియు అందురు. అట్టి మార్పులను కలుగజేయు ద్రవ్యములను క్రమముగా పోషకములు, నిరోధకములు అని వ్యవహరింతురు. హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ విషయమున మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ పోషకము: ఆసిటానిలైడ్ నిరోధకము.

కొద్దిపాటి ప్రేరకము ఎంత పరివర్తనమునైనను సాధించగలదు. అనగా దాని సామర్థ్యమునకు మేరయేలేదు. మార్పు ముగిసిన వెనుక ప్రేరకమును పూర్తిగ సంపాదించవచ్చును. పరివర్తనీయక్రియలయందలి రెండు ప్రక్రియల గమనవేగము అది సరిసమానముగా మార్పును.

ఆకారణమున సమానస్థితిమారదు. ప్రేరకము రాసాయనిక ప్రక్రియల గమనవేగమును మార్పుగలదేకాని వాటిని ఆరంభించలేదనువాదమునకు నేటికాలమున ప్రాముఖ్యములేదు.

ఇతర ద్రవ్యములు అత్యల్పముగ ప్రేరకములందు చేరి ఉండుటవలన వాని ప్రేరకధర్మములు మారును. చేరికవలన ప్రేరకముల సామర్థ్యమును పెంపొందించు ద్రవ్యమును వర్ధకము అనియు, హీనపరచుదానిని ప్రేరకగుణనిరోధకము లేదా విషమనియు అందురు. హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్ల నుండి అమోనియాను తయారుచేయు ప్రేరణ విధానమున ఇనుము ప్రేరకమును ఉత్తేజింపజేయు వర్ధకము అల్యూమినియము ఆక్సైడ్. అదే మార్పునందు కార్బన్ మోనాక్సైడ్, ఆర్సీన్ (పాషాణము హైడ్రోజన్ యోగికము), ఫాస్ఫీన్ (భాస్వరము హైడ్రోజన్ యోగికము), హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్, ప్రేరకగుణనిరోధకములుగా ఆచరించును.

సంయోగించు ద్రవ్యములును, ప్రేరకమును ఒకేస్థితియందు ఉన్నచో ఆ మార్పును సజాతీయప్రేరణము అందుము. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను తయారు చేయుటకు ఉపయోగించు ఛేంబర్ విధానమందు (చూ. పు. 315) సంయోగద్రవ్యములగు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్, ప్రేరకద్రవ్యములగు నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ ఈ మూడును వాయుస్థితిలో ఉండును. గనుక, ఈ విధానము సజాతీయ ప్రేరణమునకు ఉదాహరణము. ఇట్లే పంచదారద్రావణమును గ్లూకోస్ గాను, ఫ్రక్టోస్ గాను విచ్ఛేదించు ప్రేరకద్రవ్యములగు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ కూడ ద్రావణస్థితియందు ఉండుటచే ఇదికూడ సజాతీయప్రేరణ వ్యవస్థయే.

సంయోగద్రవ్యములు, ప్రేరకద్రవ్యము వేరువేరు స్థితులందు ఉన్నచో ఆ మార్పును విజాతీయప్రేరణము అందురు. సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ను తయారుచేయు ప్రక్రియయందు సంయోగద్రవ్యములగు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్ వాయుస్థితిలోను, ప్రేరకద్రవ్యమగు ప్లాటినమ్ ధాతువు ఘనస్థితిలోను ఉండుటచే ఈ విధానము విజాతీయ ప్రేరణము అని అనిపించుకొనును.

సంయోగఫలముగా లభించిన ద్రవ్యమువలన చోదితము అగు క్రియలకు స్వతఃప్రేరితములు (ఆటో-కెటాలిసిస్) అందురు. కొన్ని రాగి మేకులపై నైట్రిక్ ఆసిడ్ పోసినపుడు ప్రారంభమున రాసాయనికక్రియ గుర్తించుటకు విలులేనంత మందముగా ఉండును. కాని కొన్నినిమిషములైన తరువాత రాసాయనికపు మార్పు అత్యంతశీఘ్రగమనముతో నడచును. దీనికి కారణము నైట్రిక్ ఆసిడ్ రాగితో సంయోగించుటవలన ఏర్పడిన ఫలితద్రవ్యమగు



## ప్రేరణము

నైట్రస్ ఆసిడ్ ప్రేరకముగా ఆచరించును. ప్రారంభమున నైట్రస్ ఆసిడ్ లేకపోవుటచే క్రియావేగము చాల మందముగా ఉండును. నైట్రస్ ఆసిడ్ రూపుమాపు యూరియాను కొంచెము ప్రక్రియకు ప్రారంభమున కలిపినచో నైట్రక్ ఆసిడ్ రాగితో సంయోగించుచిహ్నాలే ఉండవు. అందువలన నైట్రస్ ఆసిడ్ ఈ ప్రక్రియయందు ప్రేరకమును ఊహ రుజువు చేయబడినది.

పై ప్రక్రియలో సంయోగఫలముగు నైట్రస్ ఆసిడ్ ప్రక్రియావేగమును పెంపొందించి పోషకముగా ఆచరించినది. సంయోగఫలము నిరోధకముగా ఆచరించుప్రక్రియలు కూడ కలవు.

ఉదా : నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో వేడిచేసినప్పుడు ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ కార్బన్ మోనాక్సైడ్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, నీరు, ఈ మూడుద్రవ్యములుగా విడిపోవును. ఈ విచ్ఛేదన కార్యమందు ఏర్పడిన నీరు ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ విచ్ఛేదనక్రియయొక్క వేగమును తగ్గించును. అందువలన ఈ ప్రక్రియ స్వీయనిరోధకముగా కనపట్టుచున్నది.

ప్రేరకద్రవ్యముల పరిమాణము ఎంత హీనముగా ఉన్నను రాసాయనిక ప్రక్రియలు కొనసాగుచు ఉన్నవి. అనగా సామాన్యరాసాయనిక ప్రక్రియలకు అన్వయించు భారనియమములు ప్రేరకద్రవ్యములకు వర్తించవు. ఇట్టి విచిత్ర ప్రక్రియలు ఎట్లు జరుగును అను విషయమును వివరించుటలో రెండు సిద్ధాంతములు ప్రచారములో ఉన్నవి: 1. మాధ్యస్థయౌగికవాదము; 2. అధిచూషణ వాదము.

మాధ్యస్థయౌగిక వాదము : సంయోగ ద్రవ్యములలో ఒకటి ప్రేరకముతో సంయోగించి అత్యంతాస్థిరము, అందువలననే చురుకైనదియు అగు మాధ్యస్థద్రవ్యము ఏర్పడును. ఈ మాధ్యస్థద్రవ్యము మిగిలిన సంయోగద్రవ్యముతో సంయోగించి, ఫలితద్రవ్యము, మరల ప్రేరకము తయారు అగునని ఈ వాదమునందు భావింపబడుచున్నది. ఇందుకు ఉదాహరణము సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయుటకు వాడుకలో ఉన్న ఛేంబరు విధానములో మొదట సంయోగ ద్రవ్యములలో ఒకటియగు సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ నీటిఆవిరితో సంయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడును :



ఈ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వాయుమిశ్రములో ఉన్న నైట్రోజన్ డై ఆక్సైడ్ తో సంయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, నైట్రక్ ఆక్సైడ్ ను ఏర్పడును :



ఈ విడివడిన నైట్రక్ ఆక్సైడ్ వాయుమిశ్రములో ఉన్న ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి మరల నైట్రోజన్ డై ఆక్సైడ్ ఏర్పడును :



ఇటులనే ప్రక్రియ ఆవర్తకమున నడచుచుండును.

అధిచూషణ వాదము : ప్రధానముగా విజాతీయ ప్రక్రియలలో సంయోగద్రవ్యములు వాయుస్థితిలోగాని, ద్రావణ స్థితిలోగాని ఉండవచ్చును. ప్రేరక ద్రవ్యములప్పుడును ఘనస్థితిలో ఉండును. అణుసాంద్రత హెచ్చగుకొలది రాసాయనిక క్రియావేగము వృద్ధిచెందును. ఘనస్థితిలో ఉన్న ప్రేరకద్రవ్యముయొక్క ఉపరితలముపై సత్యయుత స్థానములు ఉండుననియు, సంయోగద్రవ్యములు ఆ స్థానములపై ప్రోగగుటచే వాటి అణుసాంద్రత అధికమై ప్రక్రియావేగము వృద్ధిపొందుననియు ఈ వాదమునందు సూచించబడినది. ప్రేరకద్రవ్యముల ఉపరితల విస్తారమే ఈ ప్రేరకమునకు కారణము అను అభిప్రాయము ప్రయోగముచే రుజువుచేయవచ్చును. ఘనస్థితిలో ఉన్న ప్రేరక ద్రవ్యము ఎంత సూక్ష్మవిభక్త స్థితిలో ఉండిన దాని ప్రేరక ప్రభావము అంత ఎక్కువ అగును.

ఏలన ఒక ఘనద్రవ్యము సూక్ష్మముగా విభజించబడు కొలది దాని ప్రత్యేకకణముల మొత్తపు ఉపరితలము హెచ్చగుచునే ఉండును. అందువలననే ధాతువులు సూక్ష్మ విభక్తస్థితియందే ప్రేరకములుగా పనిచేయును. కాని సంయోగద్రవ్యములన్నియు ప్రేరకద్రవ్యోపరితలముపై సమానముగా ప్రోగైనచో ప్రక్రియ సాగదు. ఏలన ప్రోగైనద్రవ్యములు ప్రేరకద్రవ్యములతో సంయోగించి అస్థిరమగు యౌగికములు ఏర్పడును. ఈ యౌగికములు ప్రేరకద్రవ్యోపరితలముపై బంధితములై ఉండుటచే, వాటి స్వేచ్ఛాగమనమును కోలుపోవును. ఇట్లు సంయోగ ద్రవ్యములన్నియు ప్రేరకద్రవ్యోపరితలముపై తగులు కొనిన ప్రక్రియ జరుగుటకు కావలసిన సంయోగద్రవ్యముల సంఘర్షణకు అవకాశమే లేదు. అట్లుగాక సంయోగ ద్రవ్యములలో ఏదయినఒకటి ప్రేరకతలముపై ప్రోగైనచో దాని అణువులు అచలస్థితిలో ఉండును. ఇట్టి బంధితాణువులతో వాయుస్థితియందుగాని, ద్రావణస్థితియందుగాని స్వేచ్ఛగా చలించుచున్న తక్కిన సంయోగద్రవ్యాణువులు సులభముగా సంఘర్షించును. అందువలన రెండు సంయోగ ద్రవ్యములు వాయుస్థితిలోగాని, ద్రావణస్థితిలోగాని ఉన్నప్పటికన్న ఒకటి బంధితమైయున్న అవస్థలో సంయోగాణువుల మధ్య జరుగు సంఘర్షణల సంఖ్య అమితముగా పెరుగును. పరుగెత్తుచున్నవానిని పట్టుట కష్టము



ంధితుడు సులభముగా పట్టువడును. ఈ సంఘర్షణం భౌతికశయమే ప్రక్రియావేగమునకు కారణము.

సంయోగశీలములగు ద్రవ్యాణువులు సంఘర్షించి లితద్రవ్యములు ఏర్పడుటకుముందు అణువులు ఉత్తేజితమై ఉండవలెను. ఉత్తేజితాణువులు అనగా వ్యవస్థలోఉన్న హామూలు అణువులకన్న పరిధముచే నైన పాచ్యశక్తిని సంపాదించిన అణువులు. ఉత్తేజనశక్తిరాశి అధికమగుచో దానిని అణువులు సులభముగా సంపాదించలేవు; కనుక ప్రక్రియ వేగముగా జరుగదు. దీనికొక ఉదాహరణము: నీమా టెక్సెట్టు విలువ మిక్కిలి ఎక్కువైనచో సామాన్య హానవునికి అందుబాటులో ఉండదు. ఎవరో కొద్దిమంది నికులే ప్రదర్శనమును చూచుట జరుగును; అనగా నీమాప్రేక్షకులసంఖ్య తగ్గును. అట్లుకాక టెక్సెట్టువిలువ ఎక్కువైనచో సామాన్యజనుని అందుబాటులో ఉండును. ఈ సౌలభ్యముచే ప్రేక్షకులసంఖ్య అధికమగును. అటులనే ఉత్తేజనశక్తి అధికమైనచో దానిని సంపాదించగల అణువులు వాలకొద్దిగా ఉండును; ప్రక్రియ మందముగా సాగును. ఉత్తేజనకు ఆవశ్యకమగు శక్తి తక్కువైనకొలది ఈ శక్తిని సంపాదించగల అణువులసంఖ్య ఎక్కువగును; ప్రక్రియ ఘ్రుముగా సాగును. ఈ సూచనలనుసరించి ప్రేరక ద్రవ్యముయొక్క చర్యను బోధపరచుకొనవచ్చును. ప్రేరకము ఎటులనో ఉత్తేజనకు కావలసినశక్తిని తగ్గించి ప్రక్రియ అందు మార్పునుచెందు అణువులయొక్క సంఖ్యనుపాచ్చింపును. అందుచే ప్రక్రియావేగము అధికమగును. ఇది సజాతీయ, విజాతీయ ప్రేరణములు రెండింటికిని సామాన్యము.

ప్రేరకముగ వర్తింపని ద్రవ్యములు, తత్త్రియాచోదితములుకాని మార్పులు, లేవని భావింపబడుచున్నది.

ఆధునిక కాలమున అమోనియా, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, నైట్రిక్ ఆసిడ్, బొగ్గునుండి పెట్రోలియమ్, నూనెలనుండి డాల్డావంటి వస్తువులు, ఇవిఅవి అననేల మానవ భోగోపకరణములన్నియు పారిశ్రామికముగా ప్రేరక విధానముననే తయారగుచున్నవి.

ప్లాటినమ్, ఇనుము, నికెల్ మున్నగు ధాతువులు- నీరు, హైడ్రోజన్ అయన్, హైడ్రాక్సిల్ అయన్, ఎన్ జైమ్లు (కిణ్వద్రవ్యములు), సులభముగా ఆక్సికరించబడు, లేదా ఆక్సిహరించబడు ద్రవ్యములు-ప్రేరకములందు ఎన్నదగిన ద్రవ్యములు. ప్రేరకములలో కిణ్వద్రవ్యములు చాల పుకుమారములై తాపమునకోర్వలేని విశిష్టధర్మములు కలవి. డి. సు. రా.

ప్రామెతియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 61; సంకేతము Pm; పరమాణుభారము

147; దీనికి మరొక పేరు 'ఇలినియమ్'; దీని ఉనికిని 1924 లో హాప్ కిస్ట్ హోరిస్ కనుగొనెను. దీనిగుణములు సరిగా నీవోడిమియమ్ ను సమేరియమ్ ను పోలిఉండును. దీనిని భాస్వర పరిశ్రమలో ఉపయోగింతురు. \* \* \*

ప్రోటాక్టినియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 91; సంకేతము Pa; పరమాణుభారము 231 (స్థూలరాశి). దీని ఉనికిని 1918 లో ఆటోహాన్, లిమైట్నర్ కనుగొనిరి. \* \* \*

ప్రోటాన్ : పరమాణుకేంద్రకము; ధనావిష్టమైనది. హైడ్రోజన్ కేంద్రకమందున్న ప్రోటాన్ ఒక యూనిట్ గా స్వీకరించబడినది; దాని విద్యుదావేశము ఒక యూనిట్ ధనావేశము. యురేనియమ్ పరమాణు కేంద్రకమందు 92 ప్రోటాన్లు కలవు. ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశి ( $M_p$ ) =  $1.6725 \times 10^{-24}$  గ్రాము; ప్రోటాన్ విశిష్టావేశము ( $e/M_p$ ) =  $2.8712 \times 10^{14}$  ఎలక్ట్రోస్టాటిక్ యూనిట్లు/గ్రాము (చూ. భౌతిక విజ్ఞానము : 20వ శతాబ్దము-పు. 48; 51, 52; అనిశ్చయతాసూత్రము-పు. 139; అయన్లు - అయనీకరణము-పు. 144; ఆప్లుములు - లవణాధారములు-బ్రన్ స్టైడ్ సిద్ధాంతములు-పు. 172; ఆల్పాకణములు-పు. 199; కేంద్రకము-పు. 291; పరమాణురచన; పరమాణు విజ్ఞానము; మౌలికకణములు; రేడియోధార్మికత.) \* \* \*

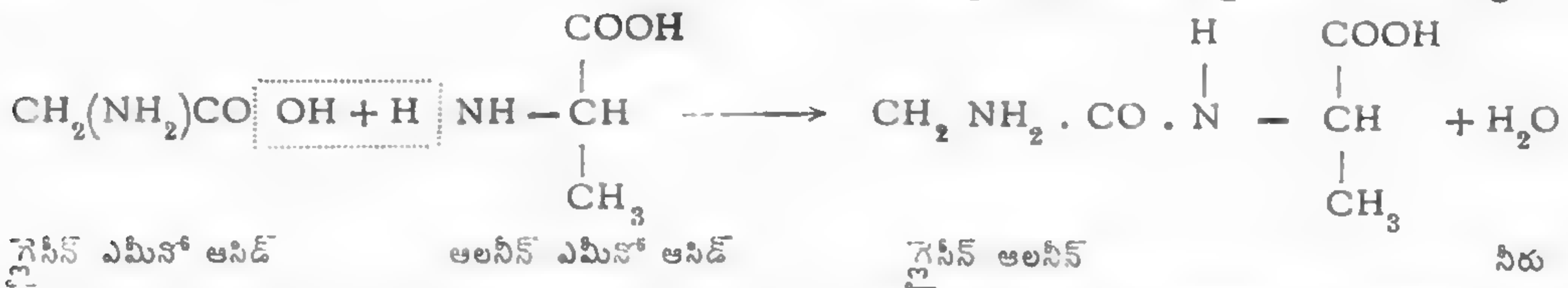
ప్రోటీన్లు : జీవద్రవ్యవస్థల పరిశీలన వాటి రచనయందు, ప్రవృత్తియందు పాల్గొను ప్రధాన ద్రవ్యములు ప్రోటీన్లన్న పర్యవసానమునకు మనలదార్చినది. ఈ ప్రోటీన్ల సతత పరిణామమే జీవి లక్షణము. ఇవి అన్నియు అతి క్లిష్టరచనగల కార్బన్ - నైట్రోజన్ యోగికములు. ఎడనెడ గంధకము, భాస్వరముకూడ ఈ యోగికముల కన్పట్టును సాధారణముగ భినిజరాసాయనికశాస్త్రమందు మనకు తారసిల్లు తక్కిన కార్బన్ యోగికములతో సరిపోల్చిచూచినచో ఇవి చాల పెద్ద అణుభారములు కలవి. పదివేలనుండి కొన్నివందల లక్షలవరకు ఈ అణుభారములు ఉండును. ఇంత క్లిష్టరచనగల యోగికములను జలద్రావణమందు వేడిచేయబడినపుడు చాల సరళరచన గల ఎమీన్ ఆసిడ్ల క్రింద విడిపోవును. అసలు ఎమీన్ ఆసిడ్ల సంఖ్య ఇంతకన్న ఎక్కువైనను, ప్రోటీన్ ఘటకములుగ అచరించునవి ఇరువదియే కలవు.

20వ శతాబ్దపు పూర్వార్థమందు ఎమిల్ ఫిషర్ అను జర్మను రాసాయనికుడు ఒక ఋజుక్రమములో ఒక ఎమీన్ ఆసిడ్ గణములో ఇంకొకదాని ఎమీన్ గణములంకెను ఏర్పరచుకొని (ఈ లంకెకు 'పెప్టైడ్ లంకె' అనిపేరు), అనగా ఎమీన్ ఆసిడ్ యొక్క హైడ్రాక్సిల్ గణము,



## ప్లాటినమ్

ఇంకొక దాని ఎమీనో గణమునకు చెందిన ప్రోడ్రోజన్ పరమాణువుతో కలిసి, నీరు వేరై ఒక పెప్టైడ్ లంకె ఏర్పడును.



ప్రోటీన్ లన్నియు 20 ఎమీనో ఆసిడ్ల నుండియే రచింపబడుటచే, వాటి జీవ ప్రవృత్తులలో కన్పట్టు భేదము వాటి రచనాక్రమముపై ఆధారపడి ఉండును. నాక్యము యొక్క అర్థము అక్షర సమామ్నాయమునకు చెందిన వేరువేరు అక్షరముల క్రమ విన్యాస వ్యత్యాసము బట్టి ఉండునట్లు.

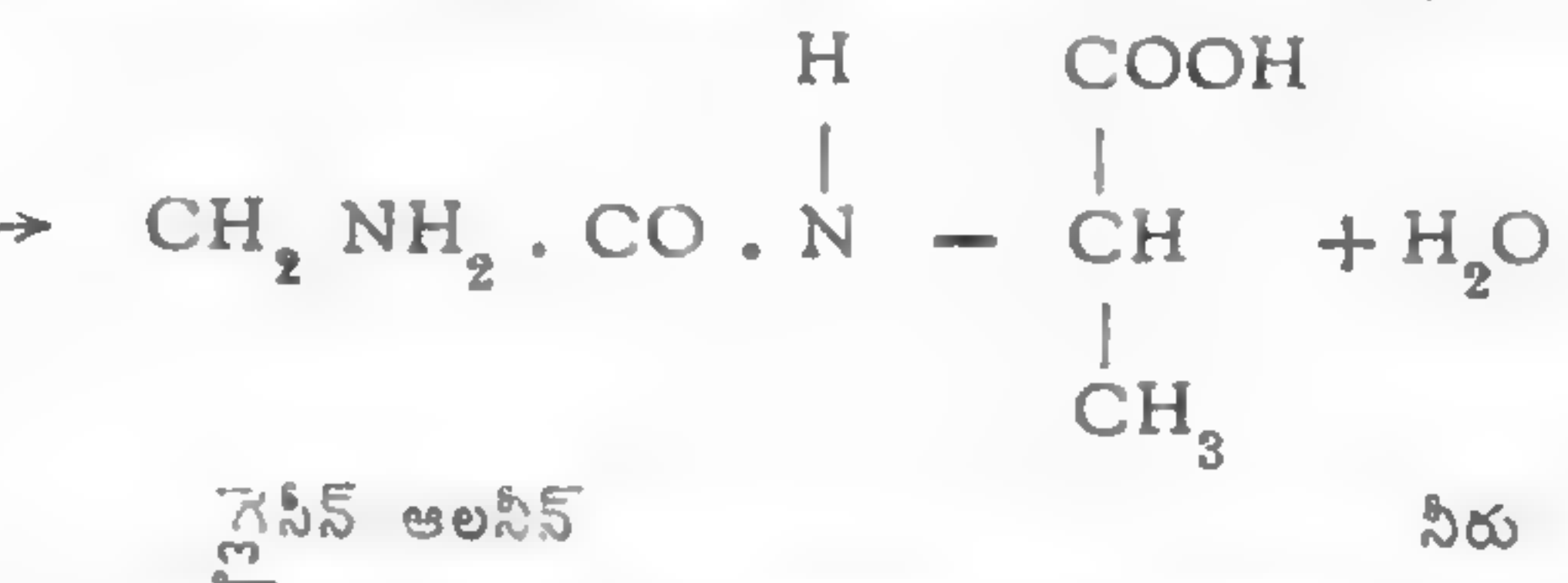
ప్రోటీన్ల ఘటకములగు ఎమీనో ఆసిడ్లలో (ఒక్క గ్లైసీన్ తప్ప విడచి) α - కార్బన్ పరమాణువు\* నాలుగు యోజనీయతలును నాలుగు వేరువేరు గణముల ఉపయోగించుకొనినవి. అందువల్లనది అసౌష్టవ గుణముకలది. దీనిమూలమున ఎమీనో ఆసిడ్లు ద్వివిధచాతుష రూపములలో ఉండును. ప్రోటీన్ల విభజనవలన లభ్యములగు ఎమీనో ఆసిడ్లు అన్నియు అపసవ్య సమాంగరూపములు. వీటి అపసవ్య సమాంగరూపత కారణముగ, ప్రోటీన్ లలోఉండు ఎమీనో ఆసిడ్ల గొలుసు - మొత్తము కార్క్కుస్కూ) ఆకారమును స్వీకరించి కుండలీకృత స్థితిలో ఉండును.

ఉత్పాదక ప్రోటీన్లు : జీవద్వ్యవస్థల వృద్ధి, షేమము, పునరుత్పత్తి వీటికి ప్రధానమగు వివిధ కార్బన్ యోగికములను ఉత్పాదించుట ప్రోటీన్ అణువుల ముఖ్యకార్యము. ఇట్టివి మూడు విధములగు ప్రోటీన్లు కలవు : జీర్ణకారి ఎన్ జైమ్లు : ట్రిప్సిన్, ఆమిలేజ్, లైపేజ్; శాసన ఎన్ జైమ్లు : హెక్సోకైనేజ్, ఆక్సిమెరేజ్, జైమోహెక్సేజ్ ఇత్యాదులు ప్రోటీన్ హార్మోన్లు మూడవతరగతికి చెందినవి. ప్రోలెక్టిన్ - (పాలఉత్పత్తిని నియంత్రించునవి), ఇన్సులిన్ పంచదార పచనమును నియంత్రించునది ఇత్యాదులు.

ఇవిగాక - S - S - (గంధక పరమాణుజంట) బంధములు గల ప్రోటీన్లు కలవు; ఇవి వెండ్రుక, ఉన్ని, గోరు, కొమ్ము, డెక్క వీటిలో ముఖ్యమైన అంశము. వీటికి 'కిరేటిన్లు' అని పేరు.

\* కార్బాక్సిల్ గణమునకు వెనుకఉన్న కార్బన్ పరమాణువు.

చలన ప్రయోజక ప్రోటీన్లు : జీవుల చలనమునక కారణములు, మైయోసిన్, ఆక్టిన్ అట్టివి. ఇన్నిటి కన్న జీవిప్రవృత్తియందు ప్రధాన తమ వ్యాపారమున



నెరపెడు ప్రోటీన్లు జీవినుండి జీవి పునరుత్పాదన యంద పాల్గొనునవి. ఇట్టి ప్రోటీన్లు జీవకణమందు తయారగును. వీటి ఉత్పత్తి కేంద్రములు ప్రతి జీవకణమందుండ క్రోమోజోమ్లు. మే. వ. స

ప్లాటినమ్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము పరమాణ్వంకము 78; పరమాణు భారము 195.09, సంకేతము Pt; విశిష్టగురుత్వము 21.45; సాధారణముగా విడధాతువుగాగాని, లేదా దానికి రాసాయనికముగా సదృశములైన ధాతువులు కలిసిఉన్న ధాతుమిశ్రమముగాగాని ప్లాటినమ్ ప్రకృతిలో రేణువుల రూపమున దొరకును రష్యాలో వండలి భూములయందు ఈధాతువు మెండుగా దొరకును. కెనడాలో ఒంటారియో పరగణాలో సక్ బ్రె అనుచోట నికెల్ ఖనిజములతో కలిసి ప్లాటినమ్ దొరకును నికెల్ తీసివేయగా మిగులు ద్రవ్యమునుండి ప్లాటినమ్ ధాతువును నేడు సాధించుచున్నారు. ప్లాటినమ్ ఇరిడియమ్ పెల్లేడియమ్, ఆస్మియమ్, రోడియమ్, రుడెనియమ్ అను ప్లాటినమ్ వర్గమునకుచెందిన ధాతువు అన్నియు కలిసి ఉన్న ఖనిజములే సాధారణముగా లభ్యమగును వాటితోపాటు బంగారముకూడ ఖనిజములలో కలిసి ఉండును.

ధాతుసాధన : దానికి సదృశములగు ధాతువులనుండి ప్లాటినమ్ వేరుచేయుట చాల కష్టము. ఈ విధానము యొక్క వివరములు వ్యాపార రహస్యములు; కాని తెలిసినంత వరకు క్రింది విధమున ధాతుసాధన జరుగును ఖనిజమును మొదట మహాద్రావకము (ఆక్వారెజియా)తో మరగింతురు. మిగిలియున్న నైట్రిక్ ఆసిడ్, చాలమట్టుకు ప్రోడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణమును ఇగుర్చుట వలన పై పోవును. ద్రావకములో కరుగగ మిగిలియున్న అద్రావ్య ద్రవ్యమును వడపోతచే తీసివేయుదురు. ద్రావణమును మరగించి, దానికి అమోనియమ్ క్లోరైడ్ను కలుపుట వలన అమోనియమ్ క్లోరైడ్తో ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్ కలిసి అమోనియమ్ ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్  $[(\text{NH}_4)_2 \text{PtCl}_6]$  అను పేరుగల క్లిష్టయోగిక రూపమున ప్లాటినమ్ అవశేషముగా



లభించును. ఈ క్లిష్ట యోగికరూపమున కాల్చుటవలన స్పాంజివలె మెత్తగా ఉండు ప్లాటినమ్ ధాతువు ఏర్పడును. ఈ స్పాంజివంటి ద్రవ్యమును సుత్తులతో బాదినచో ఘనీభూతమైన ధాతువు లభించును.

పరిశోధనాగారమందు రాసాయనికుడు అనేకవిధములగు ప్లాటినమ్ పరికరములను ఉపయోగించును. అవకాశముల జ్వాలాపరీక్షకు తీగ; ద్రవ్యములను వేడిచేయుటకు మూసలు, బేసిన్లు మొదలగునవి వాడుకలో ఉన్నవి. పారిశ్రామిక రాసాయనికమందుకూడ దీని ఉపయోగము మెండు. ముఖ్యముగా సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ అమోనియా సుండి నైట్రేట్ ఆసిడ్ను తయారుచేయుటకు ప్రేరకద్రవ్యముగా ధాతువు వాడుకలో ఉన్నది.

దంతములు కట్టుటకును, ఫోటోగ్రఫీలోను, నగలకును, క్రొత్తచికిత్సా పరికరములకును ప్లాటినమ్ ఉపయోగ్యము. గాజుతో సమానమగు వ్యాకోచగుణము కలది అగుటచే ప్లాటినమ్ తీగను గాజుగొట్టములలోపల అతిసులభముగా న్నములులేకుండా అతుకవచ్చును. మంచి విద్యుద్వాహకము అగుటచే విద్యుత్ దీప పరిశ్రమయందుకూడ ఇది హెచ్చుగా వాడుకలో ఉన్నది. మలమా చేయుటకును, పాళీమొనలకును, రేడియో వాల్చుల నిర్మాణమందును, సుందులలోను బట్టలకు రంగువేయుటలో కూడ కొద్ది కొద్దిగా వాడుకలో ఉన్నది.

యోగికములు : ప్లాటినమ్ మహాద్రావకములో కరగి క్లోరోప్లాటినోఆసిడ్ ( $H_2PtCl_6$ ) ఏర్పడును. ఈ ద్రావణమును ఇగిర్చి మందతాపమున వేడిచేసినచో ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్ ( $PtCl_4$ ) లభించును. దీనిని నీటిలో కరగించి స్ఫటికీకరించినచో ఇటుకరంగుగల ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్ స్ఫటికములు లభించగలవు. కాని మహాద్రావకములో ప్లాటినమ్ను కరగించగా వచ్చిన ద్రావణమును ఇగర పెట్టినపుడు లభ్యమగు క్లోరోప్లాటినోఆసిడ్ యొక్క స్ఫటికములకే ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్ అని వ్యవహారము.

క్లోరోప్లాటినోఆసిడ్ను పొటాసియమ్ లవణద్రావణమునకు చేర్చినచో, పొటాసియమ్ క్లోరోప్లాటినేట్ (ఘనపు సచ్చ స్ఫటికములు) అవశేషముగా లభించును. ఈ స్ఫటికములు నీటిలోకన్న ఆల్కహాల్లో తక్కువగా కరుగును. ఈ అవశేషకార్యము సోడియమ్నుండి పొటాసియమ్నున్నముగా గుర్తించుటకు ఉపయోగించును. చి. గౌ. కృ.

ప్లాటినమ్ ధాతువులు : రుడెనియమ్ (Ru), రోడియమ్ (Rh), పల్లేడియమ్ (Pd), ఆస్మియమ్ (Os), ఇరిడియమ్ (Ir), ప్లాటినమ్ (Pt) అను ఈ ధాతువులన్నియు చాల సురుదుగా దొరకునవి. భూపృష్ఠమందలి అగ్నిశిలలో

రుడెనియమ్ లేశములును, రోడియమ్  $10^{-7}\%$  పెల్లేడియమ్  $10^{-6}\%$ , ఆస్మియమ్ లేశములు, ఇరిడియమ్  $10^{-7}\%$ , ప్లాటినమ్ ( $5 \times 10^{-7}\%$ ) ఉండును. కాని ఈ ధాతువులు కల కొన్ని ఖనిజములు యూరల్ పర్వతప్రాంతము, కొలంబియా, ఒంటారియో, ట్రాన్స్ వాల్ ప్రదేశములలో పుంజీభూతమైన నిక్షేపములుగా దొరకును. గాలిలో మార్పు చెందకుండుట, కాంతి, ముఖ్యముగా రాసాయనిక ప్రక్రియా ప్రేరకగుణములు - విలువ ఎక్కువైనను వీటిని వాణిజ్యద్రవ్యములుగా ఒనర్చినవి. ఈ ధాతువుల పరిగణనీయమైన ధర్మము వాటి శ్రేష్టత్వము. ఇందులో ఇవి బంగారమును పోలి ఉన్నవి. ఈ గుణము వీటికి వీటి అత్యుచ్చద్రవాంక, క్వథనాంకములవలన చేకూరినది. రాసాయనిక జడత్వము స్వీకరించుటకూడ వీటి సామాన్యధర్మమై ఉన్నది. శ్రేష్టతములైనప్పటికిని కొన్ని రాసాయనిక ద్రవ్యములతో ఇవి సంయోగించును. ఇట్లు సంయోగించుటలో వాటిలో అవికొన్ని భిన్నప్రవృత్తులను చూపును. ప్లాటినమ్, ఆస్మియమ్, పెల్లేడియమ్ మహాద్రావకములో కరుగును. పెల్లేడియమ్ నైట్రేట్ ఆసిడ్లో కరుగును. కాని తక్కినవి ఈ ద్రావకమునకు లొంగవు. షారముతోను, ఆక్సికారులతోను కలిపి, వేడిచేసి కరగించినపుడు ఆస్మియమ్, రుడెనియమ్  $M_2O_5O_4, M_2RuO_4$  సాంకేతికముగల యోగికములను ఇచ్చును; తక్కినవి అట్లీయవు. ఆక్సిజన్ కు ప్లాటినమ్ పై చర్యలేదు. కాని ఇరిడియమ్, పెల్లేడియమ్ గాలిలో ఎర్రగా కాల్చినపుడు ఆక్సైడ్లను ఇచ్చును. ఆస్మియమ్, రుడెనియమ్ బాష్ప శీలములగు  $MO_4$  సాంకేతికముగల ఆక్సైడ్లను ఇచ్చును. వాటి యోగికములను ఉచ్చతాపక్రమములకు వేడిచేయుట వలన ఈ ధాతువులన్నియు సులభముగా లభ్యములగును. కాని ఈ ధాతువులలో ఒకదానినుండి మరొకదానిని వేరు చేయుట చాలకష్ట సాధ్యమైనపని. ఈ వర్గమునకు సంబంధించిన యోజనీయత (8), ఆస్మియమ్, రుడెనియమ్ ఆక్సైడ్ల ( $MO_4$ )లోను, ఆస్మియమ్ ఫ్లోరైడ్ ( $OsF_8$ ) లోను ప్రకటితమైనది. చి. గౌ. కృ.

ప్లాస్మా : అత్యధికమైన వేడిగఉండు అయనీకృత వాయువు. ఇందు ధనావిష్ట అయన్లు, ఎలక్ట్రాన్లు (బుణావిష్ట) సమాన సాంద్రరాశిలో ఉండును. ప్లాస్మా తటస్థతవేళముకలది. అయితే మంచి విద్యుద్వాహకము. నవీన పద్ధతులపై విద్యుత్ను సరఫరా చేయుటకు ప్లాస్మాను వినియోగించుచున్నారు. \* \* \*

ప్లుటోనియమ్ : రాసాయనికమూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 94; సంకేతము Pu; పరమాణుభారము 242;



ప్రోజిస్టాన్

దీనిని 1940 లో మాక్మిలన్ ప్రభుత్వం కనుగొనింది. దీనిని పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తికై వినియోగించుదు. \* \* \*

**ప్రోజిస్టాన్ :** చూ. రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము 74-78.

**ఫాస్ట్ హాఫ్, జాకొబ్స్ హెన్రికస్ (1852 - 1911) :** డచ్ భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు. రాటర్ డామ్ నగర మందు జననము. అనేక విద్యాపీఠములందు చదివి కొనకు 1874 లో యూట్రెక్ట్ లో డాక్టరేట్ పట్టమును అందుకొనెను. 1876 లో అక్కడనే ఉపన్యాసకుడై

తరువాత 1878 లో ఆమ్స్టర్ డామ్ యూనివర్సిటీలో రాసాయనిక భూగర్భ భిజిశాస్త్రముల అధ్యాపనకై ఆచార్యుడుగా నియుక్తుడైనాడు. 1898 లో వెర్లెన్ లోని ప్రెషియన్ ఎకాడమీ ఆఫ్ సైన్సెస్



జాకొబ్స్ హెన్రికస్ ఫాస్ట్ హాఫ్

ఈతని ఆహ్వానించి అవైతనిక ఆచార్యపదవిని ఇచ్చి సన్మానించినది.

కార్బన్ పరమాణువు యోజనీయతలు నాలుగును దాని చుట్టు నాలుగు దిక్కులలో అనగా సమచతుర్ముఖమనపు నాలుగు కోణములవైపు సన్నివిష్టములై ఉండునని 1874 లో నిరూపించి దిగ్రాసాయనిక శాస్త్రమునకు ప్రాతిపదికను కల్పించెను. ఈతని రెండవ నిర్వాహము రాసాయనిక గతిశాస్త్ర భావముల వికశింపజేసి ప్రతిక్రియాక్రమమును నిర్ణయించుటకు ఒక కొత్త విధానమును కనిపెట్టి రాసాయనిక సమతౌలన స్థితిని శక్తిశాస్త్రనియమములను అన్వయింపజేసి అప్పటికి రెండు శతాబ్దముల నుండి రాసాయనిక లోకమును కలవర పెట్టుచున్న రాసాయనిక మైత్రిని గురించిన సమస్యకు అంతిమ పరిష్కారమును కల్పించుట ఈతని మూడవ నిర్వాహము. ద్రావణముల ధర్మములను అన్నిటిని సమన్వయపరచి విలీన ద్రావణ సిద్ధాంతమును ఒక దానిని స్థాపించెను. విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రవ్యములకు ఈ సిద్ధాంతము అన్వయింపచేయుటలో ఇతను ఎదుర్కొనిన అభేద్యత్వము ఆరేనియస్ విద్యుత్ విశ్లేష్యములను గురించి స్థాపించిన అయనీభవనసిద్ధాంతమునకు ప్రవేశకమైనది. పైజెప్పిన శాస్త్రపుట్టములకన్న మిక్కిలి బౌద్ధిక్ శ్రమతో కూడకొనిన మరియొక దానిని చేపట్టి

దానిని అద్భుత ఫలపర్యవసానమునకు తెచ్చెను. అస్ట్రోస్ఫర్ట్ లవణ నిక్షేపస్తరములను స్థితినియమదృష్టితో పరిశీలించి, ఆస్తరముల ఉచ్చార చక్రిమ సన్నివేశమున యథావస్థితముగ విశదీకరించుట. ఈతనికి 1901 లో నోబెల్ బహుమానము లభించెను. ఈ బహుమతి గ్రహణమునందు ఈతడు మొదటివాడు. చూ. రాసాయనిక విజ్ఞాన సమీక్ష - భౌతిక రాసాయనిక విజ్ఞానము పు. 96-99. మే. ప. న

**ఫారడే, మైకేల్ (1791 - 1867) :** చాలపేదకుటుంబములో జన్మించి చిన్నతనములో పుస్తకములు జైండ చేయువానిక్రింద పనిచేయుటకు కుదురుకొనెను. జైండ కట్టుటకు వచ్చిన పుస్తకములలో కొన్ని శాస్త్రపుస్తకములను చదివి శాస్త్రపఠనమందు అభినివేశమును గడించెను



మైకేల్ ఫారడే

తన శాస్త్రజ్ఞానమును అభివృద్ధిచేసికొనుటకై ఆనాడ లండన్ నగరములో రాయల్ ఇన్స్టిట్యూట్ లో జరుగుచున్న డేవీ ఉపన్యాసములకు హాజరై, తనను సాహాయ్యకునిగా తీసికొమ్మని డేవీకి ఉత్తరము వ్రాసెను. 1813 లో డేవీ ఈతనిని తనసాహాయ్యకునిగా చేరదీసెను. ఆ విద్యాసంస్థలోనే 1833 లో రాసాయనిక శాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను. ఈయన పరిశోధనలు ముఖ్యముగ విద్యుత్ స్వభావముగురించి జరిగినవి. ఈయన కావించిన విద్యుదయస్కాంత ప్రరోచనసంఘటన వేటి విద్యుత్త్వా



రికతకు పునాది. 1881 లో అయస్కాంత క్షేత్రములో కదిలించిన తీగయందు విద్యుత్తు జనించునని ఈయన కావించిన నిరూపణ నవీన విద్యుత్ జనక యంత్రములకు బీజము.

రాసాయనిక ద్రవ్యముల విద్యుత్ విశ్లేషణయందు ఈయన పరిశోధనలు మార్గదర్శకములు. విద్యుదగ్రము (ఎలక్ట్రోడ్), ధనాగ్రము (ఏనోడ్), ఋణాగ్రము (కేతోడ్), అయన్, ఋణఅయన్, ధనఅయన్, అయనికరణము అను మాటలను శాస్త్రమునందు ప్రవేశపెట్టినవాడు ఈయనే. విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణముల ప్రవర్తనను రెండునియమములక్రింద ఈయన సంగ్రహించెను. వీటికి ఫారడే విద్యుత్ విశ్లేషణ నియమములు అనిపేరు (చూ. రాసాయనిక శాస్త్ర సమీక్ష). అయస్కాంత క్షేత్రములో తలధ్రువిత కాంతి ఘూర్ణనమును చెందునని ప్రాయోగికముగ రుజువుచేసెను. అధికప్రేషములను, నిమ్న తాపక్రమములను ఒకేసారి వాడుకచేసి క్లోరీన్ వంటి వాయువులను ద్రవీకరించకలిగెను. జి. రా. రా.

ఫార్మలిన్ : చూ. ఆల్డిహైడ్లు, కీటోన్లు - పు. 185.

ఫార్మల్డిహైడ్ : చూ. ఆల్డిహైడ్లు, కీటోన్లు.

ఫిట్స్జెరాల్డ్, జార్జి ఫ్రాన్సిస్ (1851 - 1901) : ఐర్లండ్ భౌతికవిజ్ఞాని. డబ్లిన్ నగరములో విద్యను పూర్తిచేసికొని 1881 మొదలు 1901 వరకు అచ్చటనే ఆచార్య ఉద్యోగములో ఉండెను. 1888 లో రాయల్ సంఘ సభ్యుడు అయ్యెను. ఈతర్ ప్రవాహస్థితిని రుజువు చేయుటకై మైకేల్సన్, మార్టీ చేసిన ప్రసిద్ధ ప్రయోగ ఫలము విషయమై ఈయన చేసిన సూచన లోకప్రఖ్యాతిని గాంచినది. విద్యుత్ అయస్కాంత క్షేత్రములో చలించుచున్న వస్తువు దాని చలనదిశలో దైర్ఘ్యసంకోచమును పొందునని ఈయన సూచన. దీనిని లోరెన్జ్ అను డచ్ భౌతిక విజ్ఞానికూడ స్వతంత్రముగా నిర్దేశించెను. అందుచే, దీనికి 'లోరెన్జ్ - ఫిట్స్జెరాల్డ్ సంకోచనము' అని పేరు.

తోకచుక్కతోక 1 సెంటీమీటరుకన్న తక్కువవ్యాసము గల చిన్నచిన్న రాళ్ల సమూహము అని ఈయన సూచించెను. అందువలననే సూర్యునికాంతికి గల ప్రేషమువలన ఈ చిన్న చిన్న రాళ్లు కలిగిన తోక ఎప్పుడును అవకర్షించబడుటచే ఇది సూర్యునికి ఆవలమొగమై ఉండును. కొ. సు. రా.

ఫిషర్, ఎమిల్ హెర్మన్ (1852 - 1919) : జర్మను కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు. యూస్ కిర్కెన్ లో జన్మించెను. అనేక యూనివర్సిటీలలో చదివి, మొదట ఎర్లాంగెన్ లోను, తరువాత వర్ట్స్బర్గ్ లోను ఆచార్య పదవిని స్వీకరించెను. తరువాత బెర్లిన్ యూనివర్సిటీయందు ఆచార్య హాఫ్మన్ తర్వాత ఆచార్యపీఠమును గ్రహించెను. ఈతని యాజమాన్యమున బెర్లిన్ రాసాయనికానుశీలన సంస్థ ఆత్మద్యుత వృద్ధినిగాంచి అనేకవేల శిష్యులను ఆకర్షించినది. ఇచ్చటనే ఆతడు శర్కరల కృత్రిమ సాధనలయందు జయము నొందెను. ప్రోటీన్ లపై ఆయన గావించిన పరిశోధనలు ఆతని ముఖ్యనిర్వాహము. ఆతని తక్కిన పరిశోధనలు రోసాని లీన్ వర్ణద్రవ్యముల

రచనానుశీలన, యూరిక్ ఆసిడ్ పరీక్ష, ఫ్యూరీన్, దాని వ్యుత్పన్నముల సాధన ఈతని లోకప్రసిద్ధికి హేతువులైనవి. 1902 లో ఈతనికి నోబెల్ బహుమతి లభించినది. మే. వ. న.



ఎమిల్ హెర్మన్ ఫిషర్

ఫిషర్, హన్స్ (1881 - 1945) : జర్మను రాసాయనికుడు. జన్మ హాక్ స్టే నగరమందు. లాసేన్, మార్బర్గ్, మిన్నెన్ యూనివర్సిటీలందు విద్యనభ్యసించి వియన్నా, ఇన్స్ బ్రుక్, మ్యూనిక్ యూనివర్సిటీలందు ఆచార్యపీఠములను అలంకరించెను. 1930 లో ఈతనికి, రక్తమందలి ఎరువు రంగుగల ద్రవ్యముయొక్క రచనను ప్రకటించినందులకు నోబెల్ బహుమతి ఈయబడినది. మే. వ. న.

ఫిషర్, హన్స్ (1881 - 1945) : జర్మను రాసాయనికుడు. జన్మ హాక్ స్టే నగరమందు. లాసేన్, మార్బర్గ్, మిన్నెన్ యూనివర్సిటీలందు విద్యనభ్యసించి వియన్నా, ఇన్స్ బ్రుక్, మ్యూనిక్ యూనివర్సిటీలందు ఆచార్యపీఠములను అలంకరించెను. 1930 లో ఈతనికి, రక్తమందలి ఎరువు రంగుగల ద్రవ్యముయొక్క రచనను ప్రకటించినందులకు నోబెల్ బహుమతి ఈయబడినది. మే. వ. న.

ఫీనోల్లు : చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 176.

ఫెర్మీయమ్ : రేడియోధార్మిక స్వభావము గల రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 100; సంకేతము Fm; పరమాణుభారము 253 (స్థూలరాశి); దీనిని పరమాణుశక్తి పరిశోధనాగారములలో కృత్రిమముగా సాధించిరి. \* \* \*

ఫెర్మీ, ఎన్రికో (1901 - 1954) : ఇటలీ భౌతికవిజ్ఞాని. గాటెజన్ (జర్మనీ), లేడెన్ (హోలండ్) విద్యాసంస్థలలో విద్యనభ్యసించి, రోమ్ యూనివర్సిటీలో భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితడయ్యెను. ఈయన పరిశోధనక్షేత్రము రేడియోధార్మికద్రవ్యములు. కృత్రిమ రేడియోధార్మికతగల మూలద్రవ్యములు అనేకములను ఈయన సృజించెను. దీనికి ఈయనకు 1938లో నోబెల్ బహుమానము లభించినది. 1934లో పరమాణుకేంద్రకమును న్యూట్రాన్ లచే ఘట్టించినవారిలో ప్రథముడు. ఈ ఘట్టించుటలో యురేనియమ్ తరువాత ఆవర్తక్రమములో చేరవలసిన కొన్ని క్రొత్తమూలద్రవ్యములను ఆవిష్కరించెను.



ఫోటాన్

1989 నుండి యునైటెడ్ స్టేట్స్ కాలంబియా యూనివర్సిటీ లో భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడుగా పనిచేసెను. 1942లో మొదటి పరమాణు పేర్పును నిర్మించిన వాడుకాయనే. కె. ల.

ఫోటాన్ : చూ. క్వాంటం సిద్ధాంతము - పు. 311.

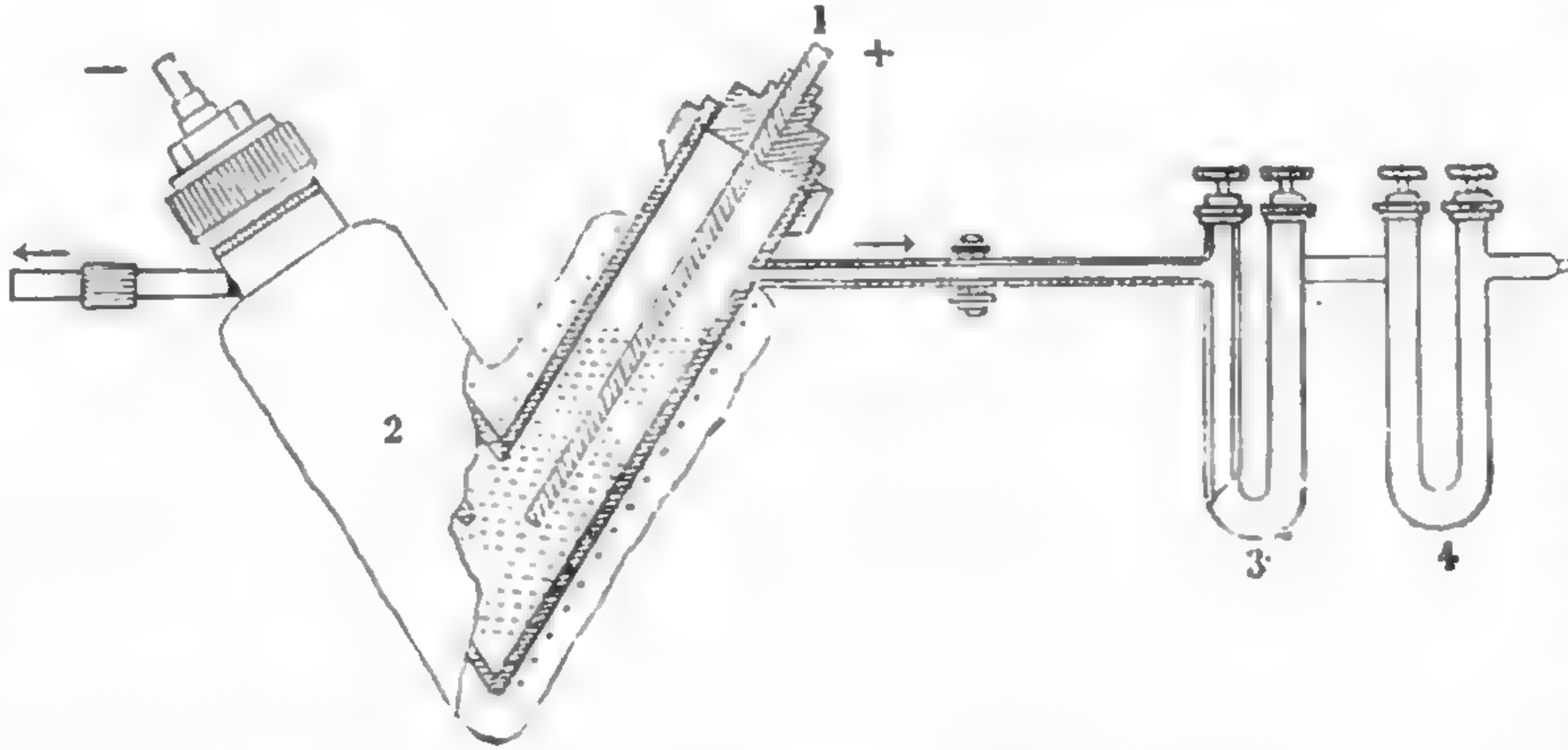
ఫోటోఎలక్ట్రిక్ సెల్ : చూ. కాంతి విద్యుత్ ఘటములు - పు. 253.

ఫోటోగ్రాఫ్ : చూ. చాతుషపరికరములు - పు. 334.

ఫ్రక్టోస్ : చూ. కార్బోహైడ్రేట్లు ; పు. 284.

ఫ్రాన్క్, జేమ్స్ (జననము 1882) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. జర్మనీలో పుట్టి బెర్లిన్, హైడిల్బర్గ్ విద్యాసంస్థలలో విద్యనభ్యసించి, బెర్లిన్ లో తరువాత గాటింగ్ లో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించి, 1935 లో జాన్ హాప్కిన్స్ యూనివర్సిటీలో చేరెను. 1933లో చికాగోలో భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడాయెను. ఈ

యన పరిశోధనలు క్వాంటం సిద్ధాంతమునకు చెందినవి. అందులో ముఖ్యముగా పరమాణువులపై ఎలక్ట్రాన్ల ఆఘాతములలో జరుగు సంఘటనలను జి.హెర్ట్స్ అను ఇంకొక భౌతిక శాస్త్ర



ఫ్లోరిన్ నూతనపరికరము : + , - గ్రాఫైట్ ఎలక్ట్రోడ్లు : 2. రాగి V - నాళము ; 3, 4. NaF లో నిండిన U - నాళములు

వేత్తతో అనుశీలించెను. దీనికి వీరిద్దరికిని నోబెల్ కమిటీ 1925 లో బహుమానమిచ్చి గౌరవించినది. యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో పరమాణుశక్తిపై శోధనలు కావించుచున్న విజ్ఞ వర్గముతో ఈయన 1939 లో చేరినాడు. జి. సు. రె.

ఫ్రాన్క్ లిన్, బెన్జమిన్ (1706 - 1790) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. చిన్నతనమున ముద్రణ వ్యాపారములో పనిచేసి పుస్తకప్రచురణకర్తగా ప్రసిద్ధినిగాంచెను. 1746 లో ఈయనదృష్టి శాస్త్రజ్ఞానమువైపు మరలినది. ఈయన విద్యుదనుశీలనలో మార్గదర్శి. ఘర్షణవల్ల జనించు స్థిరవిద్యుత్తును, మేఘములలో జనించు వాతావరణ విద్యుత్తును ఒకటే అని ఈయన రుజువుచేయగలిగెను. తడి ద్వాహకమును నిర్మించెను. జీవితచరమభాగమున ఈయన శాస్త్రమును రాజనీతికై విడిచిపెట్టి రాజకీయ క్షేత్రములో సుప్రసిద్ధుడుగా వన్నెకెక్కెను. కొ. సు. రా.

ఫ్రాన్సియమ్ : చూ. వర్జీనియమ్.

ఫ్లెమింగ్, జె. వి. (1849 - 1945) : ఇంగ్లీషు భౌతికశాస్త్రవేత్త. లండన్, కేంబ్రిడ్జ్ యూనివర్సిటీలలో విద్యను పూర్తికావించి లండన్ యూనివర్సిటీలో 1895 మొదలు 1926 వరకు ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీర్ గా పనిచేసెను. నిమ్నతాపక్రమములలో విద్యుత్ నిరోధమును గురించి పరిశోధనలు సర్ జేమ్స్ డ్యూవర్ తోపాటు ఈయన కావించెను. రేడియోవాల్చును నిర్మించినవాడు ఈయనే. విద్యుత్ దీపములను అభివృద్ధిచేయుటలో ఈయన చాల భ్యాతిని గడించెను. కొ. సు. రా.

ఫ్లోజిస్టాన్ : చూ. సమీక్ష ; పు. 74.

ఫ్లోరీన్ : ఇది ఒక రాసాయనికమూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 9; పరమాణుభారము 19.00; సంకేతము F; విశిష్టగురుత్వము 0.0017; ఫ్లోరీన్ హేలోజన్ వర్గములో

మొదటి మూల ద్రవ్యము. 1880 లో 'హెన్రీమ్యాసా' తయారు చేసెను.

ఫ్లోరీన్ అతిచురుకైన ద్రవ్యము కనుక ఇతర హేలోజన్ల వలె యోగికముగానే ప్రకృతిలో దొరకును. భూమిలో దీనివ్యాప్తి 0.03%

అని అంచనావేయబడినది. ఫ్లోరీన్ సాఫ్ట్ (CaF<sub>2</sub>), క్రయొలైట్ 3NaF, (AlF<sub>3</sub>), ఫ్లోరీ ఆపటైట్ [Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, CaF<sub>2</sub>] దీని ముఖ్య ఖనిజములు. సముద్రపు నీటిలోను, ఇతర ఖనిజములలోను కొద్దిగా మాత్రమున్నది. నెల్లూరుజిల్లాలోని నీటి వనరులందు ఫ్లోరైడ్లు ఉన్నవనియు, అవి ఫ్లోసిస్ అను దంతవ్యాధికి కారణమనియు ఆరోగ్యశాఖవారి అభిప్రాయము.

తయారుచేయుపద్ధతి: అతిచురుకుగా ఇంచుమించు అన్ని మూలద్రవ్యములతో రాసాయనిక సంయోగము చెందు స్వభావముకలది అగుటవలన దీనిని కేటాయించుట చాల కాలమువరకును వీలుకాలేదు. హైడ్రోఫ్లోరీక్ ఆసిడ్ జల ద్రావణమును విద్యుత్ ప్రసారమువలన విచ్ఛేదన మొనర్చి ఫ్లోరీన్ ను పొందుట సాధ్యముకాదు. అప్పుడు లభించెడి ఫ్లోరీన్, నీటితో సంయోగించి ఆక్సిజన్, ఓజోన్ ఏర్పడును.



ఎడతెగని కృషిచేసి మ్యాసా శాస్త్రజ్ఞుడు నిర్జల హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ ద్రవమును తీసికొని అందు పొటాసియమ్ ఫ్లోరైడ్ ను విలీనముచేసి ఆద్రావణమును విద్యుద్విశ్లేషముగావించి ఫ్లోరిన్ ను సాధించెను.

ఫ్లోరిన్ తయారుచేయుటకు వాడుకలో ఉన్న ఆధునిక పద్ధతులు మ్యాసా పద్ధతినుండి భిన్నముకావు. అనుభవమువలన బొగ్గుతో కూడిన ఉక్కుపాత్రల వాడుక శ్రేష్ఠమనియు, KF, 2HF మంచి విద్యుద్వాహకమనియు, 100°C వేడి విద్యుత్ రాసాయనిక వియోగమునకు మిక్కిలి అనువైన పరిస్థితియనియు కనుగొని ఆ ప్రకారము వాటిని వాడుచున్నారు.

ఇట్లు తయారైన ఫ్లోరిన్ లో హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ కల్మషముగా ఉండును. ఘనీభవించిన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువు, ట్రైక్లోరోఎథిలీన్ మిశ్రముచే చల్లబరచినపుడు అది ద్రవీభవించును. మిగిలిన హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ ను సోడియమ్ ఫ్లోరైడ్ బిళ్ళలచే పీల్చివేయుదురు.

గుణములు : ఫ్లోరిన్ లేతపసుపురంగుగల వాయువు; శీతలీకరించిన తేటగా ఉన్న పచ్చని ద్రవముగా మారును. దీనికి ఒక సహజమైన వాసన కలదు. గాజుపాత్రలను ద్రవ ఫ్లోరిన్ తడువదు. సంయోగశక్తి అసలేలేని హీలియమ్ కుటుంబ వాయువులను మినహాయించినచో తక్కిన మూల ద్రవ్యములన్నింటితోను ఫ్లోరిన్ సంయోగముచెంది ఫ్లోరైడ్ లను ఇచ్చును.

సిలికన్, బోరాన్, ఆర్సెనిక్, గంధకము మొదలగు అధాతువులన్నియు ఫ్లోరిన్ లో మండి వాయురూపమున ఆయా ఫ్లోరైడ్ లు ఏర్పడును. ధాతువులతో చురుకుగా సంయోగమునందినపుడు ఫ్లోరైడ్ లు ఏర్పడును. గాఢ ఊరధాతువులును, మృదుఊరధాతువులును, ఫ్లోరిన్ లో తమంతతామే మండి ఫ్లోరైడ్ లు అగును. పాదరసము, అల్యూమినియము, ఇనుము, క్రోమియమ్, మాంగనీస్, బిస్మత్తు ధాతువులు వేడిచేసి ఫ్లోరిన్ లో ముంచిన వెంటనే సంయోగముచెందును.

ఉపయోగములు : ఫ్లోరిన్ యోగికములు అనేకవిధముల ఉపయోగపడుచున్నవి. అందు ఫ్రీయాన్, కార్బన్ డైఫ్లోరో డైక్లోరైడ్ (CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) శైత్యకారిణిగాను, మరికొన్నిటిని క్రిమిహరధూపము తయారు చేయుటకును, కృత్రిమ దంతపు సామానులు, రంగులు, తయారుచేయుటకును వాడుచున్నారు. ఫ్లోరోకార్బన్ లు యురేనియమ్ ఐసోటోప్ లను విడదీయుటకు ఉపయోగపడుచున్నవి. ఇదియే ఆటంబాంబు తయారు చేయుటయందు ఫ్లోరిన్ ఉపయోగము.

హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ (హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్) : ఫ్లోరిన్ యోగికములలో ఇది ముఖ్యమైనది. పరిశోధనాలయము

నందు పొటాసియమ్ హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ ను రాగిపాత్రలలోగాని, ప్లాటినమ్ పాత్రలలోగాని, సీసపు పాత్రలలోగాని వేడిచేసి తయారుచేయుదురు. అట్లు లభించెడు హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ నిర్జలమై ఉండును. సామాన్యముగా ఫ్లోర్ స్పార్ ఖనిజములపై గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ ను తయారుచేయుదురు :



అట్లు లభించిన హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ ద్రావణమునే హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ అందురు. దీనిసంపర్కమున గాజు రాసాయనికమార్పునందుటవలన దీనిచే తినివేయబడును. అందువలన గాజుపాత్రలలోకాక సీసపు పాత్రలలోకాని, రబ్బరుపాత్రలలోగాని, లేదా జేక్ లైట్ వంటి ప్లాస్టిక్ పాత్రలలోగాని ఈ ఆమ్లమును నిలువచేయవచ్చును.

ఫ్లోర్ స్పార్ ను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తోకలిపి, తిరుగుచున్న పెద్దఉక్కుగొట్టములో 800°C-800°C వరకు వేడిచేసి హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ తయారుచేయుదురు. ఇట్లు చేయునపుడు ఇసుక రేణువులు ఏ మాత్రము ఉండకూడదు. ఇసుక దీనితో రాసాయనికముగా సంయోగించి ఫలమును తగ్గించును.

ఈ నిర్జల హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ పొగలు చిమ్మెడి ద్రవము; విద్యుత్ వాహకము కాదు. వాయుస్థితిలో దాని తారతమ్య సాంద్రతవలన రెండు అణువులు చేరి సంయుక్తాణురూపమున ఉండునని రుజువైనది (HF)<sub>2</sub>.

నిర్జల హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ ఊరధాతువులతోను, మృదు ఊరధాతువులతోను రాసాయనికపు మార్పునందును, జలయుతమైనప్పుడు అది పాదరసము, బంగారము, సీసమును మినహాయించి ఇతర ధాతువులతో సంయోగించును. పొడి హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ తేట గాజువస్తువులకు పాలవంటి తెలుపు రంగును ఇచ్చును; జలయుతమైనపుడు అట్లుగాక గాజును తినివేయును.

ఉపయోగములు : గాజుపై చిత్రరచనకును, మాపక పరికరములకు గుర్తులు వేయుటకును (దీనికి ఎచింగ్ అని పేరు) ముఖ్యముగా ఉపయోగపడుచున్నది. గాజు పలకపై చిత్రరచన చేయవలెనన్న ముందు దానికి మైనపు పూత పూయుదురు. ఆ పూతపై సన్నని సూదితో కావలసిన చిత్రమును చిత్రింతురు. చిత్రరూపముగా మైనపు పూత వెనుక ఉన్న గాజుపలక కనుపించును.

ఎచింగ్ చేయుటకేగాక హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ ఫ్లోరినేట్ చేయుటకును, విమానములు నడుపుటకు ఉపయోగించు పెట్రోలు తయారుచేయుటకును, ఎనామిల్ పూతలను తీసివేసి ఇనుమును నిరుపయోగవస్తువులనుండి సంగ్రహించుటకును వాడుచున్నారు.



**ప్లోరైడ్లు :** సామాన్యముగా నీటివలన మార్పునందని ప్లోరైడ్లను హైడ్రోప్లోరిక్ ఆసిడ్ తో ఆక్సైడ్లనుగాని, కార్బోనేట్లనుగాని కలిపి తయారుచేయుదురు. నీటి యొక్క రాసాయనిక చర్యవలన మార్పునందెడి బోరాన్, సిలికన్ మొదలగువాని ప్లోరైడ్లను ప్లోరిన్ తో మూల ద్రవ్యపుసంయోగమువలన తయారుచేయవచ్చునని ఇంతకు ముందే సూచింపబడినది. కోబాల్ట్, నిరియమ్, ప్లోరైడ్ తయారుచేయుటకు ప్లోరిన్ వాయువు కావలెను. పొటాసియమ్ అమోనియమ్ ప్లోరైడ్లు కీటకహారులుగాను, వెన్నచెడిపోకుండ నిలువఉండునట్లు చేయుటకును మోతాదు ప్రకారము వాడుచున్నారు. సోడియమ్ ప్లోరైడ్ను ఉక్కు తయారుచేయుటయందును, క్రోమియమ్ ప్లోరైడ్ను రంగుల పరిశ్రమలకును, యురేనియమ్ ప్లోరైడ్ను ఆటంబాంబు నిర్మాణమందును, కోబాల్ట్ ప్లోరైడ్ను ప్లోరోకార్బన్ ను తయారు చేయుటకును వాడుచున్నారు. కాల్సియమ్ ప్లోరైడ్ ముఖ్యమైన ముడిద్రవ్యము. దీనిని ఉక్కు, అల్యూమినియము, గాఙు, పింగాణిపూత, మగ్నీషియమ్ తయారుచేయు పరిశ్రమలయందు ఉపయోగింతురు.

ప్లోరిన్ కార్బన్ యాగికములతో కలిపి  $\text{CoF}_3$  లేదా  $\text{AlF}_3$  ను ఉపయోగించి  $150^\circ\text{C} - 250^\circ\text{C}$  వరకు వేడిచేసి ప్లోరోకార్బన్లను తయారుచేయుదురు.

సంతృప్తములైన ప్లోరోకార్బన్లు మంచిస్థిరత్వము కలివి. ఎంతవేడిచేసినను మార్పునందని జడపదార్థములు. వీటిని కందెనవేయు ద్రవ్యములు (లూబ్రికెంట్స్) గా ఉపయోగించు చున్నారు. క్లోరిన్ బదులు ప్లోరిన్ ను వాడి డి. డి. టి. వంటి ద్రవ్యమును తయారుజేయవచ్చును. ఈ ద్రవ్యము డి. డి. టి. కన్న తక్కువ విషాత్మకమైనది.

హేలోజన్లు అన్నియు అధాతువులేయైనను తమలో తాము సంయోగించి యాగికములను ఇచ్చుచున్నవి. అందు ముఖ్యమైనవి  $\text{ClF}$ ,  $\text{BrF}$ ,  $\text{IF}_3$ ,  $\text{BrCl}$ ,  $\text{IBr}$ ,  $\text{ICl}$ . (చూ. హేలోజన్ వర్గము). సి. వి. రా.

**బంగారము :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 79; పరమాణుభారము 197.0; సంకేతము Au; విశిష్టగురుత్వము 19.3; ద్రవాంకము  $1063^\circ\text{C}$ ; క్వథనాంకము  $2950^\circ\text{C}$ . దీనిని ఇంగ్లీషులో 'గోల్డ్' అందురు.

రంగుచేతను, కాంతిచేతను విడిగా దొరుకుటచేతను మానవునిదృష్టిని ఆకర్షించిన ధాతువులలో బంగారము ఒకటి. దీనికి స్వర్ణము, సువర్ణము అను పేర్లు కూడ కలవు. బంగారము భూమిపై విడిగాను యాగికస్థితిలోను చాలచోట్ల దొరకును. విడిగా ఉండు బంగారము తరచుగా స్ఫటిక శిలల మధ్యను ఈనెలవలె ఉండును. కొన్ని నదుల ఇసుకలో

కూడ ఉండును. ఇదికాక సీసము, రాగి, జింకు ఖనిజములలో బంగారము తరచుగా కలిసియుండును. ఈ ఖనిజములను ధాతుసాధనకు గురిచేసినపుడు బంగారము ఉపద్రవ్యముగా లభించును.

**బంగారు సాధన :** బంగారముగల ఇసుకను పల్లెములలో ఉంచి జలముతో కడుగుటవలన తేలికయైన ఇసుక రేణువులు కొట్టుకొనిపోయి బరువైన బంగారు రేణువులు పల్లెములయందు మిగిలిఉండును. స్వర్ణకారులు పెంట మీద పోసిన కుంపటిబుగ్గిని ఎత్తి మనపట్టణములలో జలగడుగులవారు ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించి బుగ్గిలోనుండి పోయిన బంగారు లేశములను సంపాదించి జీవనముగడుపుచున్నారు.

**రసమిశ్రణవిధానము :** బంగారము చాల తక్కువగా ఉన్న ఖనిజములనుండి దానిని సాధించుటకు రెండు విధానములు వాడుకలో ఉన్నవి. అందు మొదటిది రసమిశ్రణ విధానము. యంత్రపు రోకళ్ళతో బాగుగా చూర్ణముచేయబడిన ఖనిజమును నీటితో తరచి, ఆ నీటిని రసముపూసిన రాగిరేకుల పటవాలుతలముపై పారనిత్తురు. రసము బంగారు రేణువులను ఆకర్షించుటచే బంగారము రేకులపై బంధితములగును. ఈరసమిశ్రణమును రేకులనుంచి ఊర్చి వేరుచేసి స్వేదన ప్రక్రియకు గురిచేతురు. రసము ఆవిరిగా పైకిపోయి బంగారము మిగిలిఉండును.

పై విధానములో రసమిశ్రణముగాకుండ తప్పుకొని పోయిన బంగారులేశములనుగాని, లేదా ఖనిజమునుండి సాక్షాత్తుగా గాని బంగారమును సాధించుటకు సైనైడ్ విధానమును ఉపయోగింతురు. గాలిలోఉన్న ఆక్సిజన్ సంపర్కమున పొటాసియమ్ (సోడియమ్) సైనైడ్ ద్రావణములో బంగారము రాసాయనికముగా విలీనమగును అనువిషయము ఈ విధానమునకు బీజము. ఖనిజచూర్ణమును పెద్ద అండాళలో ఉంచి దానిపై 2% పొటాసియమ్ సైనైడ్ ద్రావణమును పోసి బాగుగా తరుచుదురు. తేరిన తరువాత ఆ ద్రావణమును యంత్రపు వడపోత పరికరములో వడపోసి, జింకుధాతువు ముక్కలున్న పెట్టెలలోనికి ప్రవహింపజేతురు. సైనైడ్ ద్రావణములో జింకు లీనమై బంగారమును అవక్షేపించును. అవక్షిప్తమైన బంగారమును పెట్టెలనుండి వేరుచేసి శుద్ధిచేయుదురు.

బంగారము అరుదుగా దొరకుటచేతను, దాని అసాధారణవర్ణము, కాంతి చేతను, గాలిలోగాని, నిప్పులోగాని మారనిస్వభావము కలిగిఉండుటచేతను, అలంకారద్రవ్యముగా చాలవాడుకలో ఉన్నది. బంగారము అంతర్జాతీయ ప్రమాణమూల్యముగ పరిగ్రహింపబడుట, దానిని రాజ్యములు సేకరించి నిధిగా ఒనర్చుట, దానియందు తొంటి



మానవునికి ఉన్న ఆదరముయొక్క శేషమే. చాలమెత్తని ధాతువు అగుటచే రాగితోగాని, వెండితోగాని, మిశ్రము చేయనిది అలంకారములకు, నాణెములను తయారుచేయుటకు కావలసిన గట్టిదనము బంగారమునకులేదు.

బంగారుయొక్క పారిశుద్ధ్యమును కేరట్లలో తెలియజేయుదురు. శుద్ధమైన బంగారము 24 కేరట్లు ఉండును. సవరను 22 కేరట్లు; అనగా 24 పాళ్లులో 22 పాళ్ళు బంగారము, తక్కిన రెండుపాళ్ళును ఇతర ధాతువులు ఉండును. నేడు (1933) ఇండియాలో 14 కేరట్ల బంగారముయొక్క వాడకము ప్రభుత్వము ఉత్తర్వు ద్వారా ప్రవేశపెట్టబడినది. చాలకాలమునుండి బంగారము ప్రమాణమూల్యముగా పరిగణించబడుచున్నది. నేటికిని రాజ్యనిధిగా ఏర్పరచుటకు బంగారమే ఆధారము. ఛాయాచిత్రముల వికసినీపచేయు ప్రక్రియలయందు, ఊదారంగుగాజు తయారు చేయుటకు, మలామాచేయుటకు బంగారు లవణములు వాడుకలోఉన్నవి. రాగివంటి తక్కువవిలువగల ధాతువులపై బంగారురేకును సంధానక్రియచే అతికించి దానిని కావలసిన పరిమాణమునకు కమ్మెచ్చులో లాగి లాగి, రోలరులతో బలముగానొక్కి తయారుచేసిన వస్తువునకు 'రోల్డుగోల్డు' అనిపేరు. దంతములను కట్టుటకు బంగారము చాల వాడుకలోఉన్నది.

బంగారుయోగికములు : నైట్రిక్ ఆసిడ్ గాని, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ గాని, ప్రత్యేకముగా బంగారమును మార్పునొందించలేవు. ఆక్సాలెజియా (మహాద్రావకము) అను పేరుగల ఈ ఆమ్లముల 1:3 నిష్పత్తిలోఉన్న మిశ్రములో బంగారము సులువుగా విలీనమగును. ఆక్సాలెజియాద్రావకముతో బంగారమును వేడిచేసినపుడు బంగారమందులో కరగి పసుపుపచ్చటి రంగుగల ద్రావణము ఏర్పడును. ఈ ద్రావణమును సాంద్రీకరించినచో సూదులవంటి పసుపు పచ్చటి స్ఫటికములు లభించును. ఈ స్ఫటికములకు క్లోరారిక్ ఆసిడ్ ( $\text{HAuCl}_3$ ) అనిపేరు (చూ. యోజనీయతాభావము: క్లిష్టయోగికములు). విద్యుత్ విశ్లేషణవిధానమున బంగారు మలామాచేయుటకు ఈస్ఫటికములు ఉపయోగించును. ఈ స్ఫటికములను జాగ్రత్తగా  $120^\circ\text{C}$  వరకు వేడిచేసినచో ఆరిక్ క్లోరైడ్ [గోల్డుప్రైక్లోరైడ్ ( $\text{AuCl}_3$ )] ఏర్పడును.

పృథక్కరణము శుద్ధిచేయుట : వెండి, రాగి కలసియున్న స్వర్ణధాతుమిశ్రమును గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో మరగించినచో బంగారమును శుద్ధముగా వడయవచ్చును. 30% కన్న బంగారము ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు ధాతుమిశ్రముపై ఆమ్లపుచర్య ఏమియు ఉండదు. అట్టిచో

ధాతుమిశ్రమునకు వెండికలిపి బంగారపు పాలును 30%కి తక్కువగా ఉండునటుల చేయవలెను. ఇప్పుడు ధాతుమిశ్రమును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో మరగించినచో వెండి, రాగి, ఆమ్లములో విలీనమై బంగారము ఇటుకపొడిరంగుగల చూర్ణముగా మిగిలిఉండును. దీనిని కడిగి, తడి ఆరబెట్టి కరగి పూదెగా చేయవచ్చును.

వెండి విషయములో చెప్పినట్లు బంగారమును కొలిమిలో ఊదికూడ బాగుచేయవచ్చును (చూ. రాగి వర్ణము). బి. గే. కృ.

బప్పర్ క్రియ : తనయందున్న హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతలో మార్పుకలిగించ యత్నించు ప్రక్రియను నిరోధించగల ద్రావణమునకు 'బప్పర్ ద్రావణము' అనియు ఈ కార్యమునకు 'బప్పర్ క్రియ' అనియు పేర్లు. ఉదా : పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ అమోనియమ్ ఆసిటేట్ జలద్రావణములో pH మూల్యము '7' సమీపమున ఉండును. ఒక మిల్లీలీటరు నార్మల్ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఈ ద్రావణమునకు చేర్చినచో మొదటిదాని pH 3గా మారును. రెండవదానిలో మార్పు మృగ్యము. రెండవది బప్పర్ ద్రావణముగా ఆచరించును. మే. వ. స.

బర్టీలియస్, జాన్స్ జాకొబ్ (1779 - 1848) : స్వీడన్ రాసాయనికుడు. స్వీడన్ లో సార్ గార్డ్ ఈతని జన్మస్థానము. 1818 లో ఈతడు స్టాక్ హోమ్ 'ఎకాడమి ఆఫ్ నై సెన్స్' కు శాశ్వతకార్యదర్శిగా నియమితుడయ్యెను. ఈ కాలమందు ఈతను నలుబదిపండ్ల ఏకతాన కృషిఫలితముగా నాలుగువేల యోగికముల పారిమాణిక సంఘట్టనమును పరిశీలించి డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతమున ఉన్న లోపముల తొలగించి ద్యూమా, గేలుసాక్ మొదలగు రాసాయనికుల ప్రయోగ ఫలితములను ఉపయోగించి కొన్ని మూలద్రవ్యముల పరమాణు భారముల పట్టికను ఒకదానిని నిర్మించెను. ఈ పరమాణు భారములు ప్రయోగకుశలతకు, ఫలయాధార్థ్యమునకు నాటి కాలపు పరసీమ. ఈతడు రాసాయనికశాస్త్ర పాఠ్యపుస్తకము నొకదానిని రచించుటయేకాక రాసాయనికశాస్త్ర ప్రతిసాంవత్సరిక ప్రగతిని తెలియజేయు పత్రిక (యారెస్ బెరిప్టే)ను పలుసంవత్సరములు ప్రచురించెను. మే. వ. స.

బలము, జడత్వము వగైరాలు : మన చుట్టు ప్రక్కలనున్న ద్రవ్యము ఘనము, ద్రవము, వాయువు అను మూడు రూపములలో కానవచ్చుచున్నది. వీటిలో ఏదేని ద్రవ్యము స్వీకరించుస్థితి దాని తాపక్రమమునుబట్టి ఉండును. ద్రవ్యస్థితిలో మార్పు తప్ప విడచి ఒక సంవృతవ్యవస్థలో



బలము, జడత్వము వగైరాలు

ఉన్న ద్రవరాశి ఎప్పుడును మారదు. ద్రవ్యనిత్యత్వనియమమును పేరట ఈ నియమము భౌతికశాస్త్రసాధమునకు మూల స్తంభమైనది.

ద్రవ్యమునకు రెండు ముఖ్యలక్షణములు ఉన్నవి. 1. ప్రదేశమును ఆవరించుట; 2. దానిస్థితియందలి మార్పును నిరోధించుట. మొదటిలక్షణమును ఆధారముచేసికొని ద్రవ్యమునకు ఆయతనము ఉన్నదని చెప్పుదురు. రెండవ లక్షణము ఆధారముచేసికొని ద్రవ్యమునకు జడత్వము ఉన్నదని చెప్పుదురు. వస్తువుయందు ద్రవ్యరాశి ఎక్కువగుకొలది దాని స్థితియందు మార్పును నిరోధించు శక్తి కూడ అధికమగుచుండును. దీనికే పైని జడత్వమని పేరిడితిమి. జడత్వమందుచే వస్తువునందున్న ద్రవ్యరాశికి కొలత.

బలము: ఏదేని కదలకుండఉన్నవస్తువును కదలునట్లు చేయుటకుగాని లేదా కదలుచున్నవస్తువు గమనమును మార్పుటకుగాని శాస్త్రాకారణము ఒకటి ఆవశ్యకము. ఈ కారణమునకే 'బలము' అనిపేరు. ప్రకృతిలో మనకు అనుభవగోచరమగు బలములు పెక్కులు గలవు. కండర బలము, గురుత్వాకర్షణబలము, అయస్కాంత బలము మొదలగునవి. ఏదేని శాస్త్రబలము ఒకటి చలనమునకు అడ్డంకులులేని వస్తువుపై పనిచేసినప్పుడు ఆ వస్తువు దాని గతిస్థితిని మార్చుకొనును. ఆ గతి ఏకరూపమున ఉండక వృద్ధిచెందును. అనగా, దాని గమనపురేటును హెచ్చించుకొనును. ఈ హెచ్చించుటకు 'త్వరణము' అని పేరు. ఒకే వస్తువుపై ఒకమారు ఒకటిచొప్పున వివిధబలములు పనిచేసినచో వస్తువునకు సంక్రమించు త్వరణము ఆ బలముల పరిమాణమునుబట్టి ఉండును. అనగా, బలపరిమాణము ఎక్కువగుకొలదిని త్వరణము అధికమగుచు ఉండును. ఇది గాక, వేరువేరు ద్రవ్యరాశులుగల వస్తువులపై ఒకే బలము పనిచేసినపుడు ఆవస్తుద్రవ్యరాశి ఎక్కువగుకొలది, దాని త్వరణము తగ్గుచుండును. ఇట్లు 'm' ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై పనిచేసి 'a' అను త్వరణమును ఉద్భవింపజేయగలిగిన బలము 'm' తోను, 'a' తోను ప్రత్యేకముగ అనులోమముగ మారును. అనగా 'm', 'a' లు రెండును మారునపుడు బలము వీటిలబ్ధమునకు అనులోమముగ మారును.  $f = Kma$ . ఈ సాంకేతికములో సంప్రదాయానుసారముగ బలము యూనిట్ ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై పనిచేసి యూనిట్ త్వరణమును ఉద్భవింపజేయునట్టి పరిమాణముగ ఎన్నుకొనుటచే పై సమీకరణమందలి స్థిరాంకము 'K' ఒకటికి సమానముగ చేయవచ్చును. బలమునకు ఇట్టినిర్వచనము ఇచ్చినచో పై సమీకరణము  $f = ma$  అగును.

గతిశాస్త్రములో రెండువిధములయిన మానవద్దతులు కలవు. 1. సెంటీమీటరు, గ్రాము, సెకనుపద్ధతి (C.G.S.); 2. ఫుట్, పౌండు, సెకనుపద్ధతి. (F. P. S.). మొదటి పద్ధతిలో బలముయొక్క యూనిట్ నకు 'డైన్' అనిపేరు; రెండవ పద్ధతిలో ఆ యూనిట్ 'పౌండ్' అనిపేరు. వ్యావహారికముగ ఈ యూనిట్లు అతిస్వల్పములగుటచే కిలోగ్రాముభారమును, పౌండుభారము, టన్నుభారము అను పరిమాణములు ఎన్నుకొనబడినవి.

సమానాంతర చతుర్భుజ బల నియమము: ఒక వస్తువుపై బలము పనిచేయునపుడు ఆ బలమునకు ఆవస్తువు లొంగును. ఏక కాలమందు ఒకే వస్తువుపై రెండుగాని, లేదా అంతకన్న ఎక్కువగాని బలములు పనిచేయునపుడు ఈ బలములన్నిటిని ఒకమొత్తపు బలముచే నిరూపించవచ్చును. రెండుబలముల మొత్తమును క్రింది విధమున సంపాదించవచ్చును. ఒక కణముపై పనిచేయుచున్న రెండు వేరువేరు బలముల పరిమాణము, దిక్కు, సమానాంతర చతుర్భుజముయొక్క ప్రక్క ప్రక్కనున్న రెండుభుజములచే నిరూపించిన ఈ రెండుబలముల మొత్తమును పరిమాణమందును, దిక్కునందును ఆచతుర్భుజకర్ణము నిరూపించును. అటులనే ఒకబలమును ఉచిత దిక్కులలో రెండుబలముల క్రింద విడదీయవచ్చును. వివిధ దిక్కులలో ఒకవస్తువుపై పనిచేయుచున్న బలములను సంకలనము చేయుటవలన ఒక ఇష్టదిక్కులో పనిచేయు బలపరిమాణము ప్రాప్తమగును.

బలభ్రమకము (మోమెంట్ ఆఫ్ ఫోర్స్): నేలపై ఉన్న రాతిని కాలితో త్రోసిన రాయి అంతయు ముందుకు కదులును. అట్టిగమనమునకు స్థానాంతరచలనము అనిపేరు. ఒక పెద్దరాయిని అట్లు కాలితో త్రోయుటకు ప్రయత్నించిన అది సరాసరి స్థానాంతరచలనమును పొందక భూమిపై పొద్లుటకు ఉంకించును. అందువలన వస్తువుపై బలము పనిచేయునపుడు ఆ వస్తువుయందు స్థానాంతరచలనమునేగాక భ్రమణముచుకూడ పుట్టించును. తలుపుచెక్క బందులపై తిరుగుట మన అనుభవములోనిదే. ఈ తిరుగుటకు గల సామర్థ్యమునకు 'భ్రమకము' అని పేరు. ఇది ఆవస్తువును త్రిప్పుటకు ఉపయోగించు బలపరిమాణమును బట్టియు, భ్రమణాక్షమునుండి ఆ వస్తువు దూరమును బట్టియు ఉండును. ఈ భ్రమకపరిమాణము వస్తువులకు, భ్రమణాక్షమునకు మధ్యఉన్న దూరముచే బలమును గుణించిన లభించును. భ్రమకము = బలము X దూరము. క్రింది దృష్టాంతము పై నిజమును సులభముగ తెలియజేయగలదు. తలుపులందును వ్రేలితో మెల్లగా తాకిన తలుపు కదలును. ఆ తలుపుమధ్యను ఆవ్రేలుత్రోవుడుబలమునే



ఉపయోగించినచో లభ్యమగు ఫలము పైదానిలో సగమే ఉండును. తలుపు ఆడు బండులకు చాలదగ్గరగ తలుపును త్రోయజూచితిమేని తలుపును కదలించుట చాల దుర్వృటము. బండు మీదనే బలమును ప్రయోగించినచో తలుపు తిరుగనే తిరుగదు. వివిధ బలముల ప్రభావముచే ఒకవస్తువు విశ్రాంతి దిశలో ఉన్నప్పుడు దానికి స్థానాంతరచలనముకాని, భ్రమణముకాని ఉండవు. ఈ పరిస్థితి సంభవించుటకు ఒక దిశలో ఆ వస్తువుకున్న భ్రమకము దానికి విరుద్ధదిశలో ఉన్న భ్రమకముచే రద్దుచేయబడిఉండవలెను. ఈ భ్రమక నియమసహాయముచే మనకు లొంగని పరిమాణములో ఉన్న బలమును లొంగుపరిమాణములో ఉన్న బలము క్రింద మార్చవచ్చును. ఈ భ్రమకనియమమును కనుగొనిన ఆర్కిమీడిజ్ ఒకప్పుడు "భూమికి వెలుపల నాకు ఒక ఆధారము ఇచ్చినచో భూమి నే నేను పైకి ఎత్తగలను" అని వీరాలాపములను పలికినాడు (చూ. పటము-పు. 11).

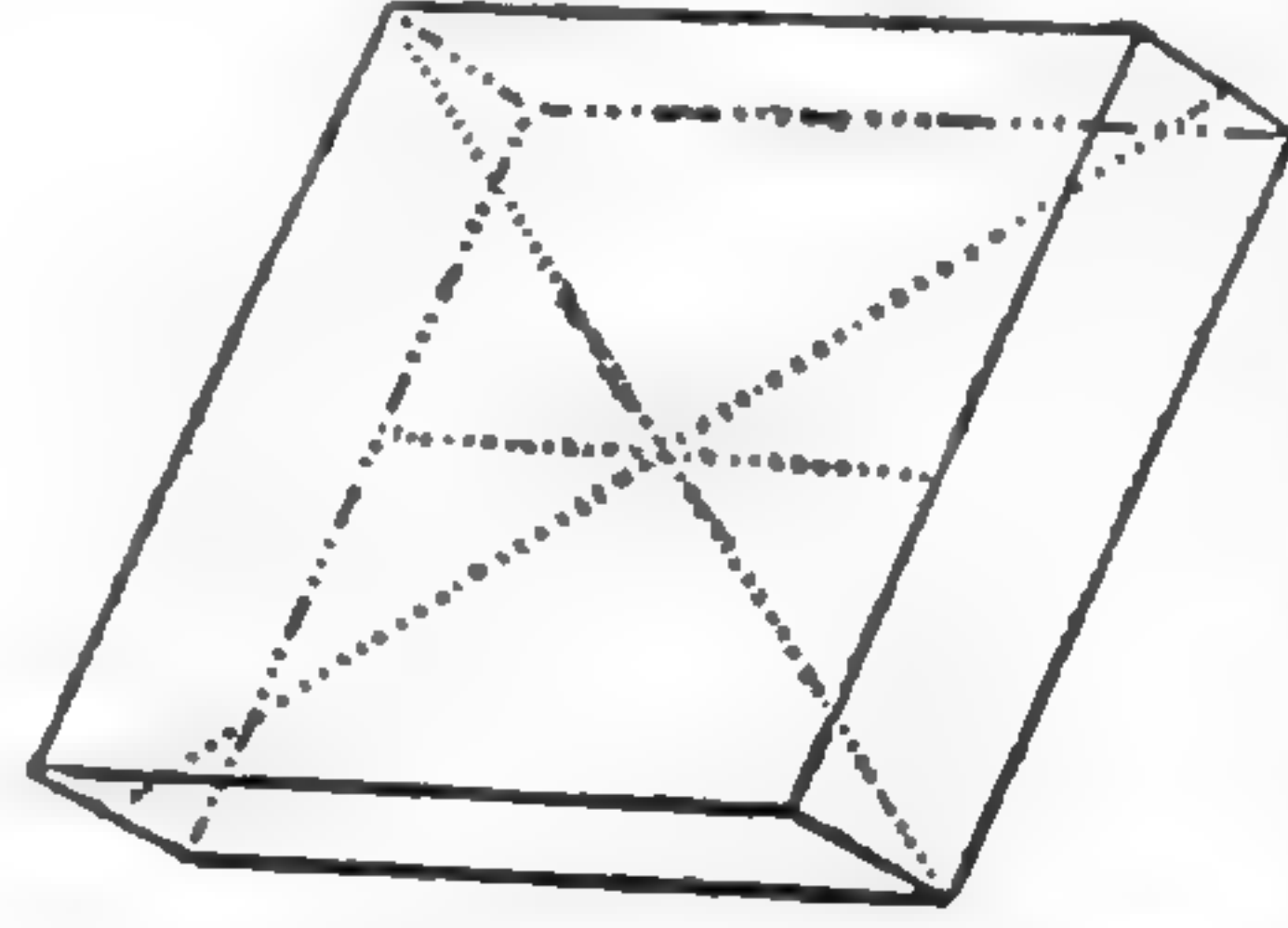
సమానాంతర బలములు : వాటిదిశకు సమానాంతరముగా ఉన్న బలములను సమానాంతరబలములు అందురు. భ్రమకనియమ సహాయమున ఈ బలములను కలుపవచ్చును. రెండు సమానపరిమాణములుగల భిన్నబలముల జంటకు

'యుగ్మము' అని పేరు. ఈయుగ్మము అది పని చేయు వస్తువు యందు భ్రమణమును కల్పించును. అటులనే వేరు వేరు దిశలలో పనిచేయుచున్న రెండుగాని, ఎక్కువగాని బలములను సుకరమైన దిశలో పనిచేయు ఆ బలముల యుగ్మము చే నిరూపించవచ్చును. ఈ భ్రమకనియమము

మనము స్కూను త్రిప్పినపుడు ఉపయోగించుచున్నాము. స్కూబుర్ర రెండువేళ్ళ మధ్య గట్టిగాఅదిమి బలయుగ్మమును దానిపై ప్రవర్తింపజేసినచో అది తిరుగును. 'మంకీరెంచి' వాడుక చేసిన ఆస్కూను మరింతసులభముగా

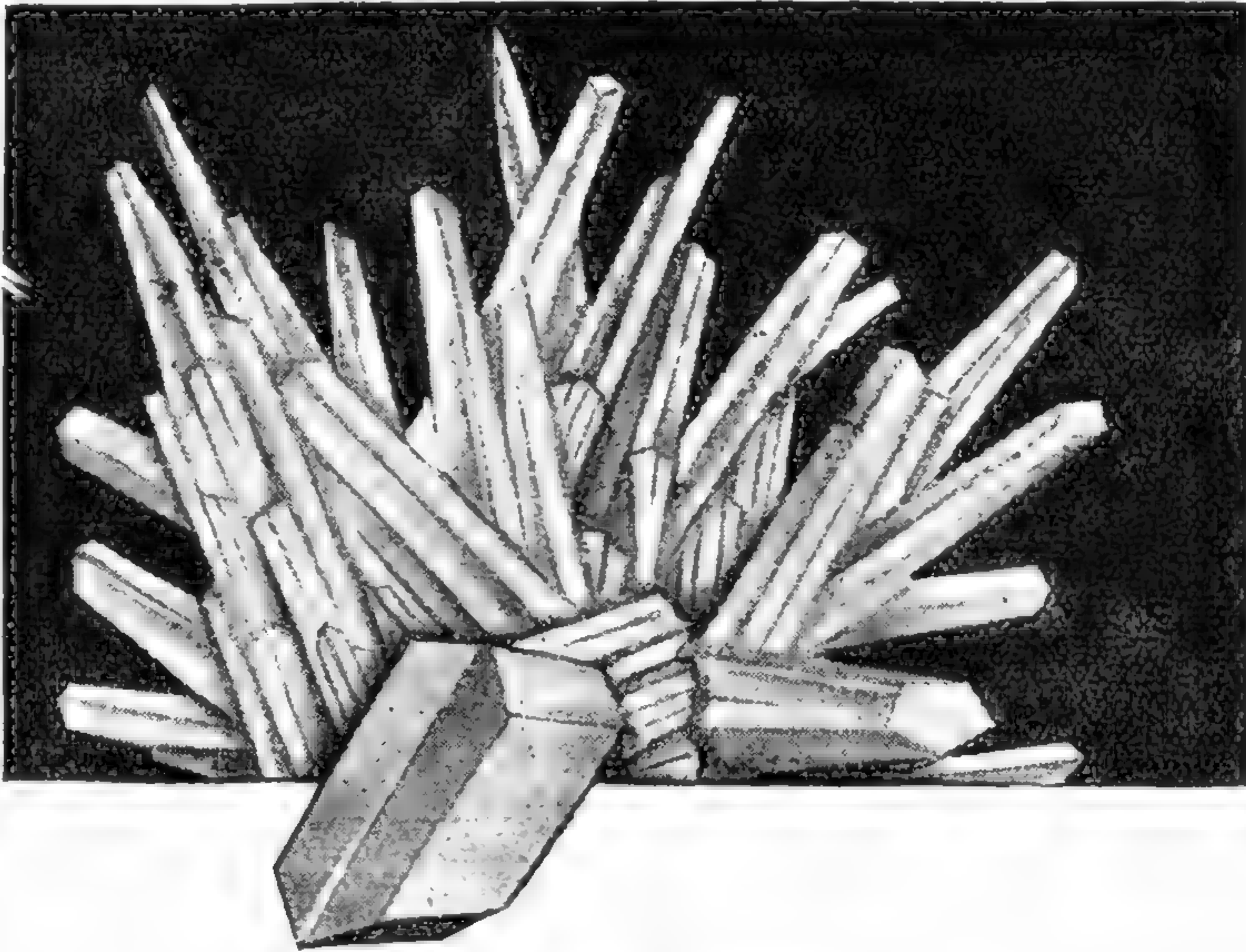
త్రిప్పవచ్చును. ఆ విధముగనే పెద్దకాడగల స్కూడైవరుతో చిన్నకాడతోఉన్న దానితోకన్న స్కూళ్ళను సులభముగా త్రిప్పవచ్చును; అదిగాక, తుఫానుగాలికి పొట్టిగా ఉన్న చెట్టు ఎత్తుగాఉన్న చెట్టంత దొరకిపోదు. త.న.న.మూ.

బహురూపత : ప్రతిఘనద్రవ్యమునకును ఒక విశిష్ట స్ఫటికరూపము ఉండు ననునది స్ఫటికశాస్త్ర ప్రధాన



క్వార్టెజ్ క్వైన్సైట్ స్ఫటికములు.

సూత్రము. ఈసూత్రమునకు అపవాదముగా వివిధద్రవ్యములు ఇంచుమించు ఒకే స్ఫటికరూపమును స్వీకరించుటయు, ఒకే ద్రవ్యము ఒకటికన్న ఎక్కువ స్ఫటికరూపములలో కనబడుటయు కూడ కలదు. ఇందు మొదటి సంఘటనకు సమరూపత (ఐసోమోర్ఫిజమ్) అని పేరు; రెండవది బహురూపత. బహురూపతా సంఘటనకు మంచి ఉదాహరణము గంధకము (చూ. గంధకము - పు. 312)



బహురూపతకు దృష్టాంతము : ఆరగొనైట్ క్వైన్సైట్ స్ఫటికములు.

మూల ద్రవ్యము లందేకాక యోగికములందు కూడ బహురూపత ప్రచారమున ఉన్నది. ప్రకృతిలో క్వైన్సైట్ క్వార్టెజ్ (సున్నపురాయి) రాంబిక్ పద్ధతికి చెందిన ఆరగొనైట్ అనుసూచ్యకార స్ఫటికములుగాను, రాంబో హెడ్రన్ పద్ధతికి చెందిన క్వార్టెజ్ స్ఫటికములుగాను కన

పడును. ఒక ద్రవ్యముయొక్క బహురూపములలో ఏదియైనను నియత తాపక్రమపరిమితులలోనే స్థిరముగా ఉండును. అంతకన్న తాపక్రమము హెచ్చుచేసినను, తగ్గించినను రూపభేదము జనించును. రూపములలోని ఈమార్పు సాధా



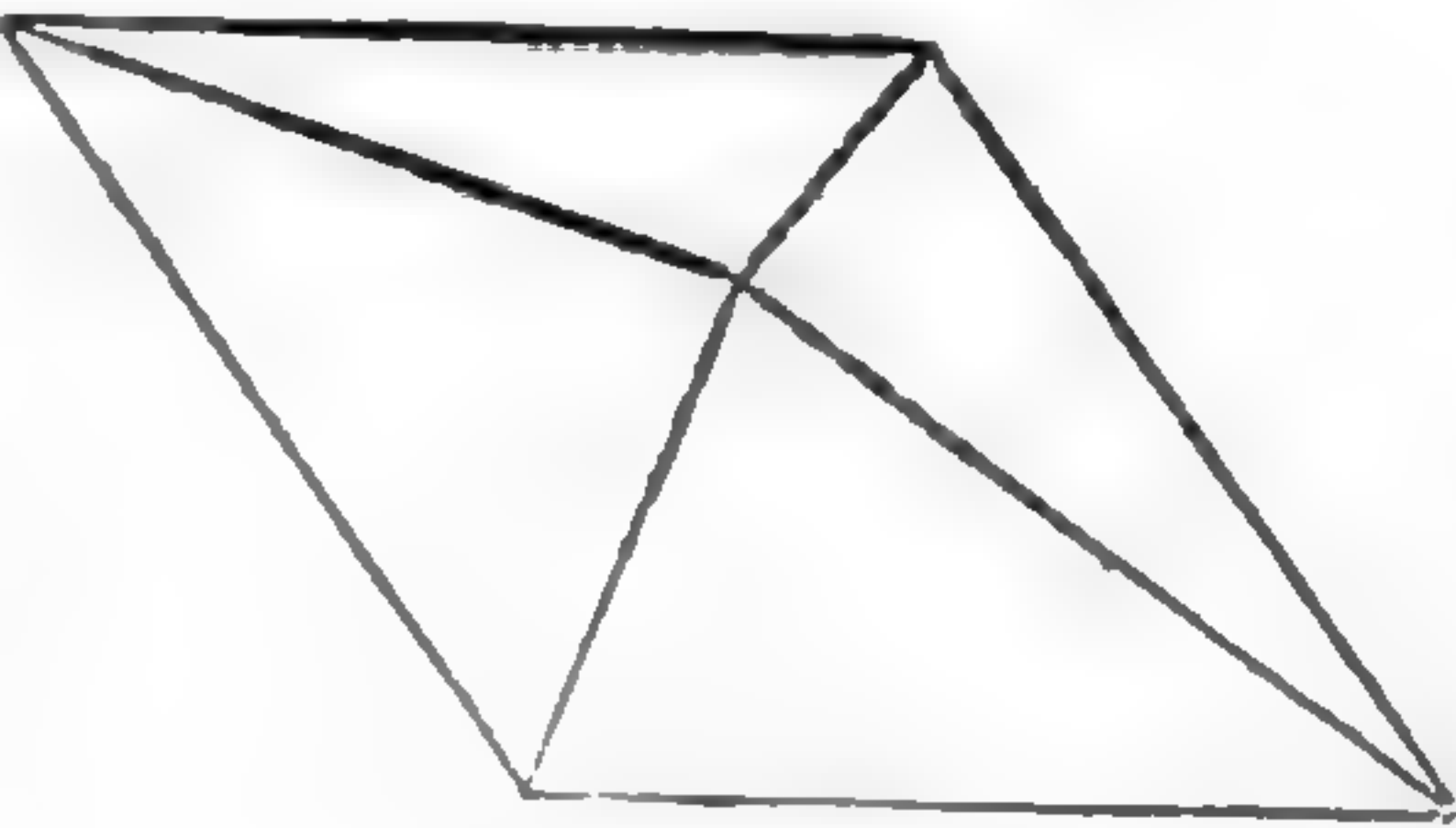
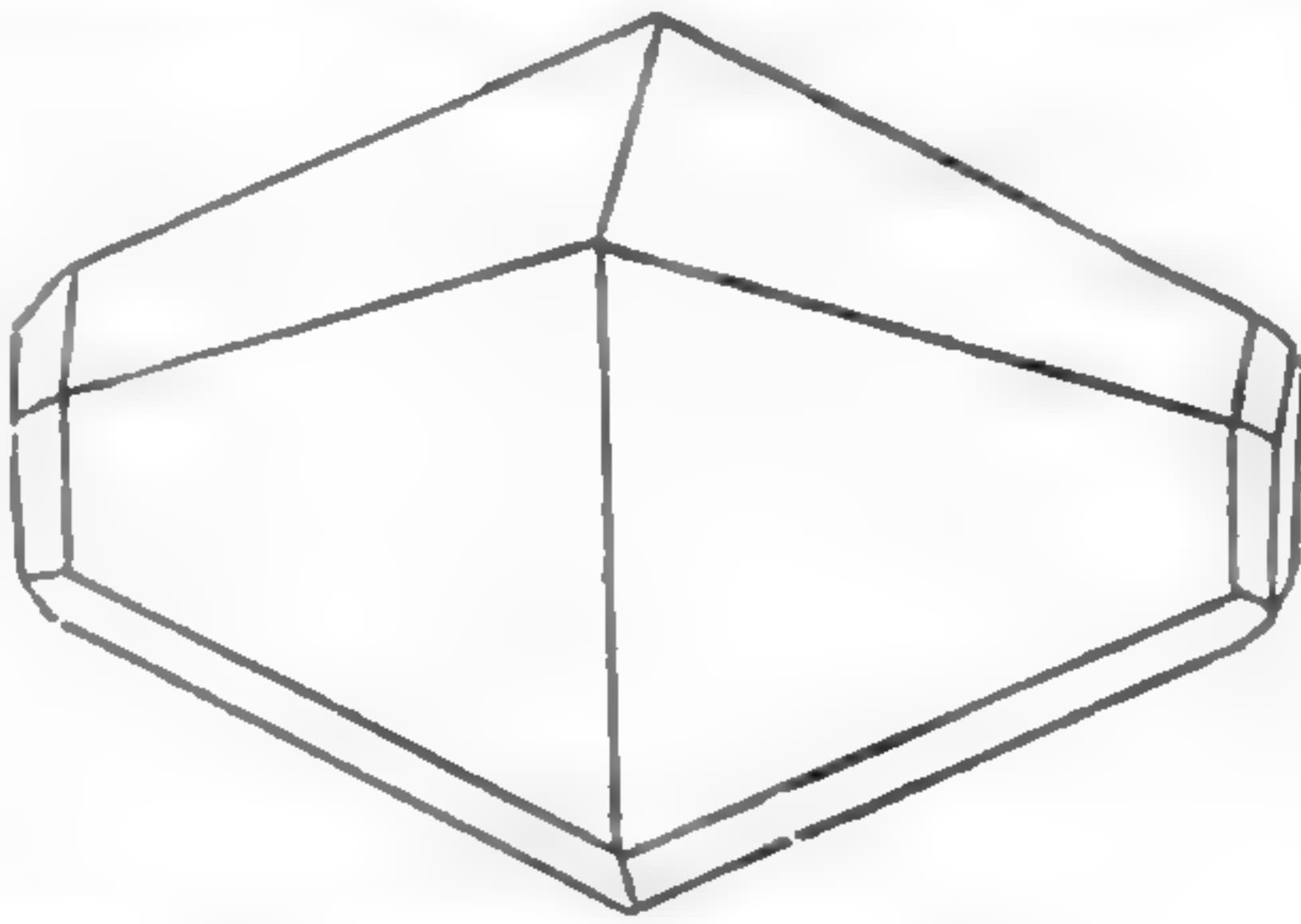
## బహురూపత

రణముగా ఒక నియతతాపక్రమమువద్ద జరుగును. రాంబిక్ గంధకము  $90^{\circ}\text{C}$  వద్ద మోనోక్లినిక్ గంధకముగా మారును.

బహురూపతా సంఘటనకు, రూపాంతరతా (ఎలోట్రోపీ) సంఘటనకును కొంతవరకు సమావార్థత ఉన్నది. మూలద్రవ్యములు బహురూపములలో సంభవించుటకు రూపాంతరత అనిపేరు. ఈరూపములు స్ఫటికస్థితులైనపుడు రూపాంతరతను బహురూపతగాకూడ పరిగణించవచ్చును. కాని రూపాంతరత మూలద్రవ్యముల ఘనరూపములకే కాక ద్రవ, వాయుస్థితులకుకూడ అన్వయించును. బహురూపత ఘనస్థితికే పరిమితము.

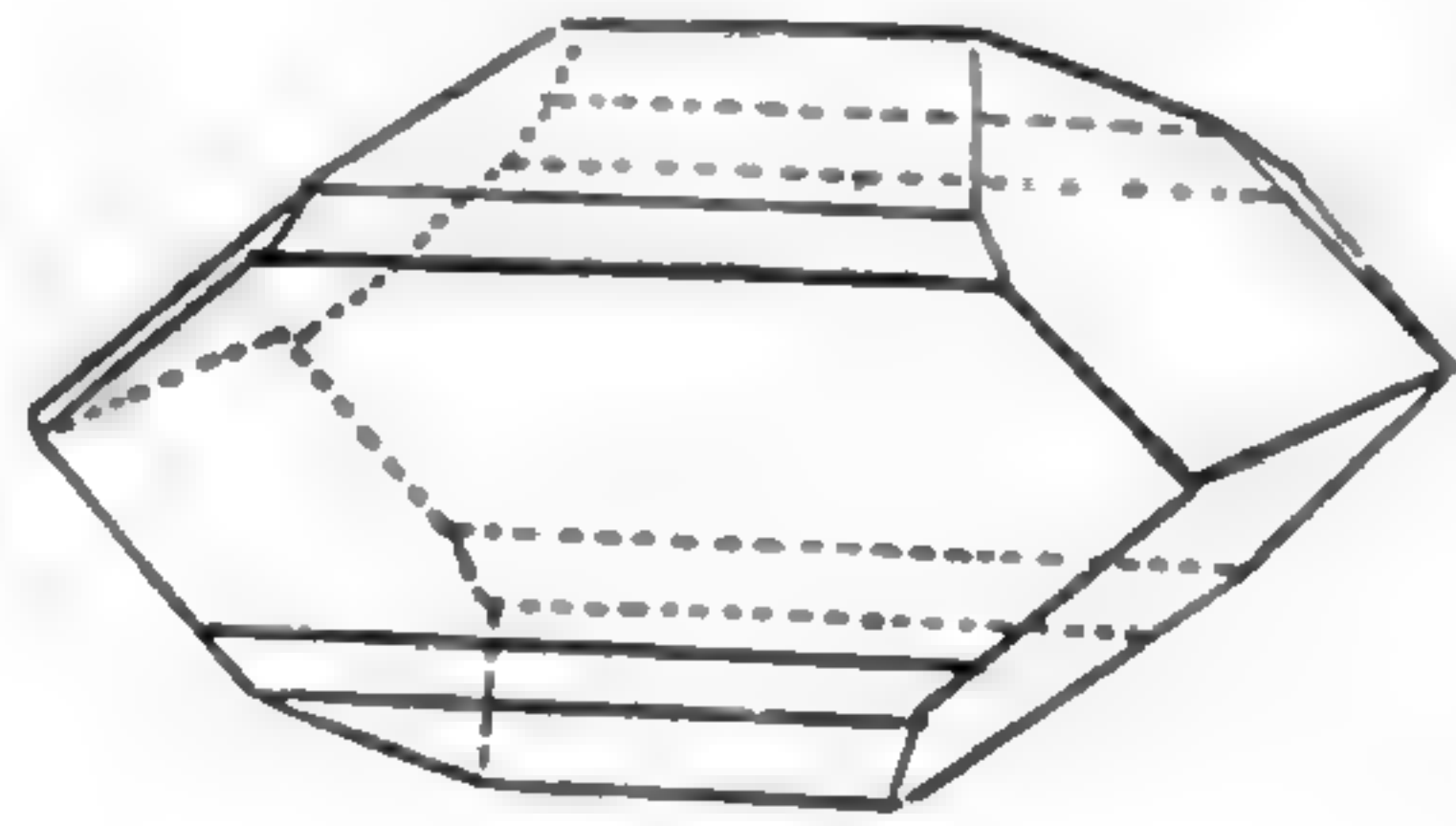
రూపాంతరత: గంధకమును కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ ద్రావణమునుండి స్ఫటికీకరించినచో రాంబిక్ స్ఫటికపద్ధతికిచెందిన

గంధక స్ఫటికములును, బెన్జిన్ ద్రావణమునుండి  $90^{\circ}\text{C}$  కన్న పాచుతాపక్రమములో స్ఫటికీకరించిన మోనోక్లినిక్ స్ఫటికపద్ధతికిచెందిన గంధక స్ఫటికములును ఏర్పడును. ఈ రెండు రకముల స్ఫటికావస్థలలో ఉన్న ద్రవ్యము గంధకమే. ఇటులనే కార్బన్ (బొగ్గు) క్యూబిక్ స్ఫటికపద్ధతికి చెందిన ఉజ్జ్వల కాంతియుతమగు వజ్రస్ఫటికములుగను, హెక్సాగోనల్ స్ఫటికపద్ధతికి చెందిన నల్లటి గ్రాఫైట్ పెల్లులుగను, కర్రకాల్చిన వచ్చు అస్ఫటికస్థితి కలిగిన బొగ్గుగను లభ్యమగును. ఇట్లు ఏదేని ద్రవ్యము రూపాంతరములను కనపరచు సంఘటనకు రూపాంతరత అనిపేరు. రూపాంతరములు అన్నియు ఒకే సంఘాతస్థితిలో ఉండవలెనను నియమములేదు. కొన్ని ఘనస్థితిలోను, మరి కొన్ని ద్రవస్థితిలోను, లేదా వాయుస్థితిలోను ఉండవచ్చును. నిజమునకు గంధకము ద్రవరూపములోకి ఆల్ఫా, మ్యూ అని పేర్లు కలిగిన రెండు రూపములను చాల్చును. అందు మొదటిది కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ద్రావణములో ద్రావ్యము; రెండవదికాదు. వాయు

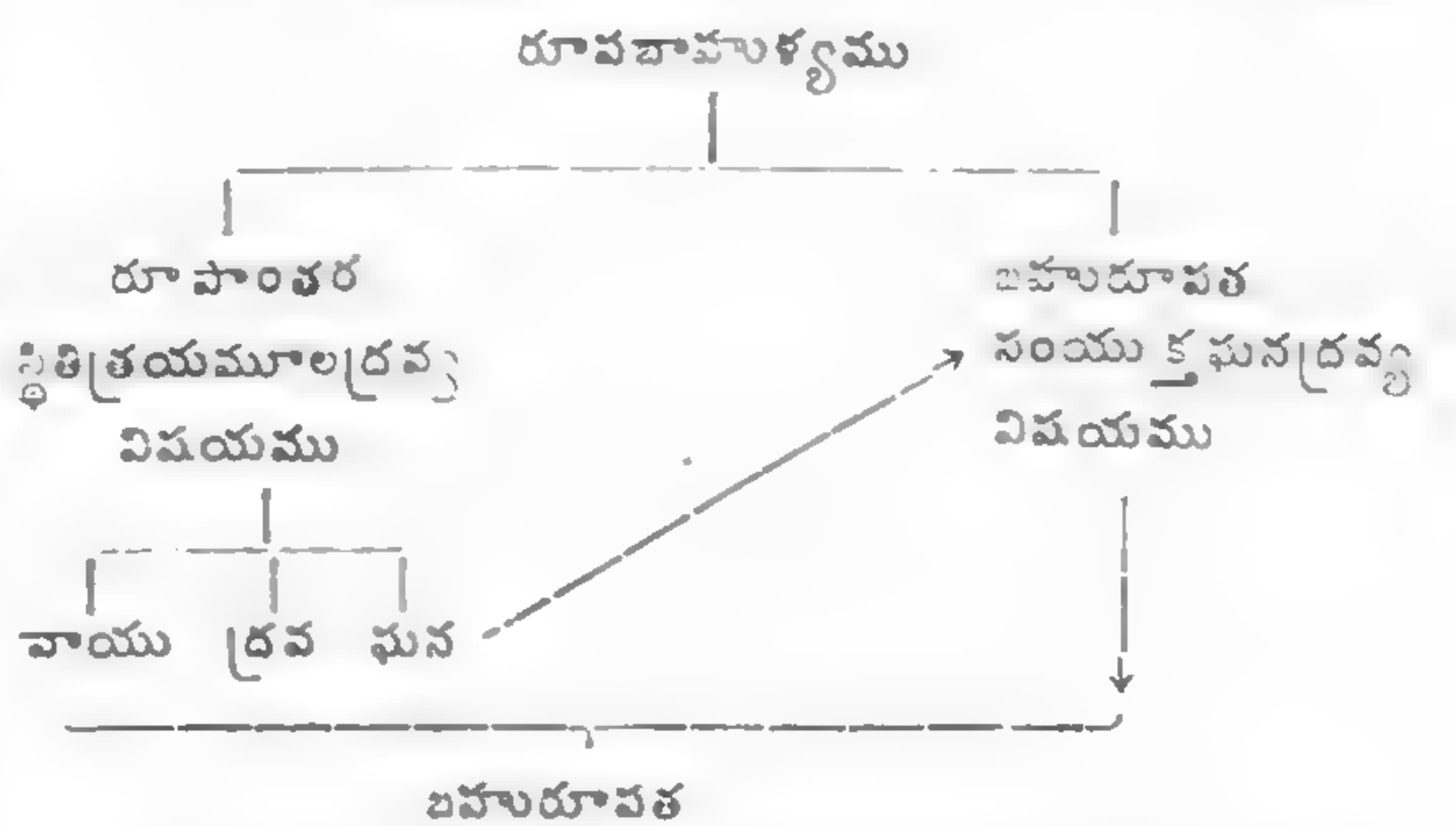


రాంబిక్ పద్ధతి

గంధకస్ఫటికములు



మోనోక్లినిక్ పద్ధతి



రూపాంతరతాసంఘటన మూడు విధములుగా ఉన్నది. 1. వినిమేయ రూపాంతరత (ఎనాన్సియోట్రోపీ), 2. ఏక పక్షరూపాంతర (మోనోట్రోపీ), 3. త్రసరూపాంతరత

స్థితిలో రూపాంతరములను చూపునది ఆక్సిజన్. అణువు ద్విపరమాణుకమగునపుడు ఆక్సిజన్ (O—O) త్రిపరమాణుకమగు  $\text{O}_3 = \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}} - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}} - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$  ఓజోన్ అను వాయువు ఉద్భవించును. వీటి రెండిటికిని సామాన్యముగా మూలద్రవ్యము ఆక్సిజన్ పరమాణువు (O).

రూపాంతరతరూపముల ద్రావ్యత, స్ఫటికరూపము, ద్రవాంకము మొదలగు భౌతికధర్మములు వేరైనను రాసాయనికముగా అవి భిన్నములుకావు. సాధారణముగా 'రూపాంతరత' అను పదము మూలద్రవ్యములు కనపరచు బహురూపతా సంఘటనకే వాడుకలో ఉన్నది. యౌగికము బహురూపములు

చాల్చి ఆ రూపములు ఘనస్థితిలో ఉన్నపుడు ఆ సంఘటనకు బహురూపత (పోలిమోర్ఫిజమ్) అని ప్రత్యేకనామము కలదు. కాని మూలద్రవ్యము ఘనస్థితిలో చూపు భిన్న రూపములను కూడ బహురూపములనవచ్చును.



(డైనమిక్ అలట్రోపీ). గంధకము ఈమూడు రకముల రూపాంతరతను కనపరచును.

వినిమేయరూపాంతరత: ఇది స్ఫటికరూప గంధకము ఎడ కానవచ్చును. రాంబిక్ స్ఫటికములు, మోనోక్లినిక్ స్ఫటికములుగను, విలోమక్రమముగను మారవచ్చును. 90°C తాపక్రమమువద్ద ఈ మార్పు జరుగును. రాంబిక్, మోనోక్లినిక్, గంధకస్ఫటికములవంటి రెండు ద్రవ్యములు ఒకదానిలోనికి ఇంకొకటి మారునట్టి సంఘటనకు వినిమేయరూపాంతరత అని పేరు. ఇట్టి వినిమేయరూపములు వినిమయ, లేదా పరివర్తనతాపక్రమము (ట్రాన్సిషన్ టెంపరేచర్) వద్ద సమతౌలనస్థితిలో ఉండును. ఈ రెండు స్ఫటికరూపములలో ఒకటియగు రాంబిక్ గంధకము 90°C దిగువను, రెండవది మోనోక్లినిక్ గంధకము, 90°C మీదను స్థిరములు.

ఏకపక్షరూపాంతరత: పైని పేర్కొనిన స్ఫటిక రూపములేకాక గంధకము ఇంకను అనేకరూపముల స్వీకరించగలదు. అందొకటి మరుగుచున్న ద్రవగంధకమును చన్నీటిలోనికి పారనిచ్చిన లభించును. ఇది జీడిపాకము వలె సాగును. దీనికి ప్లాస్టిక్ గంధకము అని పేరు. ఇంకను అనేక ప్రక్రియలచే అనేకరూపముల గంధకమును తయారు చేయవచ్చును. ఈ రూపములు అన్నియు అస్థిరములు. ఇవన్నియు పరిసరతాపక్రమమునుపట్టి రాంబిక్ గంధకము లోనికో, మోనోక్లినిక్ గంధకములోనికో క్రమముగా మారిపోవును. మార్పు రెండువైపుల జరుగదు. ఇట్లు ఒక వైపునకే మారజూచు రూపాంతరములకు 'ఏకపక్షరూపాంతరములు' అని పేరు. ఈ రకపు రూపాంతరతకు ఖాస్వరము ఇంకొక దృష్టాంతము. ఖాస్వరముకూడ గంధకము వలె అనేక రూపములను స్వీకరించగలదు. అందు ముఖ్యమగురూపములు రంగులో భేదించు తెల్ల, ఎర్ర ఖాస్వరములు. రెండవది స్థిరమైనది; మొదటిది అన్నిపరిస్థితులలోను అస్థిరమై, రెండవదిగా మారనుంకించును. మార్పు ఇచ్చట గూడ వెనుకకు జరుగదు. అందుచే తెల్ల ఖాస్వరము ఏకపక్షరూపాంతరము.

త్రసరూపాంతరత: గంధకపు నిజవర్ణము లేత పసిమి. వేడిచేసినపుడు అది మొదట లేతపసిమిరంగుగల చలిష్టు ద్రవముగా మారి తరువాతరంగు ఎరువై, తరువాత గాఢమైన నల్లటిఎరువై ద్రవము చిక్కవడును. లేతపసిమి రంగుగల చలిష్టుద్రవము ఆల్ఫా (α) గంధకమనియు, నల్లటిఎరుపురంగుగల చిక్కటిద్రవము మ్యూ (μ) గంధకమనియు పిలువబడును. ఈ రెండును ఒకదానిలోనికి ఇంకొకటి మారగలవు. కాని, ఈ రెండిటిమధ్యను నియత

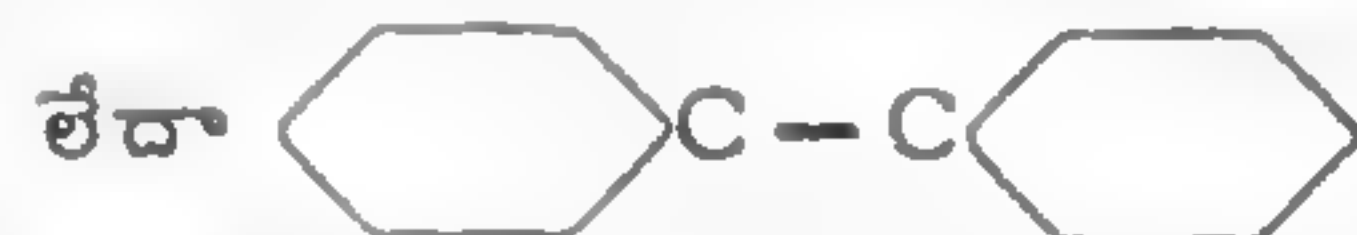
మగు పరివర్తనతాపక్రమము లేదు. వేడిచేయుటలో గంధకము ద్రవమగుటకు ప్రారంభించినది మొదట ఆ ద్రవము మరుగుదాక సంధించుమార్పులలో ఆల్ఫాగంధకము మ్యూ రూపములోనికి మారుచునే ఉండును. తాపక్రమము హెచ్చగుకొలది ఆల్ఫారూపము తగ్గి మ్యూ రూపము హెచ్చగుచుండును. విపరీతమార్గములో అనగా క్వథనాంకమునుండి గంధకము చల్లారునపుడు ఈ మార్పులు అన్నియు వెనుకకు జరుగును. మధ్యను పరివర్తనతాపక్రమ సంఘటనను చూపక అనవరతముగా ఒకదానిలోనికి ఒకటి మారు రూపములకు 'త్రసరూపాంతరములని' పేరు.

అణువులయందలి పరమాణువిన్యాసము వేరగునపు డెల్ల ద్రవ్యరూపము వేరగును. మాటకు రాంబిక్, మోనోక్లినిక్ గంధకస్ఫటికములు రెండింటియందును ఎనిమిదేసి పరమాణువులుకల అణువులే రచనాఘటకములు. కాని, రాంబిక్ అణువునందు ఆ ఎనిమిదిపరమాణువులే, మోనోక్లినిక్ అణువునందుకన్న భిన్నక్రమములో కూర్చబడి ఉండుటచే బాహ్యరూపములు వేరైనవి.

రూపాంతరత మూలద్రవ్యములలో చాల వ్యాప్తమై ఉన్నది. ఈ సంఘటనను చూపు ధాతువులలో సీసమును, ఇనుమును పేర్కొనవచ్చును. మే. వ. న.

బహువలయ హైడ్రోకార్బన్లు : ఇందు పోలీమెథిలీన్లు కానివి చర్చించబడును. ఇవి రెండు విధములుగా ఉన్నవి. 1. సంయుక్తవలయములు, 2. సంహతవలయములు.

సంయుక్తవలయములు : (డై ఫీనిల్  $C_6H_5 \cdot C_6H_5$ ) బ్రోమోబెన్జిన్ నుండి ఫిట్టిగ్ ప్రక్రియను ఉపయోగించి డై ఫీనిల్ ను తయారుచేయవచ్చును:



ఈ యోగికమునుండి పుతృత్వన్నములు అనేకములుకలవు. వీటిలో బెన్జిడిన్ చెప్పదగినది. ఏలన అనేక ఆజోవర్ణద్రవ్యములకు బెన్జిడిన్ జనకయోగికము (చూ. బెన్జిడిన్-పు 174).

రెండుగాని, మూడుగాని, నాలుగుగాని, ఫీనిల్ ( $C_6H_5$ ) గణములు మీతేన్ లో ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించునపుడు డై ఫీనిల్ మీతేన్ ( $C_6H_5$ )



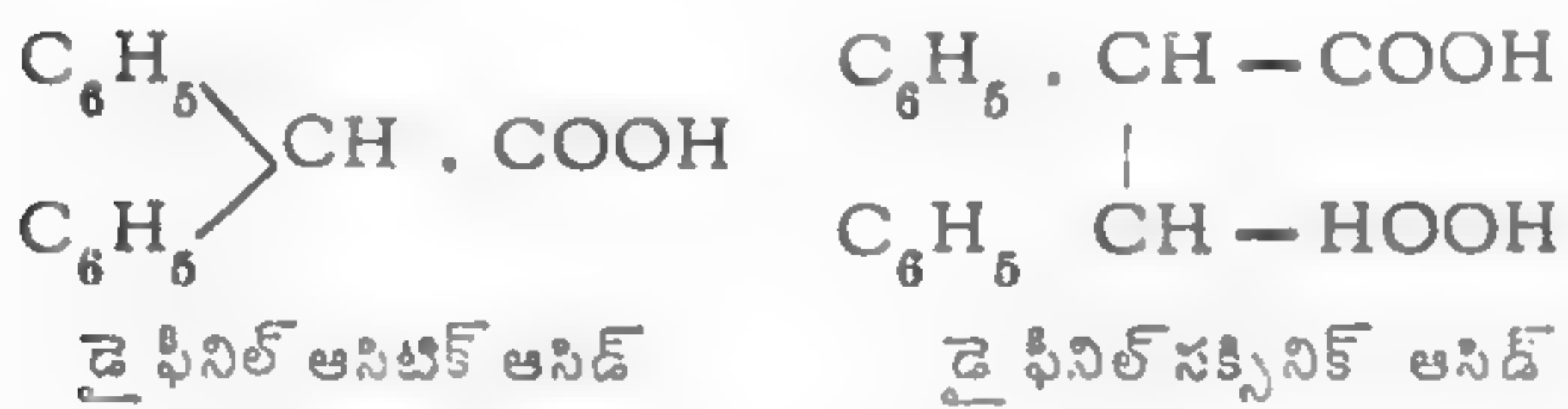
టెట్రాఫీనిల్ మీతేన్  $[C(C_6H_5)_4]$  అను యోగికములు



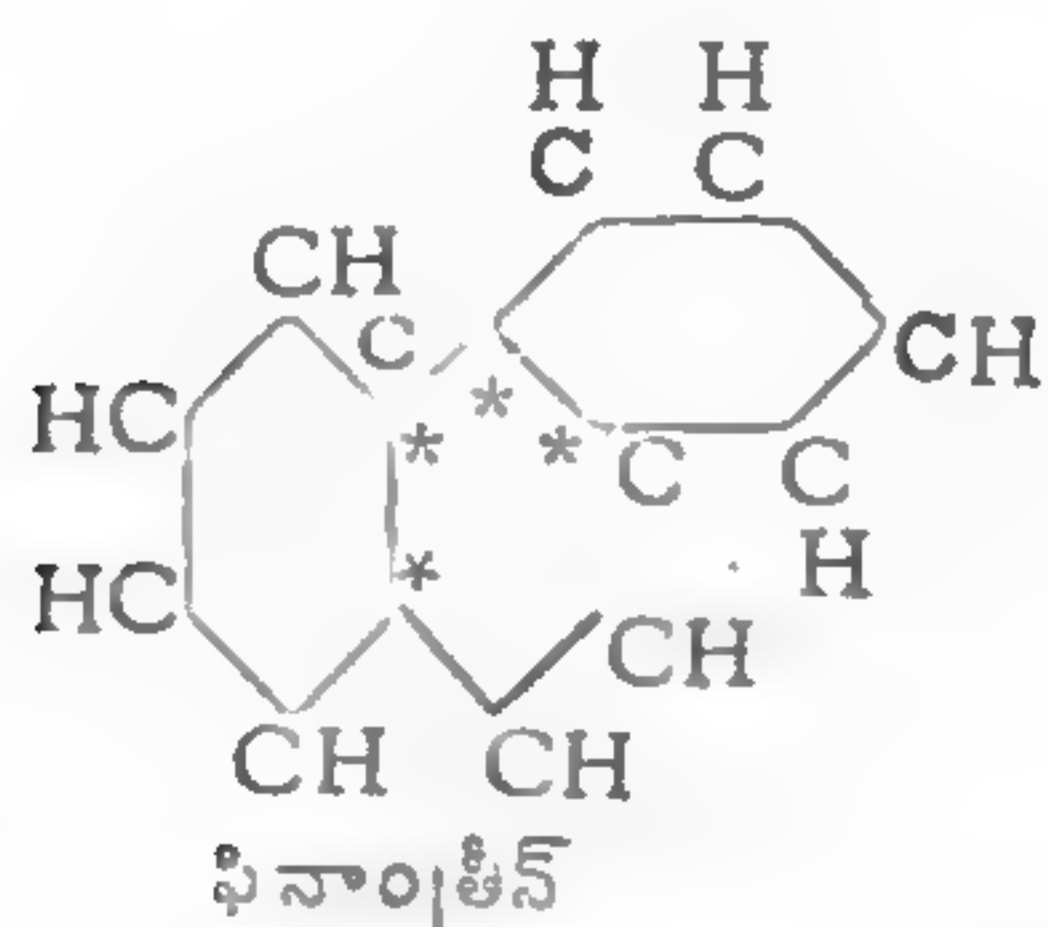
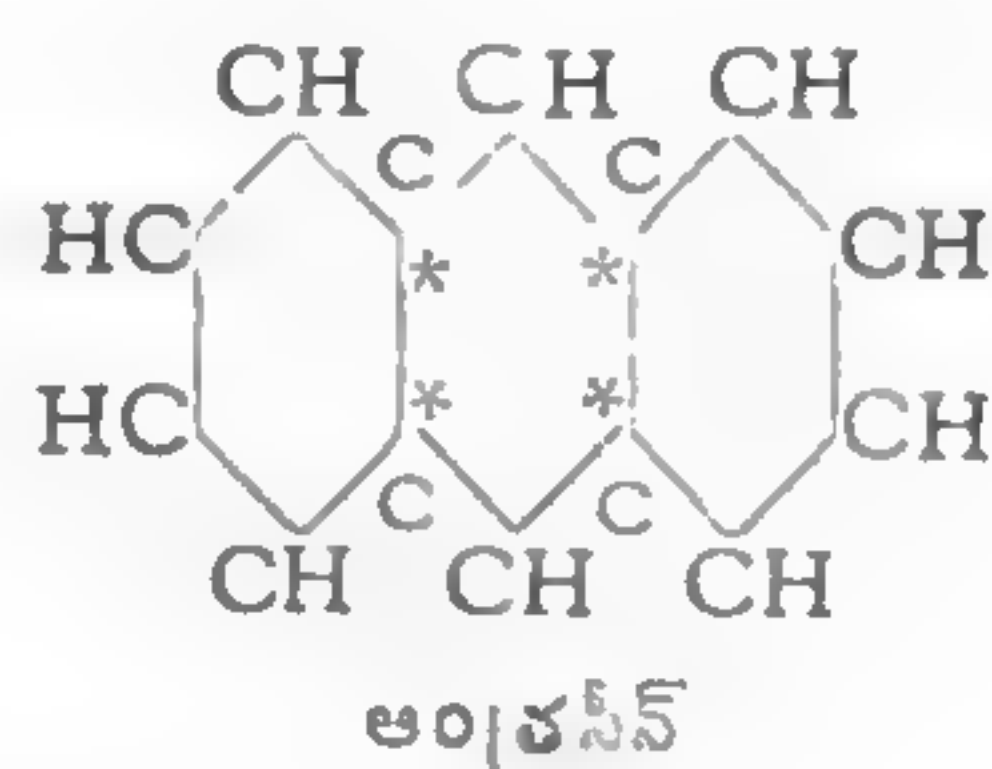
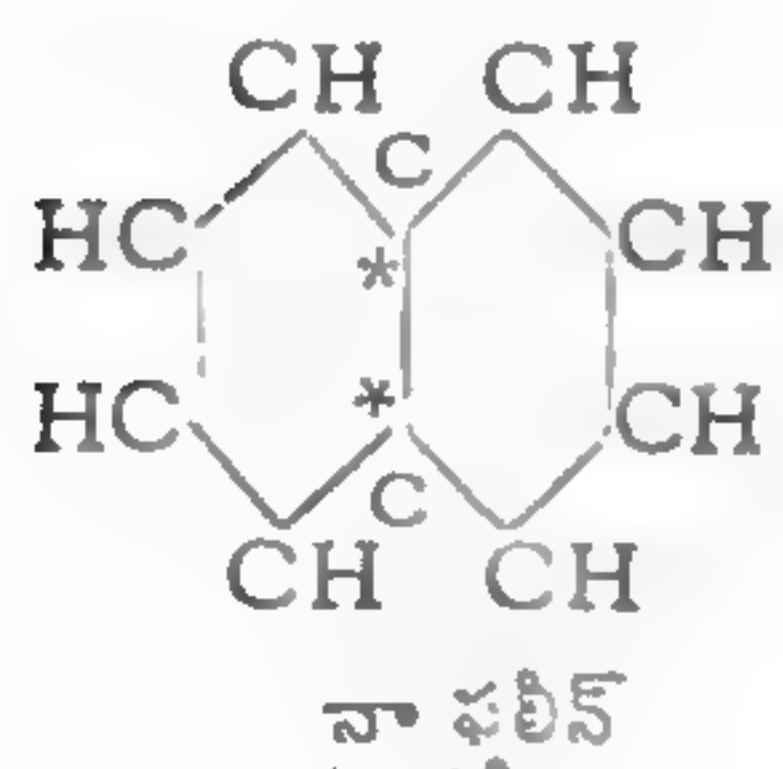
బహువలయ హైడ్రోకార్బన్లు

వ్యుత్పన్నమగును. వీటితో రచనాసాధ్యముగల ఎతిల్ వ్యుత్పన్నములకూడ కలవు; కాని అవి అంతముఖ్యములు కావు ఫీనిల్ మెతిల్ చాల ప్రధానమైనది. ఏలన దీని నుండి అనేకములగు వర్ణద్రవ్యములు ట్రైఫీనిల్ మీతేన్ వర్ణద్రవ్యములనుపేర సాధించబడినవి (చూ. వర్ణద్రవ్యములు - ట్రైఫీనిల్ మీతేన్):

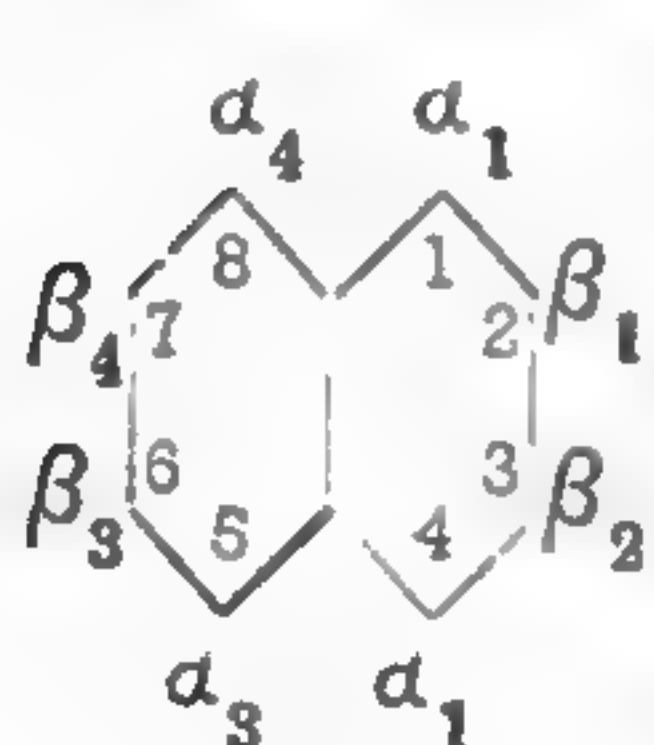
ఈ మీతేన్ వ్యుత్పన్నములందువలె, ఏ ఆలిఫాటిక్ యోగిక మందైనను రెండుగాని, ఎక్కువగాని, ఫీనిల్ గణములు హైడ్రోజన్ పరమాణుపులస్థానములను ఆక్రమించుటవలన వివిధములగు ఫీనిల్ వ్యుత్పన్నములు లభ్యమగును :



సంహతవలయములు : రెండువలయములకు ఉమ్మడిగా ఉన్న రెండు కార్బన్ పరమాణువులుగల సంహతవలయ యోగికములలో ముఖ్యమైనవి : 1. నాఫ్తలీన్; 2. ఆంథ్రసీన్; 3. ఫినాంత్రిన్ - వీటి సాంకేతికములు :

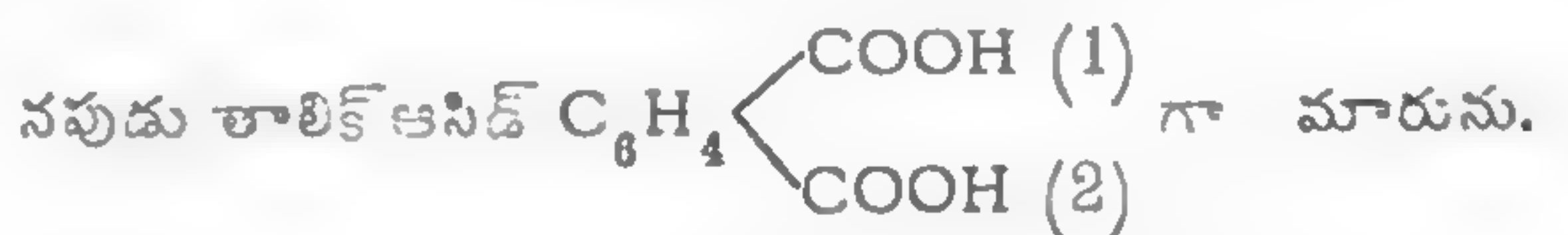


ఈ సాంకేతికములలో నక్షత్రచిహ్నితములగు స్థానము లందుతప్ప తక్కినచోట్ల వలయములో ఉన్న కార్బన్ పరమాణువులు అన్నియు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో కలసి ఉన్నవియే అని తెలియనగును. ఈ మూడిటిలో నాఫ్తలీన్, ఆంథ్రసీన్ లనుండి వ్యుత్పన్నములైన యోగికములు అనేకములుగా ఉన్నవి. వీటిని గుర్తుపట్టుటకు, వలయములలో ఉన్న కార్బన్ పరమాణువులను క్రమ సంఖ్యలచే కాని, అక్షరములచే కాని తెలియచేయుట పరిపాటియై ఉన్నది.

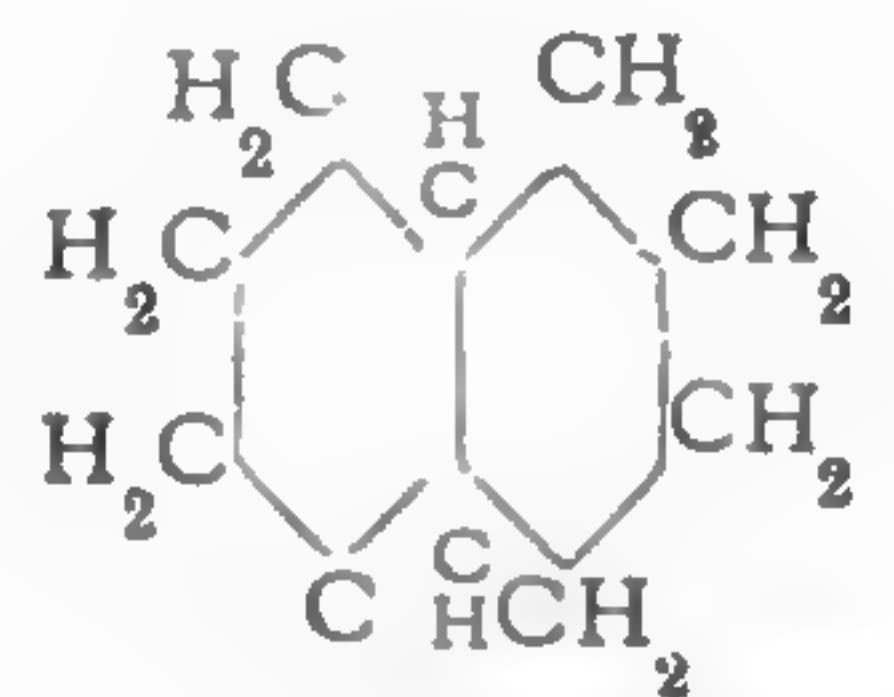
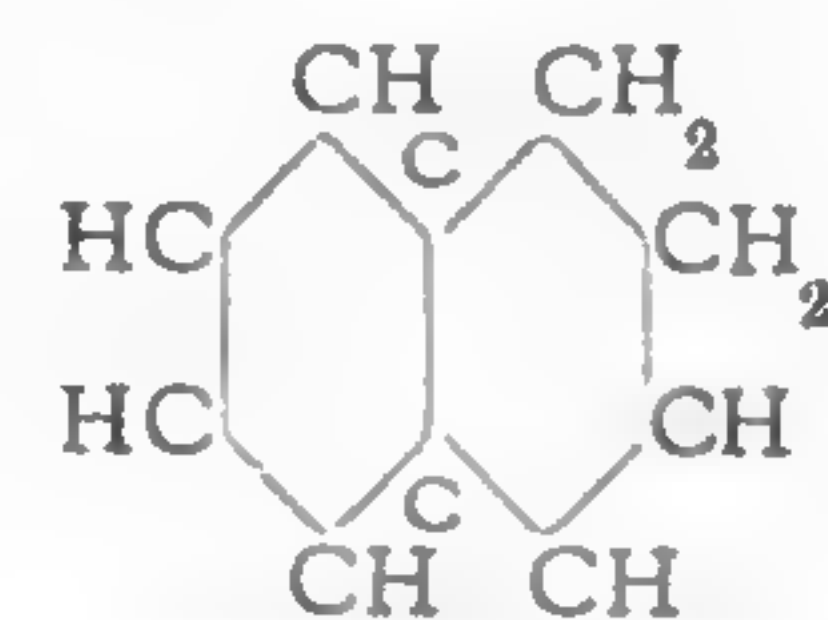


నాఫ్తలీన్, ఆంథ్రసీన్, ఫినాంత్రిన్, మూడును కోల్ తారునుండియే లభ్యమగుచున్నవి. కృత్రిమముగ కూడ వీటిని తయారుచేయవచ్చును.

నాఫ్తలీన్: పల్చటిరేకులుగా స్ఫటికీకరించును. బజారులో దీనిని ఉండలుగా అమ్ముదురు. ఇది నీటిలో కరుగదు; కర్పూరమువలె గాలిలో హరించిపోవును; (ద్రవాంకము 79° C) నైట్రిక్ ఆసిడ్ తోగాని, మర్క్యూరిక్ సల్ఫేట్ సంపర్కములో గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తోగాని ఆక్సిహరించి



సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చే నాఫ్తలీన్ ను ఆక్సికరించుట నీలి మందును వర్తకసరణిలో తయారుచేయు విధానములో మొదటిమెట్టు. రాసాయనిక ప్రవృత్తిలో ఇది చాల వరకు బెన్జీన్ ను పోలియుండును; కాని నాఫ్తలీన్ బెన్జీన్ కన్న చురుకైనది. బెన్జీన్ కన్న మిక్కిలి సులభముగా హైడ్రోజన్ తో సంయోగించి డై హైడ్రోనాఫ్తలీన్ డెకా హైడ్రోనాఫ్తలీన్ అను రెండు యోగికములను ఇచ్చును.



బెన్జీన్ జనితప్రతిస్థాపితయోగికములన్నిటిని నాఫ్తలీన్ సులభముగా ఇచ్చును.

నాఫ్తలీన్ వ్యుత్పన్నముల సమాంగరూపములు : బెన్జీన్ ఒక్కటే మోనోక్లోరీన్ వ్యుత్పన్నమును ఈయగలదు. నాఫ్తలీన్ రెండిటిని ఇచ్చును. ఏలన, వలయములో హైడ్రోజన్ కి బదులుగా ఉండు క్లోరీన్ పరమాణువు, రెండు భిన్నస్థానములను స్వీకరించగలదు. ఇందులో కోటిస్థానము లేదా α - స్థానము (చూ. చిత్రము) ఒకటి; భుజస్థానము లేదా β - స్థానము రెండవది.



కోటిస్థానము



భుజస్థానము

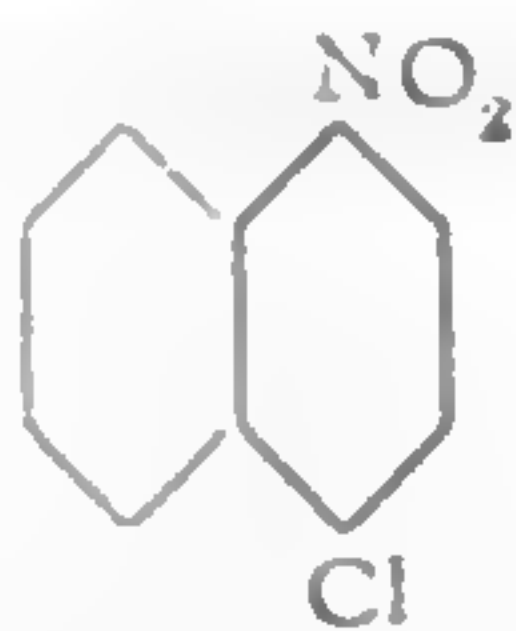


ఏకప్రతిస్థాపితములకు  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  అను స్థానములు సమానములు; అట్లే  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  స్థానములు కూడను.

ద్విప్రతిస్థాపితయోగికములలోని గణముల స్థాననిర్దేశము కావించవలసి వచ్చినపుడు తదనుగుణమైన అక్షరములచేగాని, అంకలచేగాని నిర్దేశింతురు :



1:5 దైక్లోరోనాఫ్తలిన్



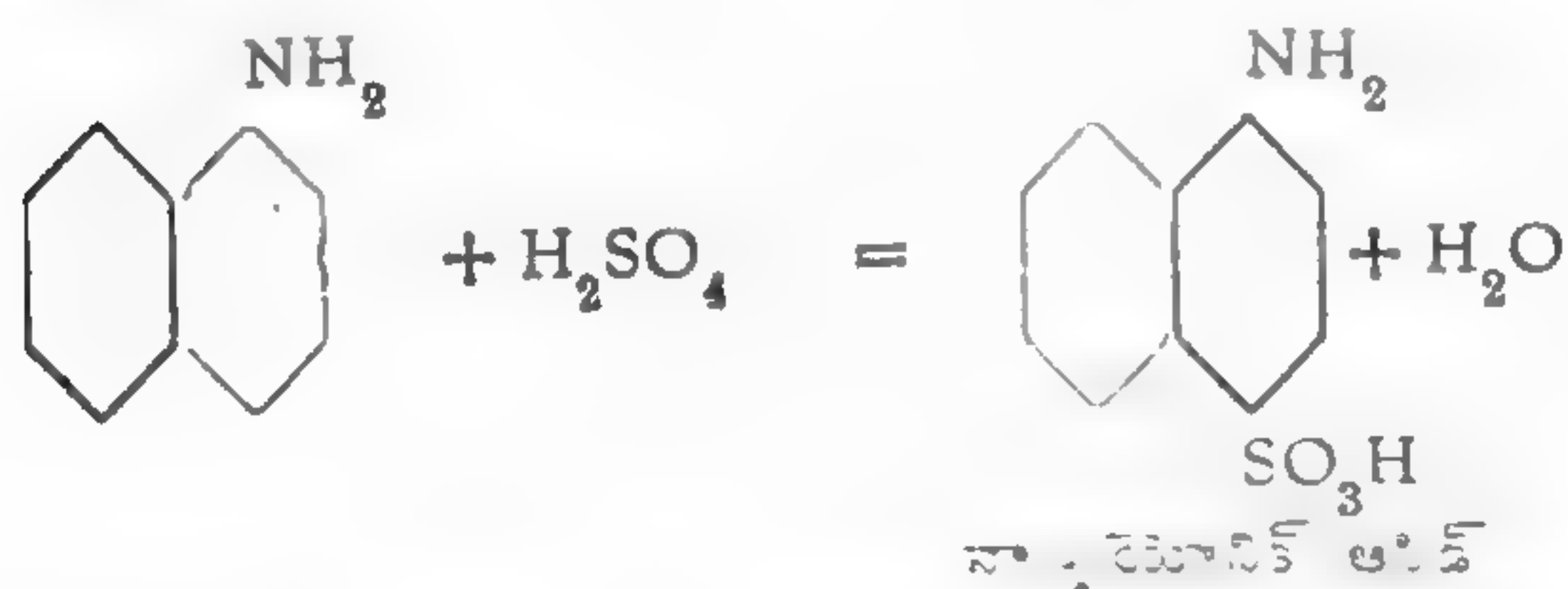
$\alpha$ -నైట్రో- $\alpha$ -క్లోరోనాఫ్తలిన్

నాఫ్తలిన్ వ్యుత్పన్నములలో, ఎమీనోనాఫ్తలిన్లు (నాఫ్తాల్ ఎమీన్లు), నాఫ్తలిన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్, నాఫ్తాల్లు పీటిని వర్ణద్రవ్యములను వర్తక సరణిలో తయారుచేయుటకు ముడిద్రవ్యములుగా వాడుదురు.

$\alpha$ -నాఫ్తాల్ ఎమీన్:  $\alpha$ -నైట్రోనాఫ్తలిన్ ను ఆక్సిహరించుటచే లభ్యమగును. రంగులేని సూదివంటి స్ఫటికములు (ద్రవాంశము  $50^\circ\text{C}$ ). దీనిగుణములు ఆనిలిన్ గుణములను పోలియుండును; చెడువాసన గలది.

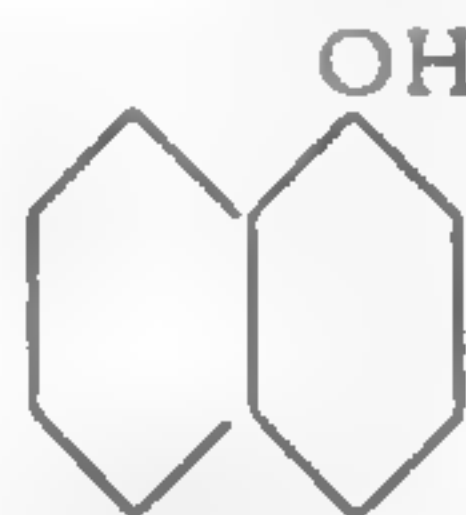
$\beta$ -నాఫ్తాల్ ఎమీన్: దీనిని  $\beta$ -నాఫ్తాల్ నుండి జింకు క్లోరైడ్ - అమోనియా యోగికముయొక్క చర్యచే పడయవచ్చును. తెల్లటి స్ఫటికములు (ద్రవాంశము  $115^\circ\text{C}$ ); దీనికి వాసనలేదు.

నాఫ్తలిన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్: నాఫ్తలిన్ ను గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో వేడిచేయుటవలన  $\alpha$ - $\beta$  యోగికములు రెండును లభ్యమగును. తాపక్రమము  $60^\circ\text{C}$  కు ఎక్కువ కానప్పుడు  $\alpha$ -ఆసిడ్ ను,  $130^\circ\text{C}$  వద్ద  $\beta$ -ఆసిడ్ ను ప్రధానముగా లభించును. నాఫ్తాల్ ఎమీన్ యొక్క సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్లు కూడ రంగుల ఉత్పత్తికి చాల ముఖ్యమైనవి. నాఫ్తయోనిక్ ఆసిడ్ (1-నాఫ్తాల్ ఎమీన్, 4-సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్)ను నాఫ్తాల్ ఎమీన్ పై సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క చర్యవలన తయారుచేయవచ్చును :



ఇది 'కాంగోరెడ్' రంగును తయారుచేయుటకు కావలెను (చూ. కాంగోరెడ్ - పు. 174.).

నాఫ్తాల్లు: ఇవి రచనయందు, ధర్మములయందు ఫీనోల్ ల బోలు నాఫ్తలిన్ హైడ్రాక్సివ్యుత్పన్నములు. కాని ఫీనోల్ లున్న చాలచురుకైనవి.



$\alpha$  (రెడా 1) నాఫ్తాల్



$\beta$  (రెడా 2) నాఫ్తాల్

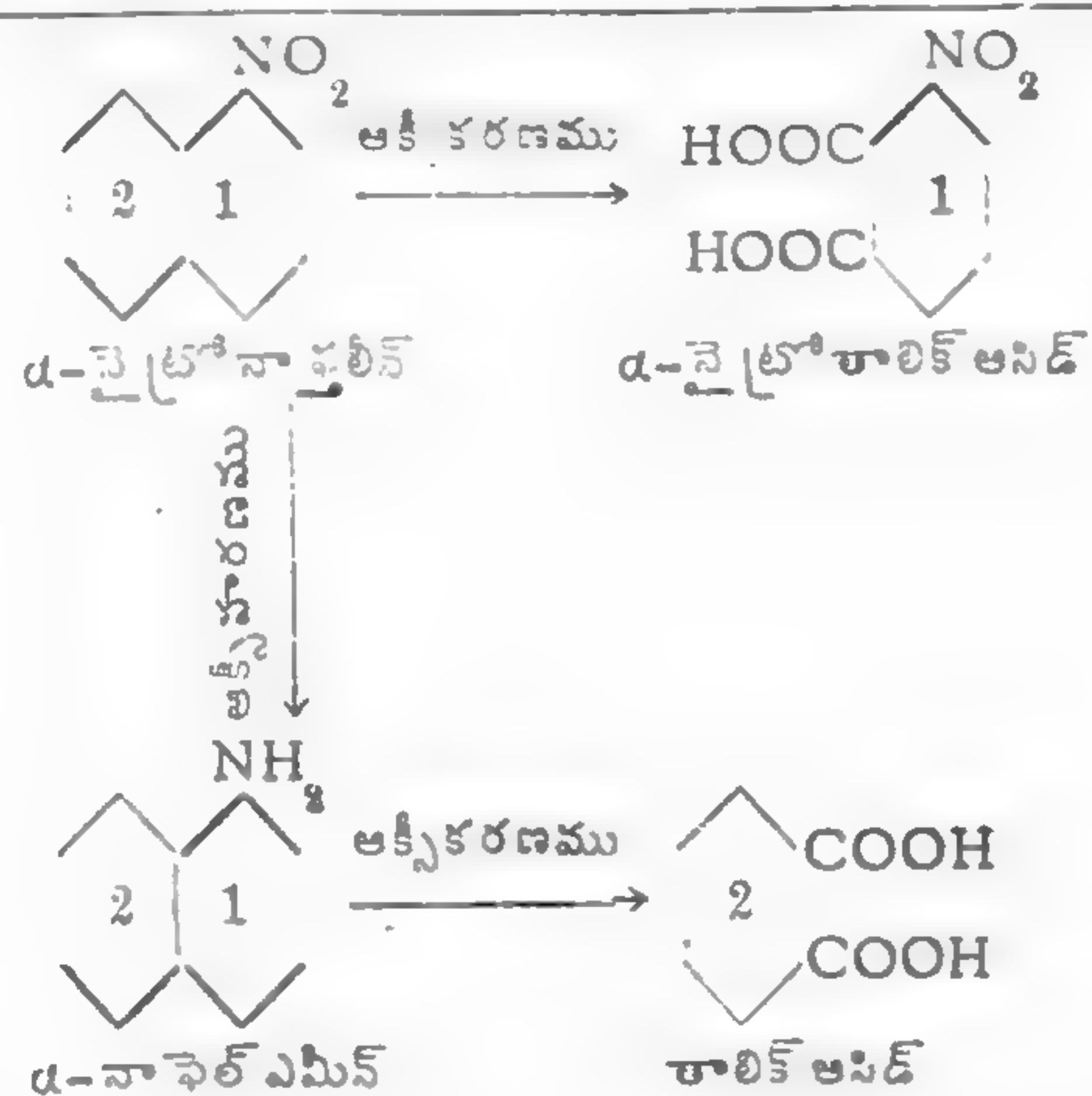
$\alpha$ -నాఫ్తలిన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ ను కాస్టిక్ పొటాష్ తో వేడిచేసి కరగించుటవలన  $\alpha$ -నాఫ్తాల్ ను సాధించవచ్చును.

ఇట్లే  $\beta$ -సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ నుండి  $\beta$ -నాఫ్తాల్ ను

$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{SO}_3\text{H} + 2\text{KOH} = \text{C}_{10}\text{H}_7\text{OH} + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  తయారుచేయవచ్చును.

$\alpha$ -నాఫ్తాల్ రంగులేని స్ఫటికములు (ద్రవాంశము  $95^\circ\text{C}$ ); దీనికి వాసనలేదు; నీటిలో కరుగును.  $\beta$ -నాఫ్తాల్ కూడ రంగులేని స్ఫటికములే. (ద్రవాంశము  $122^\circ\text{C}$ ). కాని దీనికి ఫీనోల్ వాసన కలదు.

నాఫ్తలిన్ అణుసాంకేతికము:  $\alpha$ -నైట్రోనాఫ్తలిన్ ను తీవ్రముగా ఆక్సికరించినపుడు, నైట్రోతాలిక్ ఆసిడ్ లభించును. కాని ముందుగా నైట్రోనాఫ్తలిన్ ను ఆక్సిహరణ ప్రక్రియచే  $\alpha$ -నాఫ్తాల్ ఎమీన్ గా మార్చి తరువాత ఆక్సికరణకార్యమును జరిపినచో, ఎమీనో గణరహితమైన తాలిక్ ఆసిడ్ లభ్యమగును. మొదటి ప్రక్రియలో నైట్రో గణమును ఇముడ్చుకొనిన వలయము అవిచ్ఛిన్నముగా ఉండినట్లు మనము ఊహించవచ్చును. రెండవ ప్రక్రియలో ఎమీనోగణములేని వలయము అఖండితముగా నుండి, రెండవ వలయము ఆక్సికరణప్రక్రియలో విచ్ఛిన్నమైనట్లు నిశ్చయము. ఇందువలన నాఫ్తలిన్ రచనలో రెండు వలయములు ఉన్నట్లు స్పష్టము. క్రింది సాంకేతిక వివరణము ఈ విషయమును విశదీకరించును :





## బహువలయ హైడ్రోకార్బన్లు

నాఫ్తలీన్ వ్యుత్పన్నముల ఉపయోగము : ఇదివరకు పేర్కొనిన వర్ణద్రవ్యములనిర్మాణమందేకాక వెలుతురును ఇచ్చు గాస్ మిశ్రముల ప్రకాశకసామర్థ్యమును ఇనుమడించుటకును, కీటకములను చంపుటకును కీలకద్రవ్యముగా నాఫ్తలీన్ విరివిగా వాడుకలోనున్నది. తాలిక్ ఆసిడ్ నీలిమందుపరిశ్రమయందేకాక, తేలీనలను, సూచక ద్రవ్యముల (ఇండికేటర్స్)ను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించుచున్నది. నాఫ్తలీన్ ను హైడ్రోజన్ తో ఆక్సిహరించి నచో లభ్యములగు పెట్రాలిన్ లేదా పెట్రాహైడ్రో నాఫ్తలీన్,  $(C_{10}H_{12})$ , డెకలిన్ లేదా డెకాహైడ్రో నాఫ్తలీన్  $(C_{10}H_{18})$  పరిశ్రమలందు ముఖ్యమైన ద్రావములు (ఇతర వస్తువులను తమలో ద్రావణములుగా విలీనముచేసికొను సామర్థ్యముగల ద్రవములు) గాను, మోటారుబండ్లను నడుపుటకువలయు ఇంధనములలో కలుపుటకును మిక్కిలి ఉపయోగపడుచున్నవి.

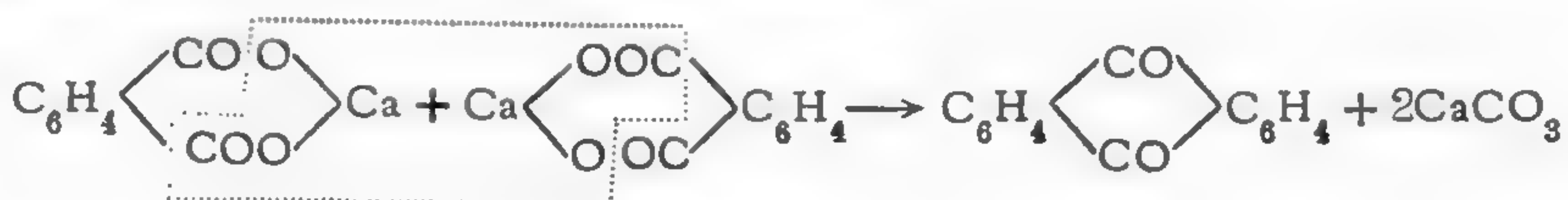
ఆంత్రిసీన్ : కోల్ తారుయొక్క ఆంశిక స్వేదనమందు లభించు ఆకువచ్చ నూనెభాగమునుండి ఆంత్రిసీన్ ను తయారుచేయుదురు. నూనెను తేటవరచి, స్ఫటికములుగా క్రిందకుతేరిన ఆంత్రిసీన్ ను వడపోతచే వేరుచేయుదురు. ఈ ముడిసరకులోఉండు ముఖ్యములైన మాలిన్యములు రెండు : ఆంత్రిసీన్ తో సమాంగరూపముగల ఫీనాంత్రీన్ అను హైడ్రోకార్బన్, కార్బాజోల్ అను నైట్రోజన్ యాగికము. మొదటిదానిని కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ లో కరిగించి తొలగింతురు. రెండవదానిని పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ తో తీసివేయుదురు. మిగిలిన ఆంత్రిసీన్ ను, ఖాష్ప స్వేదన, ఉత్పతన ప్రక్రియలవలన శుద్ధిపరచవచ్చును.

పరిశుద్ధమైన ఆంత్రిసీన్  $213^{\circ}C$  వద్ద ద్రవీభవించును. రంగులేని రేకులవలె బెన్జీన్ ద్రావణమునుండి ఆంత్రిసీన్ స్ఫటికీభవించును. స్ఫటికములు, వాటి బెన్జీన్ ద్రావణము కూడ ప్రస్ఫురణము (ఫ్లోరెసెన్స్)ను ప్రదర్శించును. వెలుతురుకు ఎదురుగా పెట్టినచో (ముఖ్యముగా జైలీన్ ద్రావణస్థితిలో) కొంతవరకు డై ఆంత్రిసీన్ అను ద్వ్యణుక ద్రవముగా మారును.



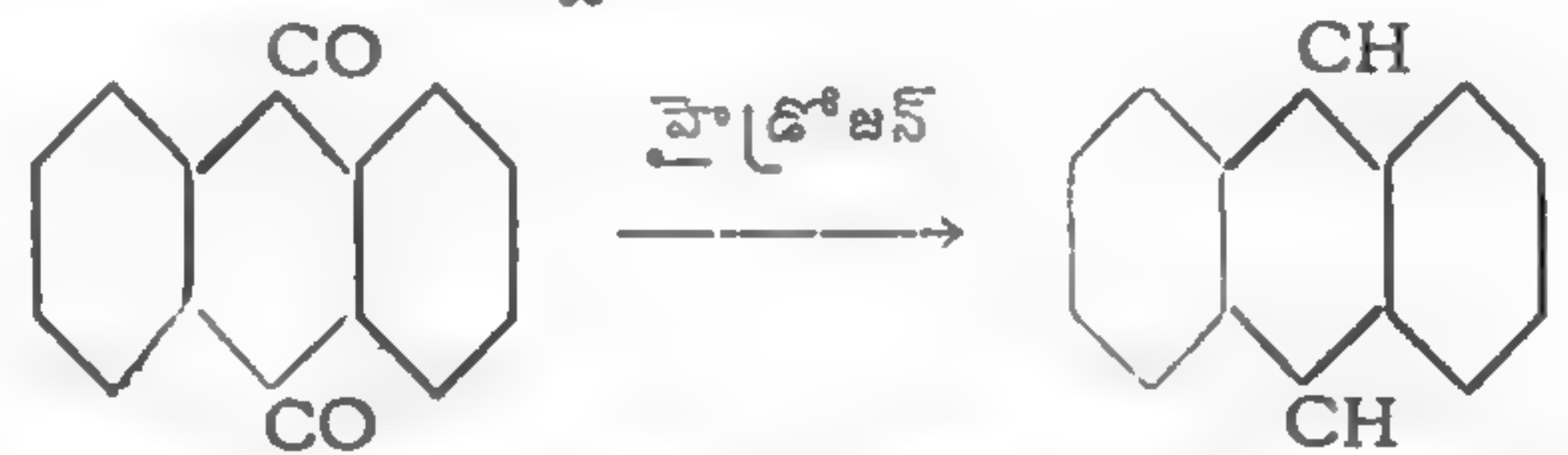
చీకటిలో మరల ఏకాణుకస్థితిని స్వీకరించును (చూ. కాంతిరాసాయనిక శాస్త్రము - పు. 248).

ఆక్సికారకద్రవ్యములచే ఆంత్రిసీన్ అతిసులభముగా ఆక్సికృతమై ఆంత్రిక్వినోన్  $(C_{14}H_8O_2)$  ఏర్పడును.

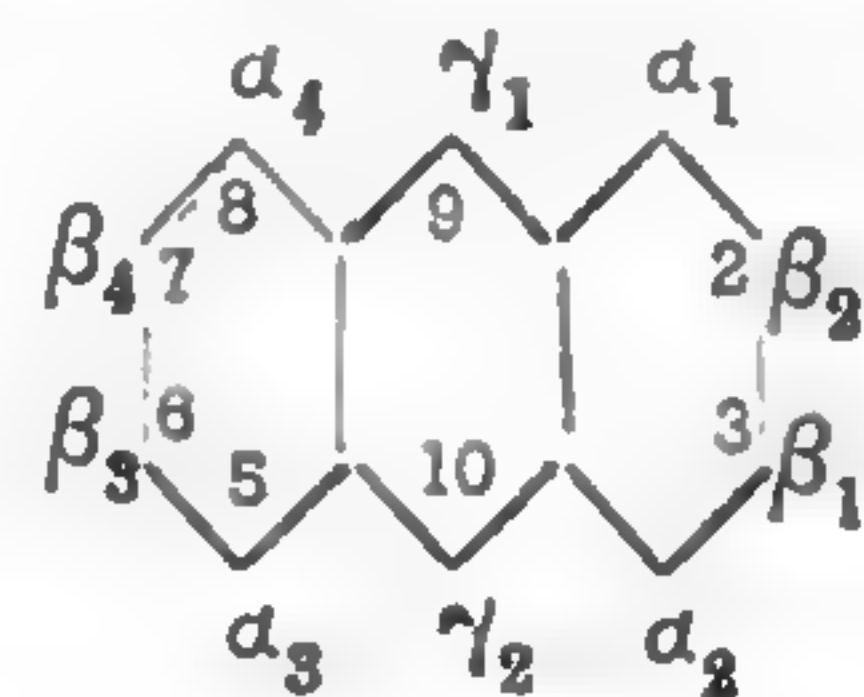


ఈ ఆక్సికరణమునకు క్రోమిక్ ఆసిడ్ మంచిసాధనము. నైట్రిక్ ఆసిడ్ కూడ ఇట్టి ఆక్సిభవనమునే కలిగించును. అందువలన నైట్రిక్ ఆసిడ్ చే ఆంత్రిసీన్ నుండి నైట్రో వ్యుత్పన్నములను తయారుచేయుట వీలుకాదు.

ఆంత్రిసీన్ యొక్క అణుసాంకేతికమును నిర్ణయించుటకు ఉపయోగించు ప్రక్రియలో ఆంత్రిక్వినోన్ ను ఆంత్రిసీన్ గా మార్చవచ్చును. ఈ సంఘటనలో ఆంత్రిక్వినోన్ రచనలో ఉన్న కార్బోనిల్ (CO) గణములు, CH గణములుగా మారును. ఆంత్రిక్వినోన్ యొక్క సాంకేతికము తెలిసినది (చూ. ఆంత్రిక్వినోన్ : దిగువను) కనుక ఆంత్రిసీన్ యొక్క సాంకేతికముకూడ నిర్ణీతమైనది.



ఆంత్రిసీన్ యొక్క వ్యుత్పన్నముల రచనను నిరూపించుటకు దానిరచనలోనున్న కార్బన్ పరమాణువులను అంకెలచే గాని, అక్షరములచేగాని క్రింది విధమున నిర్దేశింతురు :

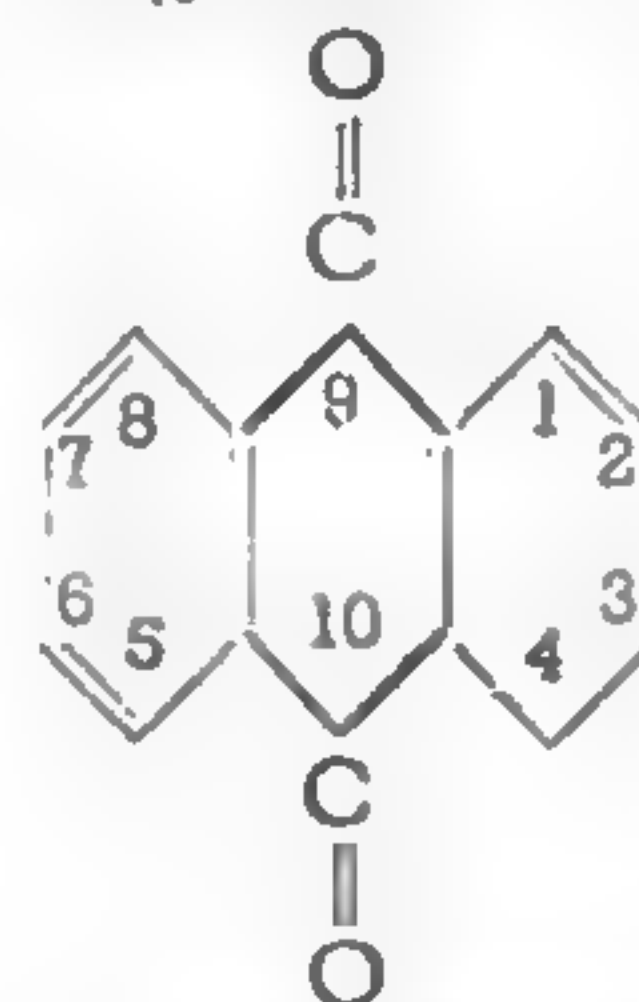


ఏకప్రతిస్థాపితవ్యుత్పన్నములలో క్రింది స్థానములు సమానములు.

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 \quad \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 \quad \gamma_1 = \gamma_2$$

$$1 = 4 = 5 = 8 \quad 2 = 3 = 6 = 7 \quad 9 = 10$$

ఆంత్రిసీన్ నుండి జనించుద్రవ్యములలో మిక్కిలి ముఖ్యమైనది ఆంత్రిక్వినోన్, పై నిచెప్పినట్లు క్రోమిక్ ఆసిడ్ చే ఆక్సికరించుటవలన దీనిని సాధించవచ్చును :



9 : 10 డై కీటో ఆంత్రిసీన్ లేదా ఆంత్రిక్వినోన్

కాల్సియమ్ తాలేట్ ను స్వేదించుటవలన ఆంత్రిక్వినోన్ లభ్యమగుననువిషయము పై రచనాసాంకేతికమును రుజువు పరచును :

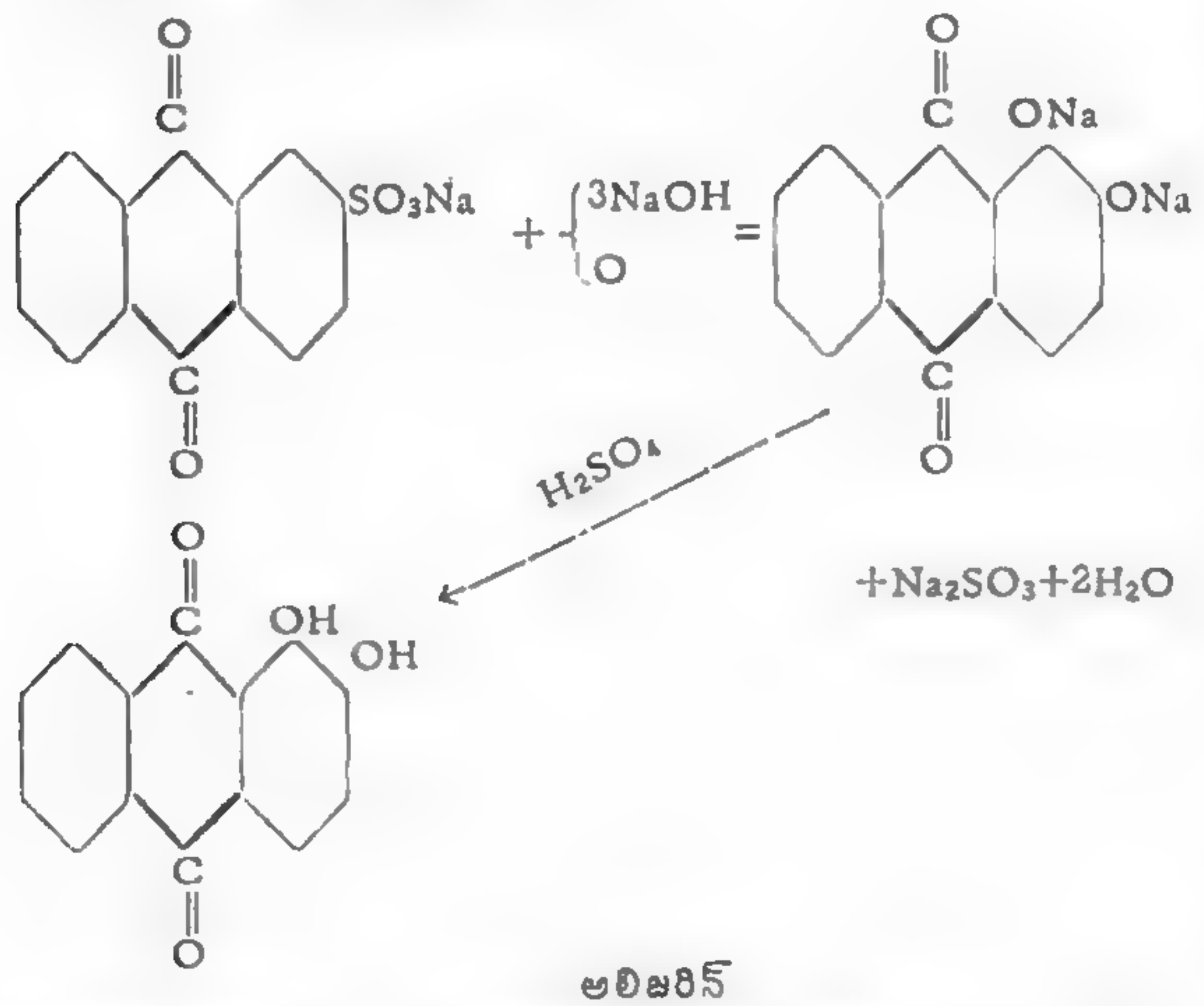


ఆంథ్రాక్విన్ పీతరాంబిక్ స్ఫటికరూపములో ఉండును (ద్రవాంకము  $250^{\circ}\text{C}$ ; క్వథనాంకము  $380^{\circ}\text{C}$ ). ఉత్పతనము కావించినపుడు సూదులవంటి స్ఫటికములు ఏర్పడును. నీటిలోకరుగడుగాని బెన్జిన్ లోను, టాల్యూయిన్ లోను సులభముగా కరుగును.

అలిజరిన్ (చూ. దిగువను) అను మహత్తమమైన వర్ణద్రవ్యమునకు ముడిద్రవ్యముగా ఆచరించుటచేత ఆంథ్రాక్విన్ కు వ్యాపారసరణిలో అత్యంతమైన ప్రాముఖ్యము కలిగినది.

అలిజరిన్ (1:2 డైహైడ్రాక్వి ఆంథ్రాక్విన్): తొలుత దీనిని మాడర్ పేరునుండి, చిరిపేరునుండి చిరిపేరురంగువలె తయారుచేయుచుండెడివారు. నేడు కోల్ తారులో బహుళముగా లభ్యమగు ఆంథ్రసీన్ ను ఆక్సికరించి ఆంథ్రాక్విన్ గా మార్చి, దీనియొక్క సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నమును సోడియమ్ కార్బోనేట్ తో తటస్థీకరించుదురు. ఈ సోడాలవణమును, కొంచెము పొటాసియమ్ క్లోరేట్ చేర్చిన కాస్టిక్ సోడాతో కలిపి వేడెక్కించి ద్రవీకరించుదురు. ఈ చివర ప్రక్రియను ఒత్తిడిలో జరిపించుదురు. ప్రక్రియ పర్యవసానమున లభ్యమగు మిశ్రము చల్లారిన తరువాత దానికి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను చేర్చుట వలన, ఇటుక రంగుగల చూర్ణరూపములో అలిజరిన్ విడివడును.

ఆంథ్రాక్విన్  $\beta$ -సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్  
యొక్క సోడియమ్ లవణము

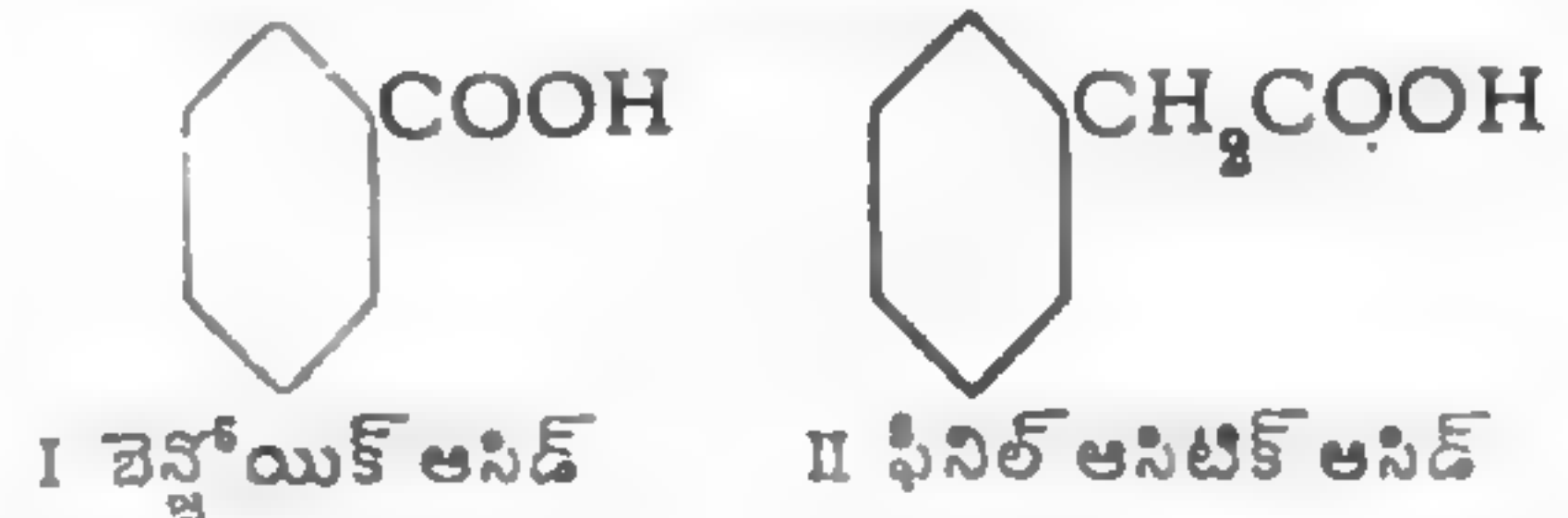


అలిజరిన్ నుండి మరికొన్ని వర్ణద్రవ్యములు నిర్మించబడుచున్నవి. ఇవి అన్నియు అలిజరిన్ వలె ఆంథ్రాక్విన్ యొక్క డై, ట్రై, బహుళ - హైడ్రాక్సివ్యుత్పన్నములే.

ఫినాంట్రీన్: ఆంథ్రసీన్ వలె ఇది కూడ కోల్ తారులో దొరకెడు హైడ్రోకార్బన్ యోగికము. ఆంథ్రసీన్ తో

సమాంగరూపతను ప్రదర్శించుటయే దీని పరిగణనకు హేతువు. దీనికిగాని, దీని వ్యుత్పన్నములకుగాని పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యత అంతగా లేదు. ఐనను ప్రకృతిలో దొరకు ఆల్కలాయిడ్లు (చూ. పు. 189) అను మహత్తర శారీరక ప్రవృత్తిగల విషములగు మార్ఫిన్ వంటి నైట్రోజన్ యోగికములలో ఒకజాతి దీనినుండి ఉత్పన్నమైనట్లు భావింపబడుచుండుటచే దీనికి కొంత ప్రాధాన్యము వచ్చినది.

బెన్జిన్ యొక్క తక్కిన హామోలగ్రియ శ్రేణులలో వలె కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్ లందుకూడ కార్బాక్సిల్ గణములు వలయ కార్బన్ పరమాణువునకు సంధించి ఉన్నవి (చూ. 1వ చిత్రము), వలయమునకు కొంచెము దూరముగా ఉన్న



ఆల్కిల్ గణమునకు చెందిన కార్బన్ పరమాణువుతో చేరి ఉన్నవి (చూ. II వ చిత్రము) అను రెండు తరగతుల యోగికములు కలవు.      సి. వి. సు.

బార్క్లా, సి. జి. (1877 - 1944): ఇంగ్లీషు భౌతిక విజ్ఞాని. లివర్ పూల్, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలలో విద్యనభ్యసించి మొదట లండన్ లోను, తరువాత ఎడింబరో లోను (1918) భౌతికశాస్త్రాచార్య పీఠమును అలంకరించెను. 1912 లో రాయల్ సంఘసభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడెను. X-కిరణములపై ఈతడు కావించిన పరిశోధనలకై, ఈతనికి 1917 లో భౌతికశాస్త్ర నోబెల్ బహుమానము లభించినది. పరమాణువులవల్లనగు X-కిరణ పరిక్షేపణ సంఘటనలను అనుశీలించి, పరమాణురచనలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్లు, పరమాణ్వంకమునకు సమముగా ఉండునని ఈయన నిరూపించగలిగెను.      జి. శి. రా.

బాష్పప్రేషనిమ్ననము : చూ. ద్రావణములు II - పు. 420.

బాష్పప్రేషము : చూ. ద్రవములు I - పు. 403.

బిరిలియమ్ : ఇదిఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 4; సంకేతము Be; పరమాణుభారము 9.013; విశిష్టగురుత్వము 1.8. దీనిఉనికిని 1808 లో వలర్, బుస్సీ కనుగొన్నారు. ప్రకృతిలో విస్తృతమై ఉన్నప్పటికిని బిరిలియమ్ ఖనిజములు చాల కొద్దిరాశిలో ఉన్నవి. దీని ముఖ్యఖనిజము బెరిల్; అనగా క్లిష్టరచనగల బిరిలియమ్ అల్యూమినియము సిలికేట్ ( $\text{Al}_2\text{Be}_3(\text{SiO}_3)_6$ ). యూరప్ లోను, యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోను, ఆఫ్రికాలోను



## బిరిలియమ్ వర్గము

చాలాచోట్ల ఇది దొరకును; ఇండియాలో ఇది బీహారులో లభించును. నెల్లూరుజిల్లా అభ్రకగనులలోను దక్షిణాదిని కొన్నిచోట్లను బెరిల్ అరుదుగా కలదని ఇటీవల కనుగొనిరి. నిర్మలమై, ఉజ్జ్వలవర్ణము కలిగిన బెరిల్ స్ఫటికములు చాల ప్రాచీనకాలమునుండి మణులుగా పరిగణించబడుచున్నవి. నీలమణి బెరిల్ యొక్క రూపాంతరమే. పచ్చ (మరకతము) కొద్దిగా క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ కలసిన బెరిల్.

ధాతుసాధన : ఖనిజమును పొడిచేసి, పొటాసియమ్ కార్బోనేట్ తో కలిపి కాల్చి, గాఢసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో మరగించి ఇగిర్చి, ఫలిత ద్రవ్యమును మరుగుచున్న నీటితో సారమును తీయుదురు. సిలికన్ డై ఆక్సైడ్ ను వడపోత వలన వేరుచేసి, సారములో ఉన్న అల్యూమినియమును, పొటాసియమ్ ఆలమ్ గామార్చి స్ఫటికీకరించి వేరుపరతురు. మిగిలిన ద్రావణమునకు హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ ను చేర్చుటవలన ఖనిజమందున్న ఇనుము, ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ గా ఆక్సీకరించబడును. ఇప్పుడు ఈ ద్రావణమును అమోనియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణములో పోసినచో ఫెర్రిక్, అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ లు అవక్షిప్తములై బిరిలియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ అమోనియమ్ కార్బోనేట్ లో ద్రావ్యమగుటచే దానిలో విలీనమై ఉండును. ఈ వడపోతవలన అవక్షేపమును వేరుచేయగా వచ్చిన ద్రావణమును ఇగిర్చినచో బిరిలియమ్ కార్బోనేట్ స్ఫటికములు లభించును. ఈ ద్రవ్యమును గాలిలో కాల్చినచో బిరిలియమ్ ఆక్సైడ్ లభించును. దీనినుండి ఇచ్చవచ్చిన లవణమును దానికి అనుగుణమైన ఆమ్లమును ఉపయోగించి తయారుచేయవచ్చును.

బిరిలియమ్, సోడియమ్ క్లోరైడ్ మిశ్రమును కరగించగా వచ్చిన ద్రవమును విద్యుత్ విశ్లేషణము గావించుటవలన ఋణధ్రువమువద్ద ధాతువు లభించును.

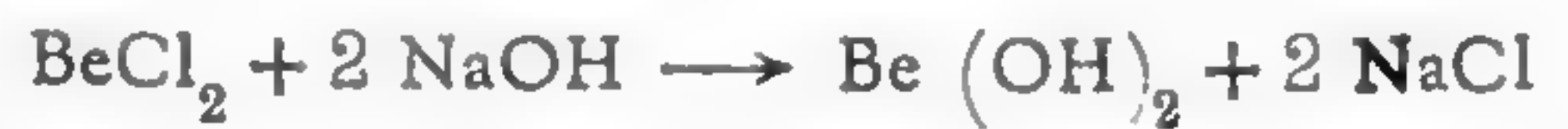
ధర్మములు : బిరిలియమ్ ధాతువు మగ్నీషియమ్ ను పోలి ఉండును. తెల్లగను, పెళుసుగను ఉండు గట్టి ధాతువు. ఆ వర్గమునందు ఉన్న ధాతువులన్నిటిలో దీని ద్రవాంకము (1850° C) చాల ఎక్కువ; మంచి విద్యుత్ వాహకము. అల్యూమినియమువలె ఇదికూడ గాలిలో మార్పుచెందదు; కాల్చినచో గాలిలో మండును.

నీటికి దీనిపై రాసాయనికప్రభావము ఏమియులేదు. సజలహైడ్రోక్లోరిక్, సల్. ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లలో సులభముగా కరుగును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో అల్యూమినియమువలె జడత్వమును పొందును. అల్యూమినియమువలె ఇదికూడ ఊరములలో కరిగి హైడ్రోజన్ ని విడుదలచేయును.

ఉపయోగములు : మెత్తని ఉక్కుకన్న గట్టిదనముగల ధాతుమిశ్రములను తయారుచేయుటకు రాగితో కూడ దీనిని ఉపయోగింతురు. ఆటంబాంబు నిర్మాణములో శృంఖలావిదారక్రియను స్థాపించు తొలి న్యూట్రాన్ లను తయారుచేయుటకు బిరిలియమ్ ధాతువు వాడుకలో ఉన్నది. పలన బిరిలియమ్ లక్ష్యమును ఆల్ఫాకణములతో ఘట్టించినచో న్యూట్రాన్ లు బయలు వెడలును.

యోగికములు : బిరిలియమ్ ఆక్సైడ్ (BeO) బిరిలియమ్ కార్బోనేట్ ను కాల్చినచో లభించును.

బిరిలియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ : బిరిలియమ్ లవణద్రావణములకు కాస్టిక్ సోడా కలిపినచో గోజువంటి తెల్లటి అవక్షేపము లభించును. ఇది మరల ఎక్కువ కాస్టిక్ సోడాలో కరిగి బెరిలేట్ ఏర్పడును :



బిరిలియమ్ క్లోరైడ్ (BeCl<sub>2</sub>), బిరిలియమ్ సల్ఫేట్ (BeSO<sub>4</sub>, 4 H<sub>2</sub>O), బిరిలియమ్ నైట్రేట్ [Be(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] మొదలగు లవణములు అన్నియు బిరిలియమ్ కార్బోనేట్ కు ఉచిత ఆమ్లముల చేర్చుటవలన తయారుచేయవచ్చును.

బి. గో. కృ.

బిరిలియమ్ వర్గము : ఇందు బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, జేరియమ్, రేడియమ్ ఉన్నవి. ఈ వర్గమునకు చెందిన మూలద్రవ్యములు అన్నియు మొదటివర్గము వాటివలె ధాతువులే. మొదటివర్గమువలె ఇదికూడ a, b లను రెండు ఉపవర్గములలోనికి విభజింపబడవచ్చును. ఇందు II a కు చెందినవి బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, జేరియమ్, రేడియమ్ లు. వీటికి ఊరమృత్తులనిపేరు. నిజముగా బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్ ఊరమృత్తు జాతికి చెందినవి కావు. II b వర్గమునకు చెందినవి జింకు, కాడ్మియమ్, పాదరసము. మొదటివర్గములోవలె ఇందలి ఉపవర్గములు కూడ పరస్పర భిన్నధర్మములు కలవి. కాని ఇందలి గుణవ్యత్యాసము మొదటి వర్గమునందు అగుపించునంతలేదు. ఇందలి ధాతువులు అన్నియు స్థిరమైన ద్వితీయ నీయతను కనపర్చును. a ఉపవర్గములోని ధాతువులు b ఉపవర్గములోని వాటికన్న ధనవిద్యుత్ ధర్మములు కలవి. ఈ వర్గమునందలి ధాతువులన్నిటిని ధనవిద్యుత్తీయ గుణక్రమములో క్రింది రీతిని అమర్చవచ్చును :



ఈ క్రమములో పూర్వధాతువు, దాని తరువాతి దాని కన్న ఎక్కువ ధనవిద్యుత్ ధర్మములను చూపును. a ఉప



వర్గములో మిక్కిలి బరువైన ధాతువు (బేరియమ్) గరిష్ఠ ధనవిద్యుత్ ధర్మము కలది. b ఉపవర్గములో మిక్కిలి బరువైన ధాతువు (పాదరసము) కనిష్ఠ ధనవిద్యుత్ ధర్మము కలది. ఇట్లు మగ్నీషియమ్, బిరిలియమ్ రాసాయనిక ధర్మములలో a, b ఉపవర్గముల మధ్యస్థానమును ఆక్రమించిఉన్నవి. కొన్ని విషయములలో బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్లకు ఊరమృత్తులతోకన్న జింకు, కాడ్మియమ్, పాదరసములతో ఎక్కువ సాదృశ్యము కలదు. ఉదాహరణమునకు ఈ ధాతువుల సల్ఫేట్లు జింకు, కాడ్మియమ్ సల్ఫేట్లవలె నీటిలో ద్రావ్యములు; ఊరమృత్తుల సల్ఫేట్లు అద్రావ్యములు. మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ జింకు సల్ఫేట్ తో సమస్పటికరూపమును స్వీకరించును. రెండింటి కిని సాంకేతిక సాదృశ్యము కలదు.  $(\text{RSO}_4, 7 \text{H}_2\text{O})$  జింకు, కాడ్మియమ్, పాదరసములవలె బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్లు కార్బన్ ధాతుయోగికములను ఇచ్చును (చూ. కార్బన్ ధాతుయోగికములు-పు. 282). కాని జింకు, కాడ్మియమ్, మర్క్యురీ సల్ఫైడ్లవలె బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్ సల్ఫైడ్లు వాటి లవణద్రావణముల నుండి అవక్షేపించబడవు. ఈ గుణములో ఇవి ఊరమృత్తులను పోలిఉన్నవి. ఊరమృత్తుల ఫ్లోరైడ్లవలె మగ్నీషియమ్ ఫ్లోరైడ్ కూడ నీటియందు విలీనముకాదు. ఇట్లు బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్ రెండును రాసాయనిక ధర్మములలో II a, II b ధాతువులకు మధ్యస్థములుగా ఉన్నవి. ఆవర్తక్రమములో ప్రతివర్గములో మీద నుండి క్రిందకు విస్తరించిఉన్న రెండు మూలద్రవ్యములకు దృష్టాంత (టిపికల్) ద్రవ్యములని మెండెలీయేవ్ పేరిడెను. మొదటివర్గములో లిథియమ్, సోడియమ్; దీనిలో బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్ దృష్టాంత ద్రవ్యములు. దృష్టాంత ద్రవ్యములందు వర్గధర్మములన్నియు సమగ్రముగా కన్పట్టును.

ఇంకొకవిశేషము ఏమనగా మొదటివర్గమునకు చెందిన లిథియమ్, ఐమూలగా రెండవవర్గములో ఉన్న మగ్నీషియమ్ తో కొంత సాదృశ్యమును కనపర్చునట్లు ఈవర్గములో మొదటిదగు బిరిలియమ్, మూడవవర్గములో ఐమూలగా ఉన్న అల్యూమినియముతో సాదృశ్యమును కనపర్చును. వీటిని మెండెలీయేవ్ ఐమూల సంబంధములని సంకేతించెను.

ఊరమృత్తుల హైడ్రాక్సైడ్లు ప్రబలఊరములుగా ఆచరించును. II b ద్రవ్యముల ఆక్సైడ్లు, మిక్కిలి బలహీనములగు లవణాధారములు. జింకు ఆక్సైడ్ ఆమ్లము వలెకూడ ఆచరించును. ఊరమృత్తుల హైడ్రాక్సైడ్లు నీటిలో కరుగును. దృష్టాంతద్రవ్యముల ఆక్సైడ్లు b ద్రవ్యముల ఆక్సైడ్లతోపాటు నీటిలో కరగవు. ఊర

మృత్ ధాతువులు నీటిని సాధారణ తాపక్రమములలో విశ్లేషించి, హైడ్రోజన్ ని విడుదలజేయును. II b వర్గ ధాతువులకు అట్టిరాసాయనికచర్య లేదు. చూ. బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్, రేడియమ్.

చి. గో. కృ.

**బిస్మత్తు:** ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వ్యంకము 83; పరమాణుభారము 208.99; సంకేతము Bi; విశిష్టగురుత్వము 9.8. ద్రవాంకము  $271.3^{\circ}\text{C}$ ; క్వథనాంకము  $1477^{\circ}\text{C}$ . దీని ఉనికిని లెమెరీ, బియాఫ్రాయ్ కనుగొన్నారు.

**ఆక్సైడ్లు:** బిస్మత్తు ట్రిఆక్సైడ్  $(\text{Bi}_2\text{O}_3)$ ; బిస్మత్తు పెంటాక్సైడ్  $(\text{Bi}_2\text{O}_5)$ .

**బిస్మత్తు ట్రిఆక్సైడ్  $(\text{Bi}_2\text{O}_3)$ :** బిస్మత్తును గాలిలో కాల్చినపుడుగాని, దానికార్బోనెట్ ను, నైట్రేట్ ను కాల్చినపుడుగాని పసుపురంగుచూర్ణముగా లభ్యమగును. ఇది లవణాధారము; ఆమ్లములతో త్రియోజనీయలవణములను ఇచ్చును:  $\text{BiCl}_3, \text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$

**బిస్మత్తు పెంటాక్సైడ్  $(\text{Bi}_2\text{O}_5)$ :** లెడ్ డైఆక్సైడ్ లేదా మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ వలె సూపర్ ఆక్సైడ్ గా ఆచరించును; వేడిచేసినపుడు ఆక్సిజన్ ని ఇచ్చును:



హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ను క్లోరీన్ గా ఆక్సికరించును:



**సల్ఫైడ్లు:** ఈ మూలద్రవ్యముల యొక్క చిత్ర విచిత్ర మైన రంగులుగల సల్ఫైడ్లు గుణాత్మక విశ్లేషణమందు మనకు తారసిల్లును.

**ఆర్సెనిక్ ట్రిసల్ఫైడ్  $(\text{As}_2\text{S}_3)$ :** ఉజ్జ్వలమైన పసుపురంగు ఆర్సెనిక్ పెంటాసల్ఫైడ్  $(\text{As}_2\text{S}_5)$ : ఉజ్జ్వలమైన పసుపు అంటిమోని ట్రిసల్ఫైడ్  $(\text{Sb}_2\text{S}_3)$  సారింజపండురంగు అంటిమోని పెంటాసల్ఫైడ్  $(\text{Sb}_2\text{S}_5)$  గాఢమైన ఎర్రరంగు.

**బిస్మత్తు సల్ఫైడ్  $(\text{Bi}_2\text{S}_3)$ :** నేరేడుపండు రంగు.

చూ. ఆర్సెనిక్ వర్గము - పు. 185. మే. ప. స.

**బీటా ( $\beta$ ) కణములు:** చూ. ఆల్ఫా కణములు - పు. 192.

**బీటాట్రాన్:** ఎలక్ట్రాన్ల గతిని శీఘ్రముగ వృద్ధి పొందించుటకు నిర్మించబడిన పరికరము 'బీటాట్రాన్'. ఈ పరికరమును మొట్టమొదట 1941 లో సృజించినవాడు ఇల్లినాయ్ యూనివర్సిటీకి చెందిన కెర్ట్స్ విజ్జాని.

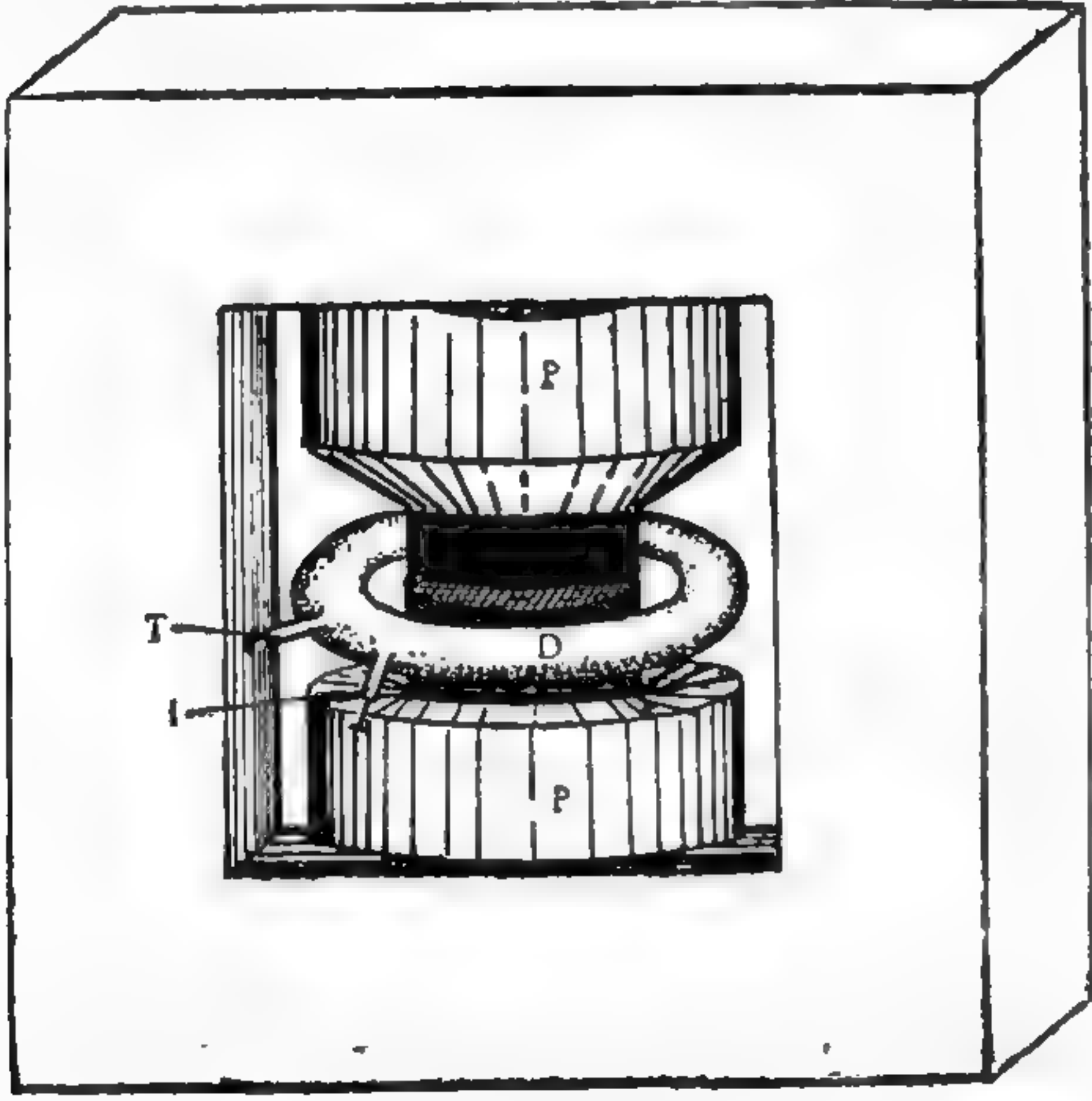
బీటాట్రాన్ రచనలో ముఖ్యమైన అంగముచాల పెద్దదగు విద్యుదయస్కాంతము. దీనిని నిర్మించుటలో అతిశక్తిమ



## బీటాట్రాన్

శ్రేణికి చెందిన 'సిలికాన్ - ఉక్కు' రేకులు' వాడబడును. దీనిని ఉత్తేజించుటకు సెకనుకు 60 - 600 మధ్యనున్న

గొట్టములో విద్యుత్ ప్రవాహబలము పెరుగుచుండును. విద్యుత్ ప్రవాహము నిజముగ ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహమే



1 వ పటము

P: ప్రథమవేష్టనము

D: గాజుగొట్టము - ద్వితీయవేష్టనము

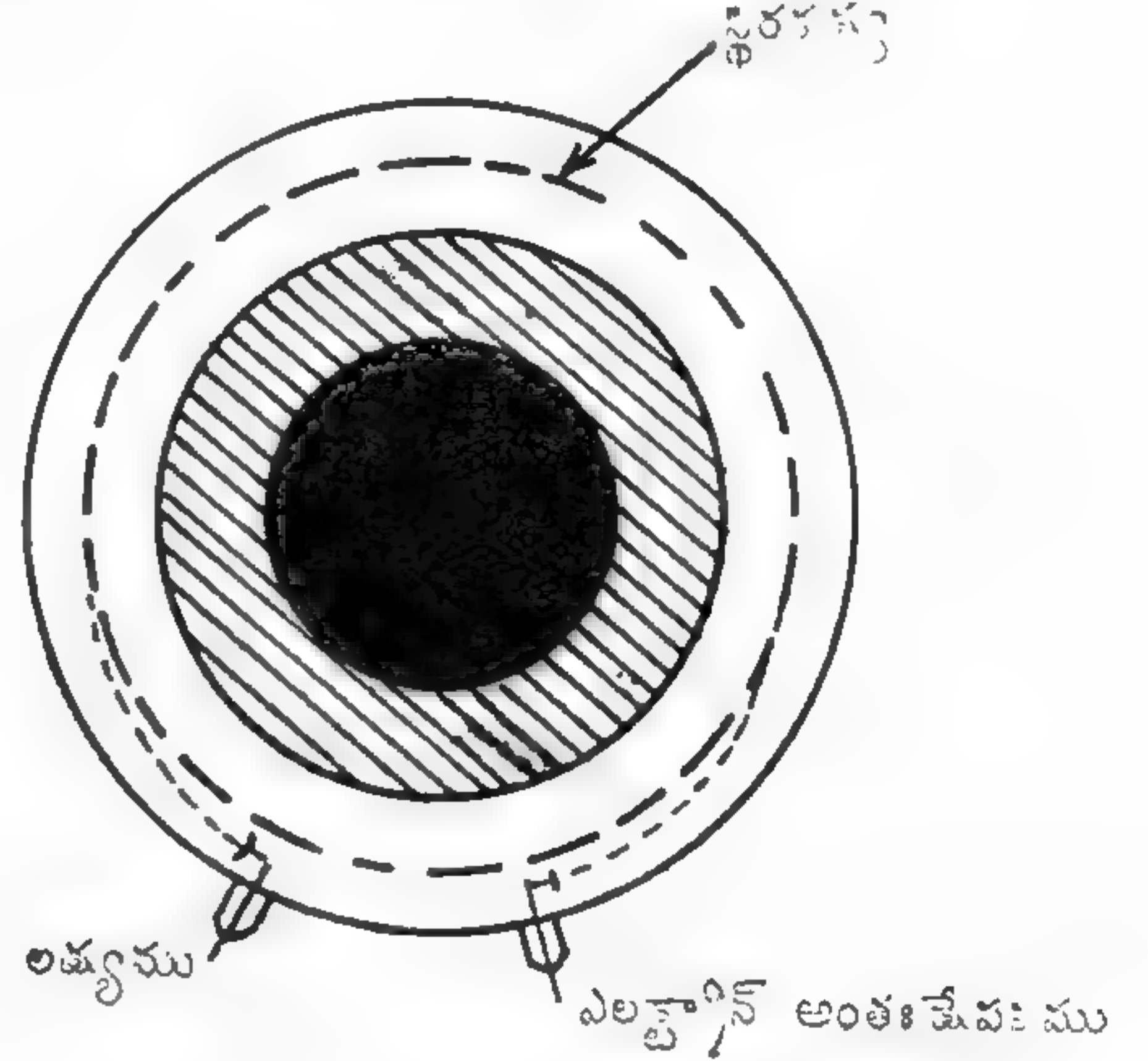
T: లక్ష్యము (టార్గెట్)

I. ఎలక్ట్రాన్ అంతఃక్షేపకము (ఇన్ జెక్టర్)

ఆవర్తి (ఎ. సి.) పౌనఃపున్యమును వాడుకచేయుదురు. బీటాట్రాన్ చర్య సాధారణముగా పరివర్తకముయొక్క చర్యను పోలిఉండును. బీటాట్రాన్ నిజముగ పలకలుగ ఉన్న మధ్యభాగము కలిగిన ఒక పెద్దవిద్యుత్ అయస్కాంతము. పరివర్తకముతో సరిపోల్చిచూచిన ఈపరికరపు మధ్యభాగము ప్రాథమిక వేష్టనముచే కప్పిఉండును. దీనికిని, పరివర్తకమునకును ఉండు గణనీయమగు వ్యత్యాసము రెండవపరివేష్టనస్వభావమందు గలదు. ఈపరివేష్టనము తీగతో చేయబడినదికాదు. ఇది వలయాకారమున ఉన్న ఒక పెద్దగాజుగొట్టము. రేచకయంత్రసహాయమున ఈగొట్టమును వాయురిక్తముగ చేయుదురు. ఈగొట్టము లోని లోపలిప్రక్కను ఒక ధాతుపొర అంటించియుండును. గాజుగొట్టపు తలముపై విద్యుత్ ఆవేశమును ఒక చోట ప్రోగవకుండ చేయుటకు ఈపొర ఆవశ్యకము.

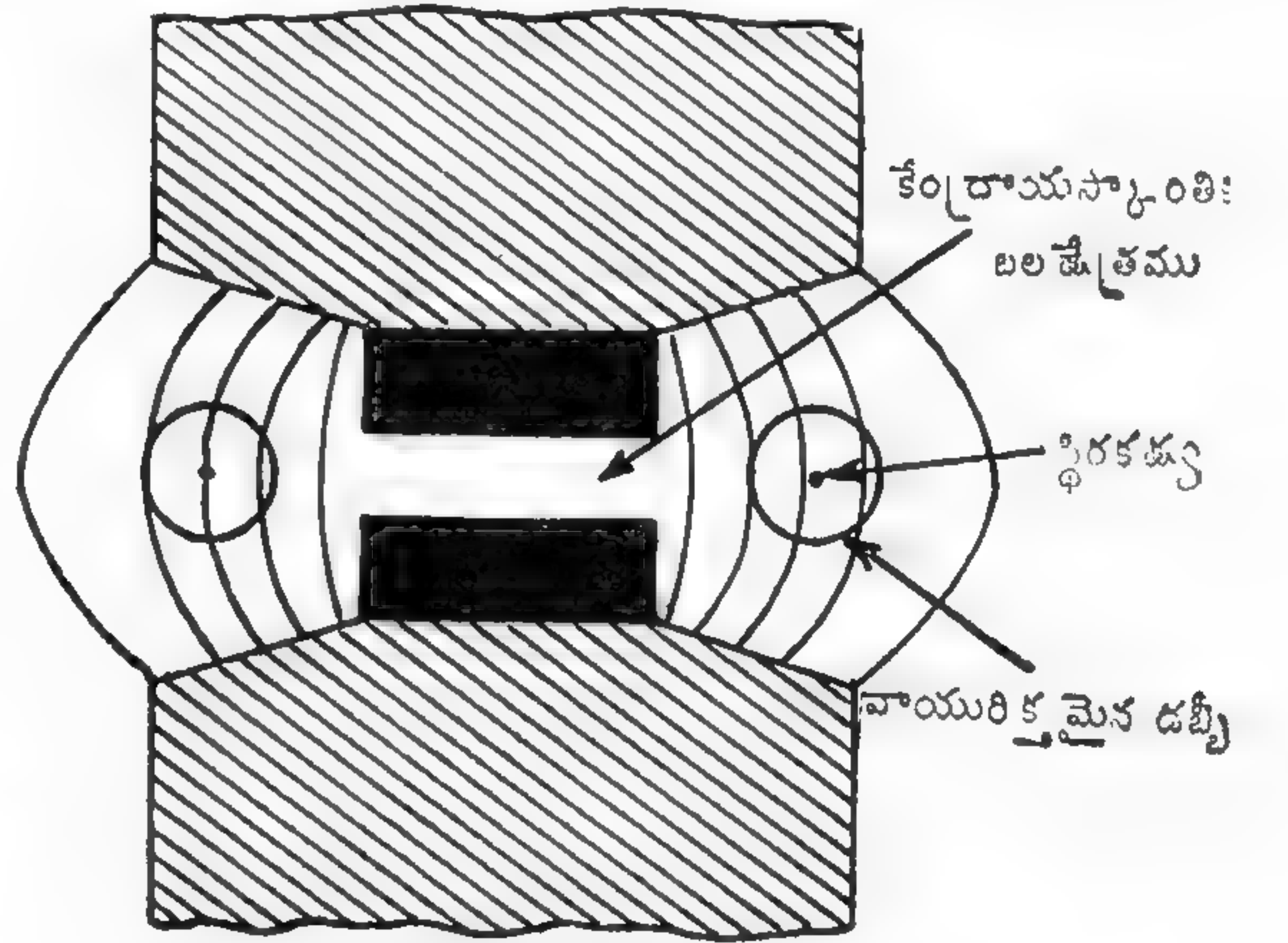
ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము ఒక విద్యుద్వాహకముగుండ ప్రవహించునపుడు దానిశక్తి హెచ్చుచు తగ్గుచుఉండును. చూ. ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము - పు. 200

శక్తియందు మార్పులన్నియును, ప్రాథమిక వేష్టనము గుండ పంపబడిన ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహమునకు అన్వయించును. ఈ ఆవృత్తి మొదటిపాదమందు మొదటి పరివేష్టనమధ్యమున అయస్కాంతస్యందము (ఫ్లక్స్) మారుచుండుటచే ద్వితీయపరివేష్టనముగ ఆచరించుచున్న గాజు



2 వ పటము. బీటాట్రాన్ తైలిజచ్చేదము

అని మనము జ్ఞాపకముఉంచుకొనిన, గొట్టమందు ప్రవాహబలము పెరుగుచున్నదనిన, అందలి ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహవేగము అధికమగుచున్నదన్నమాట. అనగా, బీటాట్రాన్ ప్రథమవేష్టనమధ్యమమందు జరుగు అయస్కాంతస్యందపరి



అయస్కాంతద్రవము

3 వ పటము, బీటాట్రాన్ లంబచ్చేదము

ణామమునుబట్టి గొట్టమందు ఎలక్ట్రాన్ వేగము కూడ ఎక్కువగుచుండును. ఇదియే బీటాట్రాన్ యొక్క ఆచరణ సూత్రము. అందుచే పై ని నిరూపించబడిన విద్యుత్ ప్రవాహ ఆవృత్తికి చెందిన ప్రథమపాదప్రారంభమున ఒక ఎలక్ట్రాన్ సమూహమును మనము గొట్టములోనికి ప్రవేశపెట్టిన పరిసర అయస్కాంత క్షేత్రబలమును అనుసరించి నియతపరిణామముగల. కక్ష్యలలో ఆ గొట్టమందున్న ఎలక్ట్రాన్లు వలయాకారమున తిరుగుచుండును. తిరుగుటయే కాక,



వినియోగమైన విద్యుత్ అయస్కాంతక్షేత్ర మాహాత్మ్యమున, వాటివేగముకూడ అతిశయించుచుండును. ఈ ఎలక్ట్రాన్ కణ్యల వ్యాసము మాత్రము పెరుగదు. ఏలన, ఎలక్ట్రాన్ లవేగము అతిశయించుచున్నను, అయస్కాంతక్షేత్ర బలముకూడ తదనురోధముగ ఎక్కువ అగుచుండుటచే, ఎలక్ట్రాన్ కణ్యవ్యాసము స్థిరముగఉండును. విద్యుత్ ప్రవాహావృత్తి ప్రథమపాదమునందు ప్రాథమికవేష్టనమునకు అనుబంధముగఉన్న మరొకవేష్టనముగుండ అతిభారమగు విద్యుత్ ప్రవాహాతరంగము ఒకటి పంపబడును. దీనిఫలము ఏమన, ఇదివరకు మార్పుచెందని ఎలక్ట్రాన్ కణ్య ఆకస్మికముగ విస్తరించును. దీనివలన యోజనములముదన, కిరణములో లక్ష్యముగఉంచబడిన వస్తువువైపు ఈ ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమును మళ్ళించుట. అట్లు ఒక ఆవృత్తియొక్క ప్రథమపాదమందు నిక్షేపక, విస్తారక క్రియలు రెండును ఒకేసారి జరుగుచుండును. దీనిఫలితముగా గొట్టములోని ఎలక్ట్రాన్ ల ఆవృత్తిపాదము ముగియకమునుపే వాటి వేగము ఎక్కువ చేయబడును. కాన, ఈ స్వల్పకాలావధిలో ఎలక్ట్రాన్ లు ఆగొట్టముగుండ ఒక పదిలక్షల పర్యాయములైన ప్రదక్షిణముచేసి, వందలకొద్దిమైళ్లు పయనించును. అయినను, ఈ ఉపకరణమందు ఉపయోగించు అయస్కాంతఘ్రవములకు ఉచితమగు ఆకృతిని ఇచ్చినచో ఎలక్ట్రాన్ లు అన్నిటిని ఒకసూక్ష్మకిరణరూపమున కేంద్రీకరించవచ్చును.

కేంద్రకవిచ్ఛేదన క్రియలయందుకన్న, అతి శక్తిమంతమైన X - కిరణముల నిర్మించుటయందు బీటాట్రాన్ హెచ్చు ఉపయోగకారిగ ఉన్నది. ఇట్టి శక్తిమంతమైన X - కిరణములు కేన్సర్ వంటి దుష్టవ్రణముల చికిత్సకు వాడుకలో ఉన్నవి. జె. భి.

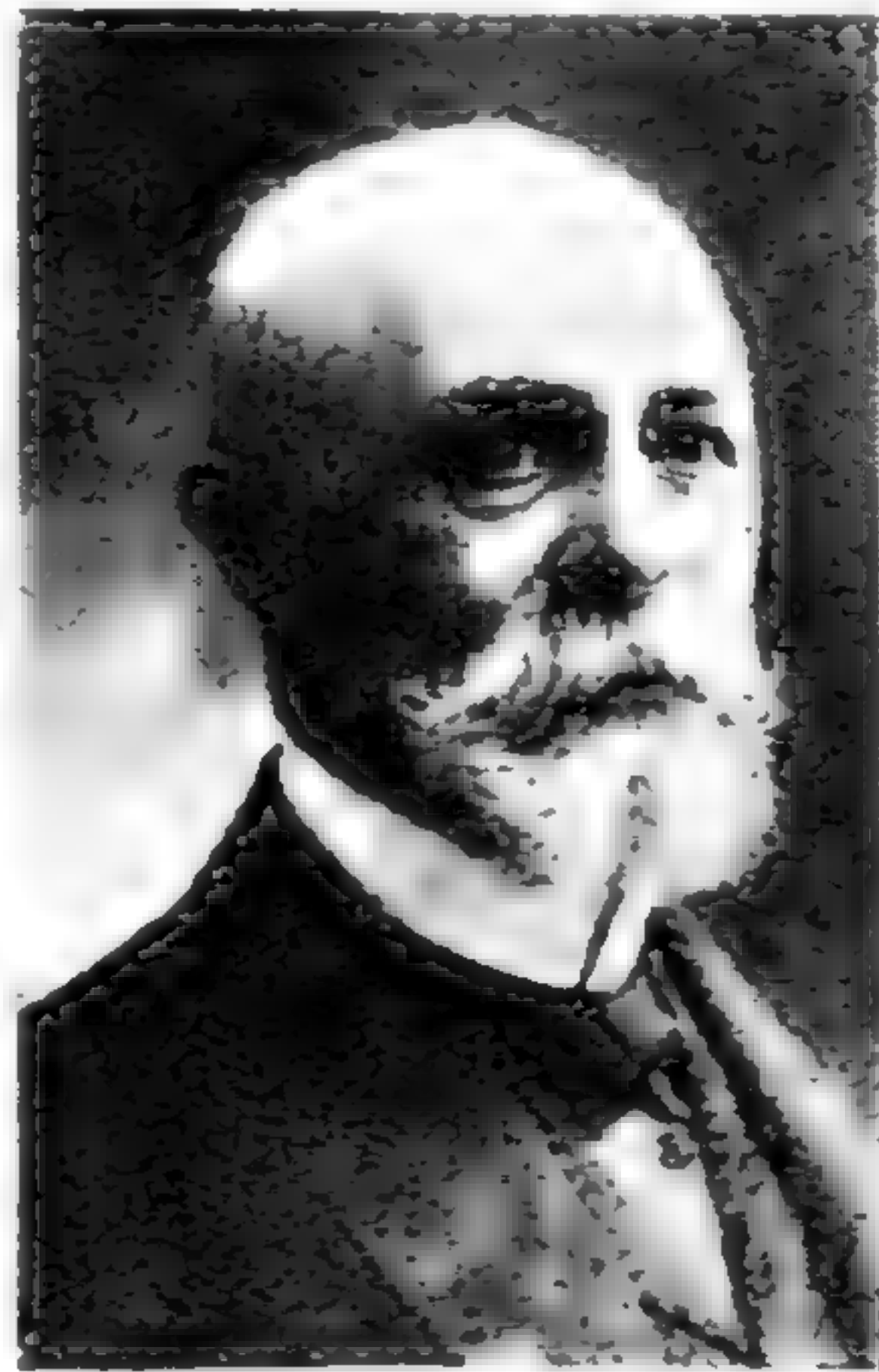
బీటాట్రాన్ : ఇది విద్యుదావిష్టకణములను సైక్లోట్రాన్ కన్న ఎక్కువ సామర్థ్యముతో త్వరింపజేయును. కాని దీనికి సైక్లోట్రాన్ లక్షణములు చాల గలవు. ఇది ఎడ్వీన్ ఎమ్. మాక్మిలన్ అను యునైటెడ్ స్టేట్స్ విజ్ఞానిచే విరివియము. ఇంతకన్న చాలపెద్ద దానిని బ్రూక్ హేవన్ లోన్ ఐలెండ్ లో కట్టెరి. దీని సామర్థ్యము 100 బిలియన్ \*ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు. పి. వ. స.

బెక్ మాన్ విధానము : చూ. అణుభారనిర్ణయము - పు. 126.

బెక్రెల్, ఆంటోయ్ ఆఫ్రి (1852 - 1908) : ఫ్రెంచ్ భౌతికవిజ్ఞాని. ప్యారిస్ లో విద్యను పూర్తిచేసి, అచ్చటనే ఈకోల్ పోలీటెక్నిక్ లో ఆచార్యుడుగా నియమితుడు

\* 1 బిలియన్ = 1000,000,000

బెర్నోలే, క్లాడ్ లూయీ అయ్యెను. 1698 లో ఈతని పేరును మ్రోయుచున్న కిరణములు యురేనియమ్ లవణములనుండి బయటికి



ఆంటోయ్ ఆఫ్రి బెక్రెల్

లతో కూడ 1903 లో ఈయన నోబెల్ బహుమానము పొందెను.

కె. ఎస్. ల.

బెన్జీన్ : చూ. ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్ - పు. 181.

బెన్జీన్ రచన : చూ. ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్ లు.

బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నములు : చూ. ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్ లు - పు. 181.

బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ లు : చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 175.

బెర్కెలియమ్ : రేడియోధార్మిక స్వభావముగల రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 97; సంకేతము Bk; పరమాణుభారము 249 (స్థూలరాశి). దీనిని పరమాణుశక్తి పరిశోధనాగారములలో కృత్రిమముగా సాధించిరి. దీనిని 1940 లో ఎస్. జి. థాంప్సన్, ఏ. ఘియోర్ సో, జి. టి. సీబార్గ్ కనుగొనిరి. ఇది ఆక్టినైడ్ శ్రేణికి చెందినదగుటచే ఆశ్రేణి ధర్మములనే కలిగి ఉండును. \* \* \*

బెర్నోలే, క్లాడ్ లూయీ (1748 - 1822) : ఫ్రెంచ్ రాసాయనికుడు. ట్యూరిన్ యూనివర్సిటీయందు వైద్య శాస్త్రమున పట్టభద్రుడై, ఎకాడమీ ఆఫ్ సైన్సెస్ లో ఆచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను (1772). లావ్వాశ్యే ఉపజ్ఞమగు నూతనజ్వలన సిద్ధాంతమును చేపట్టి రాసాయనికశాస్త్ర పరిభాషాపదముల శోధనలో లావ్వాశ్యేకు సహాయ మొనరించెను. ఈతని 'ఎస్సే ద స్టాటిక్ కిమిక్' అను వ్యాసము (1803) రాసాయనిక ప్రక్రియాగతి రహస్యమును ఉద్ఘాటించి రాసాయనికమైత్రి (కెమికల్



బెల్, ఆలిగ్జాండర్

ఎఫినిటీ) సిద్ధాంతమునకు నాంది ప్రస్తావముగ ఆచరించినది. మే. వ. న.

బెల్, ఆలిగ్జాండర్ (1847 - 1922): యునైటెడ్ స్టేట్స్ నూతన నిర్మాణకర్త. స్కాంట్లండ్ ఈతని జన్మస్థానము. ఎడింబరోలోను, లండన్ లోను, జర్మనీలోను చదువు పూర్తి అయిన తరువాత 1871 లో బెల్ యునైటెడ్ స్టేట్స్ కు పోయెను. అక్కడ బోస్టన్ కళాశాలలో గాత్ర శారీరక ఆచార్యుడుగా నియమితుడై, 1878 లో టెలిఫోను పరికరమును నిర్మించెను. ఫోటోఫోన్ (1880), గ్రాఫోఫోన్ (1887 మొట్టమొదటి గ్రామోఫోన్) ఈతని నిర్మాణములే. కె. రం.

బేరియమ్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 56; పరమాణుభారము 137.36; సంకేతము Ba; విశిష్టగురుత్వము 3.5. బేరియమ్ ధాతువుకూడ ప్రకృతిలో విడిగా లభింపక యాగికరూపముననే ఉండును. కార్బనేట్ 'విదరైట్' అనుపేర, సల్ఫేట్ 'బైరైటీస్' అనుపేర ప్రకృతిలో లభించును.

బేరియమ్ ధాతువును కాల్షియమ్, స్ట్రాన్షియమ్ వలెనే విద్యుత్ విశ్లేషణ సాధనమున తయారుచేయవచ్చును. రాసాయనికగుణములతో కాల్షియమ్ ను స్ట్రాన్షియమ్ ను పోలియుండును.

విరివిగా ఉపయోగింపబడు బేరియమ్ లవణము, సల్ఫేట్; ఇండియాలో ఇది ముఖ్యముగా రాయలసీమలో మెండుగా దొరకును. ప్రపంచములోని పరిశ్రమలకు అవసరమైనంతగా కడప, కర్నూలు, అనంతపురము, చిత్తూరు జిల్లాలలో ఉన్నది. ఇది తెల్లని స్ఫటికద్రవ్యము; నీటిలోను ఆమ్లములలోను బొత్తిగా కరగని లవణము. దీనిని పూతరంగులు తయారుచేయుట యందును, రబ్బరు, కాగితపు పరిశ్రమలయందును వాడుదురు. కిరసనాయిలు, పెట్రోలు తయారగు పరిశ్రమలలో బేరియమ్ సల్ఫేట్ చూర్ణము విరివిగా ఉపయోగపడుచున్నది.

బేరియమ్ నైట్రేట్ లవణము చూచుటకు ఇంపై, ఆకుపచ్చ వర్ణసహితమయిన చక్కనిదీప్తివంతమగు మతాబాలు, చిచ్చుబుడ్లు తయారుచేయుటకు వాడబడుచున్నది. (చూ. బిరిలియమ్ వర్ణము - పు. 510). బి. గో. కృ.

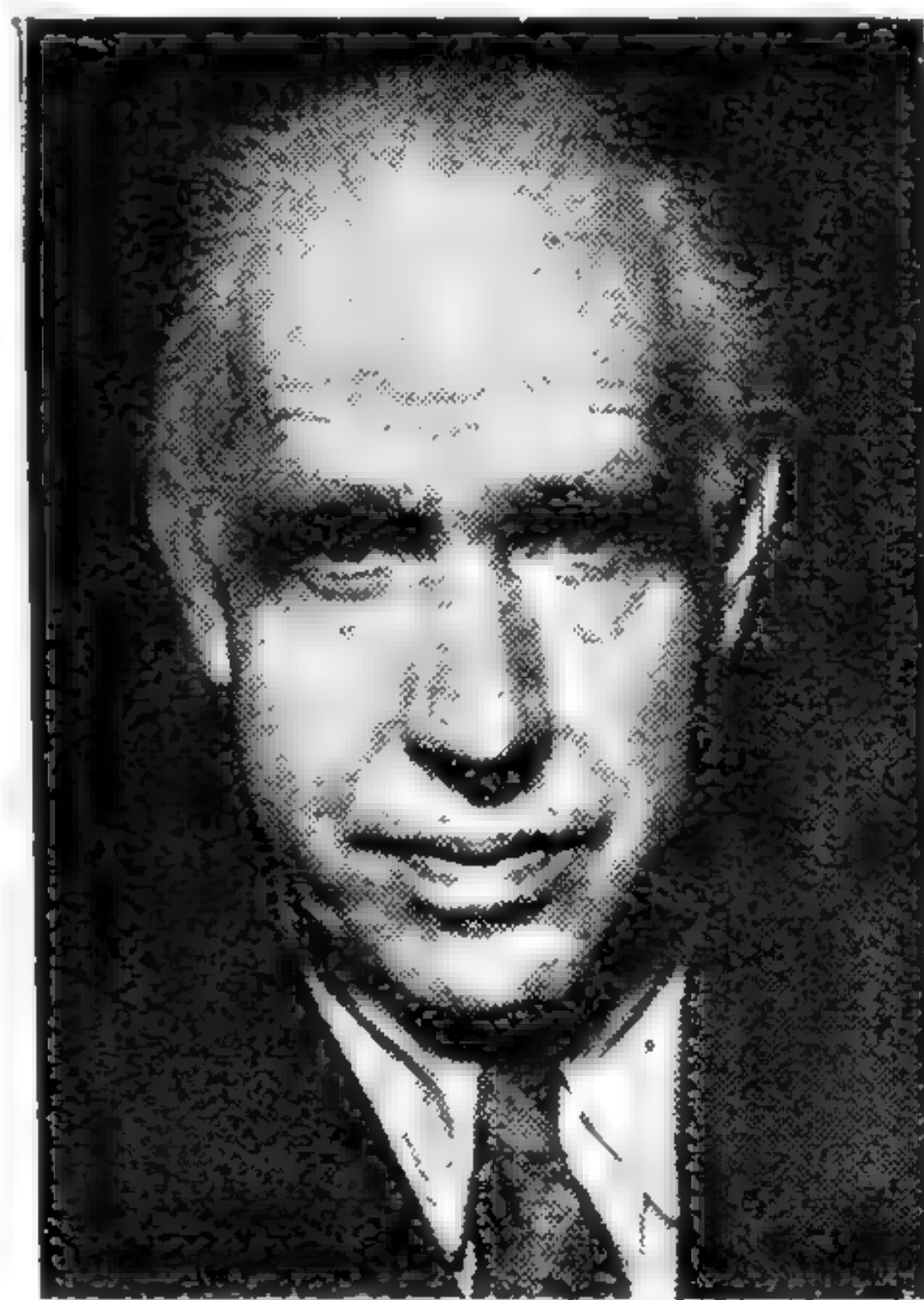
బైనాక్యూలర్స్ : చూ. చాటుషపరికరములు-పు. 334.

బొగ్గు : చూ. కార్బన్ - పు. 257.

బోయిల్, రాబర్ట్ (1627 - 1691): బర్లండ్ రాసాయనికుడు, దార్శనికుడు. ధనిక కుటుంబములో జన్మించుటచే ఉన్నత విద్యాభ్యాస మొనర్చెను. 1644 లో ఇంగ్లండునకు తన కాపురమును మార్చిన నాటినుండి

శాస్త్రానుశీలనయందు ఆదరము చూపెను. ఈ రాసాయనిక శాస్త్రముందు విశేషాభిమానమును ప్రదర్శించి అందు తను గావించిన కృషి ఫలితముగ 'ది స్కెప్టికల్ కెమిస్ట్' అను ఉత్తమ రాసాయనిక శాస్త్ర గ్రంథమును ప్రచురించెను. ఇది శాస్త్రమేకాక వైజ్ఞానిక దర్శనముగ కూడ రూపొందినది. రచనతో పూర్వపు రాసాయనిక శాస్త్ర భ్యాసకులు అనుమతించిన రసవాదభావముల ఖండించి రాసాయనిక శాస్త్రమునకు ఒక స్వతంత్ర విషయమును శాస్త్ర చరిత్రయందు దానికొక ప్రశస్తిస్థానమును కల్పించెను. ఈతడు రాసాయనిక శాస్త్రమునకు ఒక వ్యవస్థిత శాస్త్రరూపమును ఇచ్చుటచే ఈతడు రాసాయనిక శాస్త్ర పిత అను బిరుదమునకు ఎంతేని అర్హుడు. మే. వ. న.

బోర్, నీల్స్ (1885 - 1962): డెన్మార్క్-దేశపు ధౌతికవిజ్ఞాని. మొదట కోపెన్ హేగన్ లోను, తరువాత కేంబ్రిడ్జిలో జె. జె. తామ్సన్ క్రిందను, తరువాత మాంచెస్టర్ లో రూథర్ ఫర్డు క్రిందను పరిశోధనలు కావించెను.



నిల్స్ బోర్

1916 లో కోపెన్ హేగన్ లో ఆచార్య పదవిని స్వీకరించెను. 1926 లో రాయల్ సంఘము ఈతనికి సభ్యత్వమును ఇచ్చి సమ్మానించెను. పరమాణు రచనాప్రకృతిని కల్పించి హైడ్రోజన్, అయనీకృత హీలియమ్ ల వర్ణమాలలోని రేఖల ఉత్పత్తిని వివరించ

గలిగెను. తరువాత పీలర్ తోకూడ పరమాణుకేంద్రకమును గురించిన సిద్ధాంతమును ఒక దానిని ప్రతిపాదించెను. నాటి జర్మనీచే అక్రమితమైన డెన్మార్క్ నుండి తప్పించుకొని యునైటెడ్ స్టేట్స్ కుపోయి, అచ్చట జరిగిన ఆటంబాంబు పరిశోధనలలో పాల్గొనెను. యుద్ధము ముగిసిన తరువాత మరల కోపెన్ హేగన్ ను చేరుకొనెను. నీల్స్ బోర్ 1922లో నోబెల్ బహుమానమును పొందెను. జి. సు. రె.

బోరాన్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 5; పరమాణుభారము 10.82; సంకేతము B; విశిష్టగురుత్వము 2.34. దీని ఉనికిని గేలుసాక్, లెనార్డ్ కనుగొన్నారు. బోరాన్ యాగికములు ప్రకృతిలో మొదట అగ్నిశిలలలో సిలికేట్ లతోపాటు ఉండెడివి. ఈ



శిలలు వాతవాయుమునకు లోనై శిథిలములైనపుడు అందలి ధాతుబోరేట్లు వర్షపునీటిలో కరగి సముద్రమును చేరును. భూతలముపై విడిగానున్న ఇట్టి సముద్రములు ఎండిపోయి బోరేట్లు స్ఫటికీకరించును. ఇట్లు ఏర్పడినదే స్ట్రాస్ఫర్ట్లవణనిధిలోని బోరానైట్ ( $Mg_7Cl_2B_{16}O_{20}$ ). ఉత్తర, దక్షిణఅమెరికాలలో ఇట్టి భూమధ్యసముద్రములు ఎండిపోయి, బోరాక్స్  $[(Na_2B_4O_7) \cdot 10H_2O]$ , కోల్మానైట్ ( $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$ ), బోరోనేట్రో కాలైనైట్ ( $Ca_2NaB_5O_9 \cdot 6H_2O$ ) లను ఖనిజములు ఏర్పడినవి.

అగ్నిపర్వత ఉద్రేకభూయిష్టమగుప్రదేశములలో కొన్ని వేడినీటిగుండములలో బోరిక్ఆసిడ్ మెండుగా విలీనమై ఉండును. ఆస్థలమున పూర్వముననున్న బోరోసిలికేట్లు అగ్నిపర్వతప్రభావమున అతితప్తమైన జలబాష్పము విశ్లేషితములై, అందలి బోరిక్ఆసిడ్ నీటిఆవిరితోకూడ బాష్పీభవించి గుండములనీటిలో నిక్షిప్తమగును. ఇటలీలో ఇట్టిగుండమునకు 'సోఫియోన్' అని పేరు.

**బోరాన్సంఘన :** బోరాన్త్రైఆక్సైడ్ ( $B_2O_3$ )ను మగ్నీషియమ్చార్జముతో కలిపి వేడిచేసినచో బోరాన్ లభించును. ప్రక్రియాలభ్యమైనద్రవ్యమును విలీనపైడ్రోక్లోరిక్ఆసిడ్తో మరగించినప్పుడు మిగిలియున్న మగ్నీషియమ్ ధాతువు, ప్రక్రియలో ఉత్పన్నమైన బోరైడ్లు తొలగిపోయి శుద్ధమైన బోరాన్ మిగిలిఉండును. ఇట్లు లభ్యమైన బోరాన్ అస్ఫటికరూపమున ఉండును.

బోరాన్త్రైబ్రోమైడ్ ( $BBr_3$ ) బాష్పమును శుద్ధమైన హైడ్రోజన్తో కలిపి, విద్యుచ్ఛక్తివలన  $1200^\circ C$  లకు తప్తమైన టంగ్స్టన్తీగపై పంపించినచో సూదులవంటి బోరాన్ స్ఫటికములు ఏర్పడును. స్ఫటిక, అస్ఫటిక రూపములను కలిగిఉండుటలో బోరాన్ కార్బన్ను, సిలికన్ను పోలి ఉన్నది.

**ధర్మములు :** బోరాన్ చాలచురుకైన ఆధాతువు. గాలిలోకాల్పిన మండి ఆక్సైడ్ ( $B_2O_3$ ), నైట్రైడ్ (BN) ఏర్పడును. ఫ్లోరిన్లో మండును; క్లోరిన్తోను, గంధకముతోను వేడిచేసినగాని సంయోగించదు. హైడ్రోక్లోరిక్ఆసిడ్నకు లొంగదు. కాని నైట్రిక్, సల్ఫ్యూరిక్ఆసిడ్లలో శీఘ్రముగా కరగి బోరిక్ఆసిడ్ ఏర్పడును.

ఇట్లు రాసాయనికగుణములలో బోరాన్కు కార్బన్తో చాలపోలిక కలదు.

**బోరాన్ హైడ్రైడ్లు లేదా బోరేన్లు :** బాష్పశీలములగు బోరేన్లు అనేకములు కలవు. వీటిలో రెండే - డైబోరేన్,  $[(B_2H_6) \text{ (ఎతేన్వంటిది)}]$ , టెట్రాబోరేన్  $[(B_2H_{10}) \text{ (బూటేన్వంటిది)}]$  పేర్కొనదగినవి.

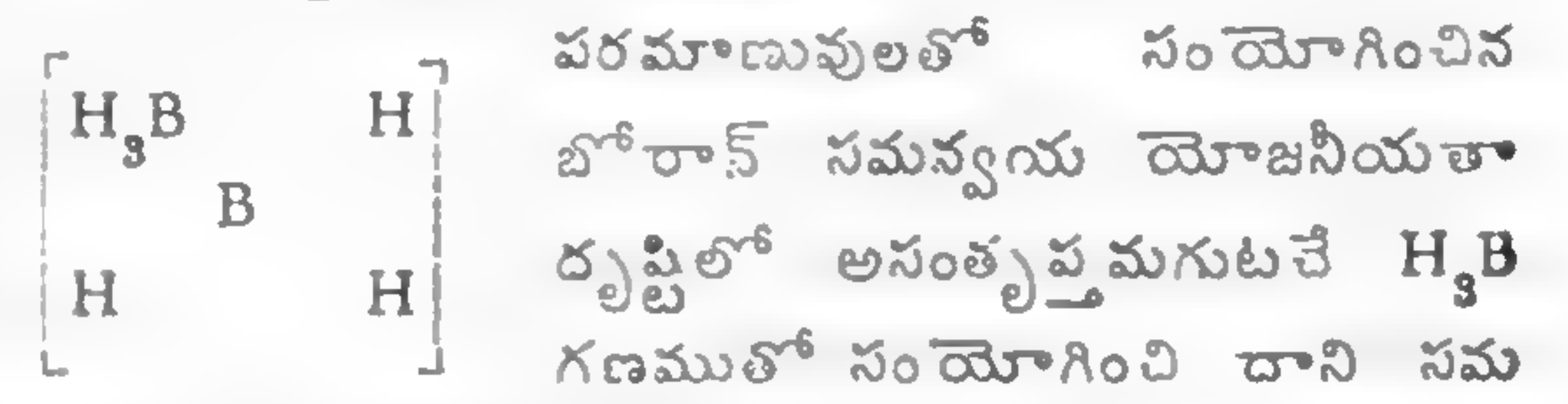
ఈబోరేన్లు అన్నియు మగ్నీషియమ్బోరైడ్ను గాలి సోకకుండ హైడ్రోక్లోరిక్ఆసిడ్తో కలిపిన ఏర్పడును. ఈ ప్రక్రియలో  $B_2H_6$  తప్ప, తక్కినబోరేన్లు చాల హైడ్రోజన్తో కలిసి లభ్యమగును. ఈ మిశ్రమును శీతలీకరించి ఆంశికస్వేదనము కావించినచో వీటిని వేర్వేరుగా పడయవచ్చును.

బోరాన్త్రైబ్రోమైడ్బాష్పమును హైడ్రోజన్వాయువుతో కలిపి ఆ మిశ్రముగుండా విద్యుదుత్సర్గము కావించినచో బోరోఎతేన్ ( $B_2H_6$ ) లభ్యమగును.

బోరేన్లు చాలచురుకైనవి; గాలిలో వాటంతటవే మండిపోవును. నీటిలో వ్రతికరించి బోరిక్ఆసిడ్, హైడ్రోజన్ ఏర్పడును :

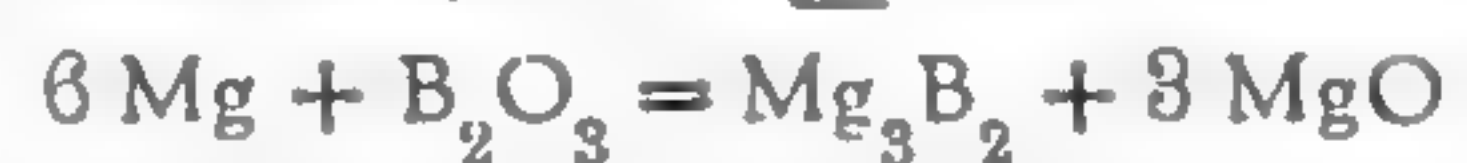


అకర్మసశాస్త్రమందు బోరాన్ హైడ్రైడ్లరచన ఒక గడ్డుసమస్య. ఏలన బోరాన్ నైట్రోజన్వలె త్రియోజ సీయద్రవ్యమైనను, నైట్రోజన్వలె ఇది  $BH_3$  అను హైడ్రోజన్ యోగికమును ఈయదు. బోరాన్ యొక్కసమన్వయ యోజనీయత (4) దానిసమయోజనీయత (3) కన్న హెచ్చు ప్రబలము. అందుచే మూడు హైడ్రోజన్



నవ్యయోజనీయతను పూర్తి చేసికొనును.

**బోరైడ్లు :** బోరాన్త్రైఆక్సైడ్ను ధాతువులతో కలిపి వేడిచేసినప్పుడు బోరైడ్లు ఏర్పడును :



చాలబోరైడ్లపై నీటికి ఏచర్యయును లేదు. మగ్నీషియమ్బోరైడ్మాత్రము నీటిలో వ్రతికరించును.

**బోరాన్బ్రైఆక్సైడ్ :** బోరిక్ఆసిడ్ ఎర్రగాలగువరకు వేడిచేసినపుడు గాఢవంటి బోరిక్ఆక్సైడ్ ఏర్పడును. ఇది నీటిలో కరగి మరలబోరిక్ఆసిడ్ను ఇచ్చును.

**బోరిక్ఆసిడ్లు :** బోరిక్ఆసిడ్ ఆర్తో ( $H_3BO_3$ ), మెటా ( $HBO_2$ ), పైరో ( $H_2B_4O_7$ ) అను మూడు విధముల ఉండును; ఈ మూడును ఘనద్రవ్యములే. నీటిలో మెటా, పైరో ఆసిడ్లు ఆర్తోఆసిడ్గా మారిపోవును. సిలికేట్లవలె బహుళ ఆమ్లములనుండి ఉత్పన్నమైన బోరేట్లు కూడ కలవు.

పైరో బోరిక్ఆసిడ్ యొక్క లవణమైన బోరాక్స్ నకు హైడ్రోక్లోరిక్ఆసిడ్ను అధికముగా చేర్చుటవలన ఆర్తోబోరిక్ఆసిడ్ అవక్షిప్తమగును. రంగులేని జిడ్డుగల



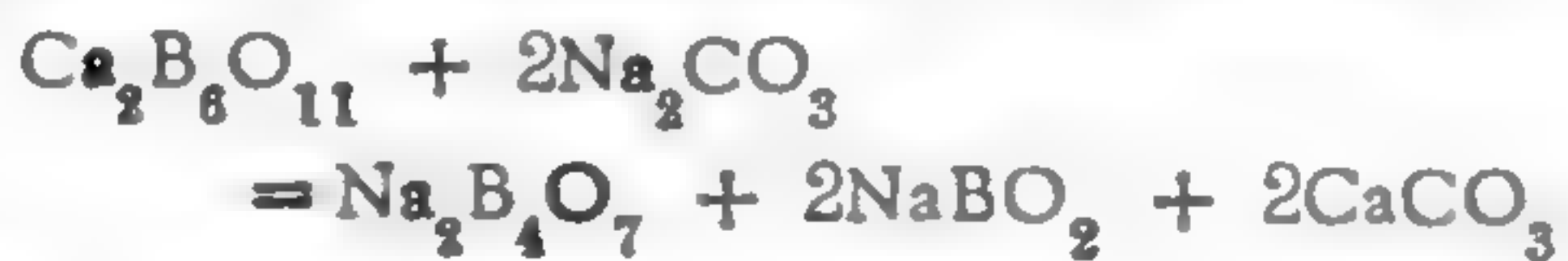
బోస్, సర్ జగదీశ చంద్ర

స్పటికములుగా బోరిక్ ఆసిడ్ ను కోల్మనైట్ నుండి తయారు చేయుదురు. ఈ ఖనిజము యొక్క చూర్ణమును నీటిలో ఉంచి, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును ఆ నీటి లోనికి పంపించిన బోరిక్ ఆసిడ్ లభ్యమగును :



బోరిక్ ఆసిడ్ చాలబలహీనమైన ఆమ్లము.  $100^\circ \text{C}$  వద్ద మెటాబోరిక్ గాను,  $140^\circ \text{C}$  వద్ద పైరోబోరిక్ గాను మారును. దీనికి కొంచెము సూక్ష్మజీవి ప్రవృత్తిరోధక గుణము కలదు.

లవణములు : మిక్కిలి ప్రఖ్యాత లవణము బోరాక్స్ లేదా వెలిగారము ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). పారిశ్రామిక ముగా దీనిని కోల్మనైట్ నుండి సోడియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణముతో మరగించుటవలన తయారుచేయుదురు :



వెలిగారమును కాల్చినపుడు అది పొంగి నీటిని విసర్జించి గాఢవంటి ముద్దగా తయారగును. ఈ ముద్దలో కొన్ని ధాతుఆక్సైడ్లు కరగి రంగుగల బోరేట్లు ఏర్పడును. ఈ గుణమే రాసాయనిక గుణాత్మక విశ్లేషణములో పూస పరీక్షకు ఉపయోగపడుచున్నది.

బోరాక్స్ నీటిలో కరగును. ద్రావణములో ఇది జల విశ్లేషణమును పొంది రాసాయనికతుల్యభారము సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ను విడుదల చేయును :



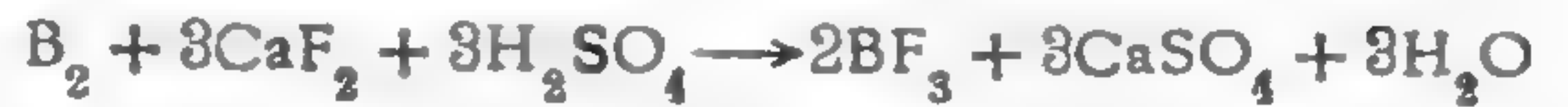
ఈ విడుదలైన తారమును ప్రమాణాస్లు ద్రావణముతో అంశమాపనము కావించవచ్చును. అందువలన పరిశుద్ధమైన బోరాక్స్ ను ఆమ్లమాపనములో ప్రథమప్రమాణ ద్రావణముగాను ఉపయోగించవచ్చును. కాని స్పటిక జలము ఈ లవణమునందు ఉండుట కొంతదోషమే. వెలిగారమును టంకముగా వాడుదురు. గాఢము, పింగాణీని తయారు చేయుటలో దీనివాడుక అమితము.

హైలొజన్ యోగికములు : బోరాన్ ట్రైఫ్లోరైడ్ ( $\text{BF}_3$ ); హైడ్రోఫ్లోబోరిక్ ఆసిడ్ ( $\text{HBF}_4$ ); బోరాన్ ట్రైక్లోరైడ్ ( $\text{BCl}_3$ ); బోరాన్ ట్రైబ్రోమైడ్ ( $\text{BBr}_3$ ); బోరాన్ ట్రైఅయైడైడ్ ( $\text{BI}_3$ ).

|                                | $\text{BF}_3$ | $\text{BCl}_3$ | $\text{BBr}_3$ | $\text{BI}_3$ |
|--------------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
| ద్రవాంకము $^\circ \text{C}$    | -201°         | 12°            | 0°             | 43°           |
| క్వద్రవాంకము $^\circ \text{C}$ | -101°         | 15°            | 90.5°          | 210°          |

బోరాన్ ట్రైఫ్లోరైడ్ : రంగులేని వాయువు కాల్షియమ్ ఫ్లోరైడ్ తో బోరేట్లనుగాని, బోరాన్ ట్రైఆక్సైడ్ ను

గాని కలిపి గాఢసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో వేడిచేసినచో ఈ వాయువు లభించును :



ఈ వాయువును బున్ సెన్ జ్వాలదరికి చేర్చిన జ్వాల ఆకుపచ్చని రంగును స్వీకరించును. ఇది బోరేట్లను గుర్తించుటకు రాసాయనిక గుణాత్మక విశ్లేషణమందు ఉపయోగించు శోధనప్రక్రియ. మరికొంత హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ తో సంయోగించి సిలికన్ ఫ్లోరైడ్ వలె క్లిష్టయోగికము ఏర్పడును:  $\text{BF}_3 + \text{HF} \rightarrow \text{HBF}_4$  తక్కిన హైలైడ్లు అంత ముఖ్యములు కావు (చూ. అల్యూమినియము వర్గము - పు. 159). మే. వ. స.

బోస్, సర్ జగదీశ చంద్ర (1858 - 1937): ప్రసిద్ధ భారతీయ భౌతిక శాస్త్రవేత్త; వృక్ష శారీరక శాస్త్రజ్ఞుడు. తొలుత కలకత్తాలోను, తరువాత కేంబ్రిడ్జిలోను విద్యనభ్యసించి, కలకత్తాయూనివర్సిటీలో 1885-1915 సంవత్సరముల మధ్య భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడుగా యూనివర్సిటీ



సర్ జగదీశ చంద్ర బోస్

యందు కావించు పరిశోధనలుకాక, స్వంతముగా పరిశోధనలు చేయుటకై బోస్ పరిశోధనాసంస్థను ఒకదానిని స్థాపించెను. ఇక్కడ ఈయన ప్రచురించిన (1917 - 1937) అన్వేషణలు, వృక్షములకు, జంతువులకును గల జీవన ప్రక్రియా సాదృశ్య

మును బయటపెట్టుటలో కడచినవి. ఈసందర్భమున జంతువులవలె మొక్కలుకూడ దెబ్బలు తగిలినపుడు శాధపడుననియు, ఆశాధను వణుకురూపమున అవి వెలిపుచ్చుననియు ఈయన రుజువుచేసెను.

వృక్షముల సంవేదనమును పరీక్షించుటకు 'క్రెస్కోగ్రాఫ్' అను అత్యాశ్చర్యకరమైన పరికరమును నిర్మించెను. ఈపరికరము చెట్లు పెరుగుటలో సంభవించు అత్యల్పచలనములను కోటిరెట్లు అధికీకరించి మనకు తెరపై చూపగలదు. స్వంతశోధనాగారమునందు ఈయన గావించిన పరిశోధనలు అద్వితీయమైనవి. ఏలన, జీవపదార్థముల, నిర్జీవపదార్థముల నిర్మాణములలో మౌలికముగా భేదము ఏదియు లేదని సూచించి, ఋషులచే ఉపనిషత్తుల కాలమునుండి ముక్తకంఠముగ ప్రతిపాదించబడుచుండిన



సృష్ట్యైకవాదమును ప్రకృతిశాస్త్ర ప్రయోగములచే సమర్థించుట, ఈపరిశోధనలయందు బోస్ యొక్క ముఖ్యఉద్దేశము. జీవపదార్థముల ప్రవృత్తియందు ప్రత్యక్షముగు చైతన్యమే నిర్జీవపదార్థములందుకూడ సూక్ష్మరూపమున పొడకట్టుచున్నదను వాదమును బలపరచు ప్రయోగములను స్థాపించుయత్నములలో ఈయన కొన్ని ధాతుచూర్ణములు రేడియోతరంగములకు ఎట్లు ప్రతికరించునో నిరూపించెను. రేడియో తరంగములను గ్రహించుటలో ఈప్రయోగమును లాజ్, బ్రాన్లీ మొదలగువారు చేసిన ప్రయోగములకన్న నిశితఫలములను ఈయగలిగినవి. అందువలన రేడియోతరంగములను గుర్తించుటకవలయు పరికరనిర్మాణమందు బోస్ మార్గదర్శి మే. వ. న.

బ్రాగ్, సర్విలియమ్ లారెన్స్ (జననము 1890): ఇంగ్లీషు భౌతిక శాస్త్రవేత్త; విలియమ్ హెన్రీ బ్రాగ్ కుమారుడు. మొదట ఆడిలేడ్లో, తరువాత కేంబ్రిడ్జిలో చదువుకొని, తన తండ్రితోకూడ పరిశోధనలయందు పనిచేయుచుండెను. 1915 లో తండ్రితోబాటు ఈశనికికూడ నోబెల్ బహుమతి లభ్యమైనది. 1933 లో కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలో కేవెండిష్ ప్రయోగ భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడు అయ్యెను. వం. న. నా.

బ్రాగ్, సర్ విలియమ్ హెన్రీ (1882 - 1942): ఇంగ్లీషు భౌతికవిజ్ఞాని: కేంబ్రిడ్జిలో గణితశాస్త్రమందు నిష్ణాతుడై ఆడిలేడ్ నగరమందు (దక్షిణఆస్ట్రేలియా) గణితాచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1909 లో లీడ్స్ నగరమునకు మరలవచ్చి కేవెండిష్ అచార్యపదవిని అధిష్టించెను. 1915 లో లండన్ యూనివర్సిటీలో భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడు అయ్యెను.

1908 లో రాయల్ సొసైటీ ఫర్ ఫిజిక్స్ ను, 1915 లో తన కుమారుడగు సర్ విలియమ్ లారెన్స్ బ్రాగ్ తో కూడ నోబెల్ బహుమాన ప్రతిగ్రహీతయై ఆయెను. ఈయన, ఈయన కుమారుడు ఇద్దరును X-కిరణ వర్ణమాల



సర్ విలియమ్ హెన్రీ బ్రాగ్

మాపకము అను పేరుగల ప్రయోగ ప్రధానమైన శాస్త్రమును పెంపొందించి, పరమాణురచన, స్పటికములలో

బ్రోమీన్

పరమాణు కూర్పును గురించిన అనేక నూతన విషయములను బయలుపెట్టినారు. వం. న. నా.

బ్రిజ్ మన్, పెర్సీవిలియమ్స్ (జననము 1881): యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. హార్వర్డ్ యూనివర్సిటీలో చదివి, అచ్చటనే 1919 లో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగను, 1928 లో గణితశాస్త్రాచార్యుడుగను పనిచేసెను. అత్యధిక ప్రేషపరిస్థితులలో వస్తుధర్మముల అనుశీలన ఈయన ప్రధానపరిశోధనావిషయమైనది. ఒక్క నీటివిషయములో



పెర్సీవిలియమ్స్ బ్రిజ్ మన్

తప్ప తక్కిన ద్రవములన్నిగత ప్రేషముతో బ్రహ్మాండముగా పెరుగునని ఈయన గుఱచుచేసెను 1921 లో ఒక కొత్తరకపు భాస్వరమును కనుగొనెను. ఇది, మామూలు భాస్వరమును 200°C వద్ద, 12000 వాతావరణ ప్రేషముక్రింద వేడి

చేసిన లభ్యమగును. ఇది, నల్లగా గ్రాఫైట్ వలె ఉండును; గాలిలో మండదు; మంచి విద్యుద్వాహకము. భౌతికశాస్త్రమునకు ప్రయోగమే ఆధారముగనుక, భౌతికసిద్ధాంతములను ప్రాయోగికదృష్టిలో నిర్వచించవలెనను వాదమును ఈయన "భౌతికశాస్త్ర నవీనతర్కము, భౌతిక సిద్ధాంతస్వభావము" అను గ్రంథములో ప్రతిపాదించెను. కె. రం.

బ్రోమీన్: ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 79; సంకేతము Br; పరమాణుభారము 79.916; దీని ఉనికిని బాలార్డ్ 1826 లో కనుగొనెను. బ్రోమీన్ కూడ క్లోరీన్ వలె ప్రకృతిలో విడిగా లభించదు. గాఢజ్వరజనకములగు ధాతువులతోను, మృదుజ్వరజనకములగు ధాతువులతోను సంయోగస్థితిలో సముద్ర జలమునందును, కొన్ని నీటిబుగ్గలందును కానవచ్చును. అట్లాంటిక్ సముద్రపునీటిలో 0.7% పాలస్టిన్ దేశమందలి మృతసముద్రజలమందు 9% షే హెయోఖనిజములందు 3½%-4%, మగ్నీషియమ్ బ్రోమైడ్ ద్రావణస్థితిలో ఉన్నదని శాస్త్రజ్ఞుల అంచనా. మహాసముద్రజలములలో ఘనమైలు నీటియందు 3,08,000 టన్నుల బ్రోమీన్ ఉన్నదని తెలుచున్నది.

సముద్రజలమునుండి ఉప్పును వేరుచేయగా మిగిలిన మాతృద్రవమును బ్రోమీన్ తయారుచేయుటకు విరివిగా



బ్రోమిన్

వాడుదురు. దీనిని 90°C వరకు కాచి క్లోరినేట్ చేయుటకై వాడెడి శిఖరమునందు జల్లువలె పైనుండి క్రిందికి పడునట్లు చేయుదురు. దానికి ఎదురుగా క్లోరిన్ విసురుగా ప్రవహించునపుడు జరిగెడి రాసాయనికచర్యవలన బ్రోమిన్ వాయురూపముగా లభించును:



బ్రోమిన్ వాయువు గొట్టముద్వారా వెలికివచ్చును. దీనిని చల్లబరచి ద్రవముగా మార్తురు. ఇట్లు లభించిన బ్రోమిన్ ను స్వేదనముచేసి శుద్ధపరచురు.

గుణములు : సామాన్యముగా బ్రోమిన్ బరువైన ఎర్రటిద్రవద్రవ్యము. మూలద్రవ్యములలో ఇదియును, పాదరసమును మాత్రమే ద్రవములు. చురుకుగా ఇది వాయుస్థితిలోనికి మారును. క్లోరిన్ వలె ఇదికూడ నీటిలో ద్రావణములగును ఆద్రావణమును చల్లార్చినపుడు జలయుతస్ఫటికములుగా మారును. నీటిలోకంటె విరివిగా క్లోరోఫార్మ్, సారాయి, ఈతర్ మొదలగు కార్బన్ ద్రావములలో ద్రావణమగును. రాసాయనికగుణములందీ క్లోరిన్ ను దగ్గరగా పోలియున్నది. కాని అంతచురుకైనది మాత్రముకాదు. వేడిచేసినచో హైడ్రోజన్, బ్రోమిన్ సంయోగముచెంది హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ ఫలించును. భాస్వరముతోను, ఆర్సెనిక్ తోను బ్రోమిన్ తీవ్రముగా సంయోగించును. బ్రోమిన్ చాలశక్తిమంతమైనఆక్సికరణద్రవ్యము. ఊరములతోకూడిన సల్ఫైడ్లను సల్ఫేట్లుగామార్చును. కార్బన్ యోగికములలో బ్రోమిన్ రాసాయనికక్రియలందు పాల్గొనును; ఎలిమిన్ తో సంయోగించి ఎలిమిన్ బ్రోమైడ్ ను ఇచ్చును. బెన్జిన్ తో బ్రోమిన్ చేర్చినపుడు రెండు యోగికములు లభించును. పరిస్థితులను అనుసరించి కూడికవలన బెన్జిన్ హెక్సాబ్రోమైడ్ కాని, హైడ్రోజన్ ని స్థానభ్రష్టము నొందించుటవలన హెక్సాబ్రోమోబెన్జిన్ గాని ఏర్పడును.

ఉపయోగములు : ఎలిల్ బ్రోమైడ్ ను తయారుచేయుటకు బ్రోమిన్ ఉపయోగించును. ఇయోసీన్ (ఎర్రసిరారంగు) మొదలైనరంగుల తయారుచేయుటలోకూడ బ్రోమిన్ అవసరము. అంతేగాక ఫోటోతీయుటకువాడెడు ఫిల్ములు, ప్లేటులు తయారుచేయుటకువలయు సిల్వర్ బ్రోమైడ్ ను తయారుచేయుట బ్రోమిన్ లేనిచో సాధ్యముకాదు. అందువలన ఇది ఈద్రవ్యముయొక్క ముఖ్యమైన ఉపయోగమని భావింపవచ్చును.

హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ : సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో బ్రోమైడ్ ను కలిపి హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ తయారుచేయుటకు వీలులేదు. ఇందు మొదటలభించెడి హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ ఆక్సిహరణ

ద్రవ్యములగుటచే మిగిలిఉన్న సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో రాసాయనికపుమార్పునంది బ్రోమిన్ విడివడును :



అందువలన ప్రయోగశాలయందు దీనిని తయారుచేయుటకు వేరుమార్గము అవసరము. బ్రోమైడ్ ను ఆర్తో ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ తో వెచ్చజేసిన :



అను రాసాయనికచర్య నడిపిగాని, ఫాస్ఫరస్ బ్రోమైడ్ లపై నీటిచర్యవలనగాని దీనిని పొందవలయును :



ఈరెండవపద్ధతినే ఎక్కువగా ఉపయోగింతురు.

గుణములు : హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ చాలవరకు హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ ను పోలిఉండును. ఇదికూడ గాలికంటె బరువైన రంగులేనివాయువు. ఘాటైన వాసన గలది. నీటిలో విరివిగా విలీనమగును. ఈ ద్రావణము ఆమ్లస్వభావము కలది. తడిగాలిలో పొగచిమ్ముచుండును. 800°C వరకు వేడిచేసిన విచ్ఛిన్నమగును. ఆక్సికరణము వలన దీనినుండి తేలికగా బ్రోమిన్ ను పొందుటకు వీలగును. కార్బన్ రాసాయనిక యోగికముల తయారుచేయుటలో దీనిని వాడుచున్నారు. అంతేకాక కృత్రిమ పెట్రోలు పరిశ్రమలలోను, ఆల్కిలేషన్ క్రియలలోను వాడుదురు.

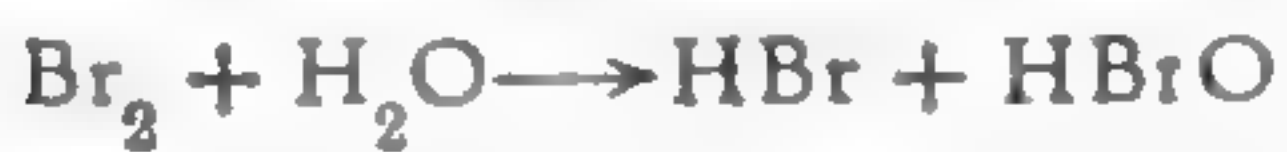
బ్రోమైడ్లు : హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్ లవణములను బ్రోమైడ్లు అందురు. ఇవియు, క్లోరైడ్లును సమరూపస్ఫటికములను ఇచ్చును. క్లోరైడ్ లకన్న ఇవి సులభముగా ఆక్సికరణక్రియకు లోబడును. ఊరధాతుబ్రోమైడ్లను యా ఊరములకు ఆమ్లమును కలిపిగాని, లేదా కార్బనేట్ లతో ఈ ఆమ్లమును సంయోగింపజేయుటవలనగాని తయారుచేయవచ్చును.

పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ తెల్లనిస్ఫటికాకృతి కలిగి ఉండును. నీళ్ళలో విరివిగా కరగును. నరముల దాహమును తగ్గించి నిద్రవచ్చునట్లు చేయును.

ఫోటోగ్రాఫ్ లు తీయుటకువాడు ఫిల్ములను, ప్లేటులను తయారుచేయుటయందు సిల్వర్ బ్రోమైడ్ ను ఉపయోగింతురు. అనేక కార్బన్ యోగికముల తయారుచేయుటలో అల్యూమినియముబ్రోమైడ్ ను రాసాయనిక ప్రేరక ద్రవ్యముగా వాడుచున్నారు.



హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్ ; హైడ్రోబ్రోమైడ్లు : బ్రోమిన్ నీటిలో ద్రావణమైనప్పుడు హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడును:



దీని ద్రావణమును పసుపువచ్చని మర్క్యురిక్ ఆసిడ్ తో కలిపి వడియక్ట్టిన హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్ లభించును. అప్పుడు బరిగెడి రాసాయనిక క్రియను క్రింద సమీకరణముచే సూచించవచ్చును :



హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్, హైడ్రోబ్రోమైడ్లు కూడ ఇట్టి క్లోరిన్ యాగికములను పోలియుండి ఆక్సికరణమునకును, తెలుపుచేయుటకును పనికివచ్చును హైడ్రోబ్రోమైడ్లను ఊరద్రావణములపై బ్రోమిన్ రాసాయనిక క్రియవలన తయారు చేయుదురు :



(చూ. హేలోజన్ వర్గము)

సి. వి. రా.

బ్రౌన్, కార్ల్ ఫెర్డినాండ్ (1850 - 1918): జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని, మార్బర్గ్, బెర్లిన్ విద్యాసంస్థలలో చదువు కొని మార్బర్గ్ లో ఆచార్యపదవిని కొన్నాళ్ళు సాగించిన తరువాత 1895 లో ప్రొఫెసర్ పట్టణమునకు భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ఆహ్వానము అయ్యెను. కేటోడ్ కరణములను గురించి, నిస్తంత్రీవార్తగురించి ఈయన కావించిన పరిశోధనలకై నోబెల్ బహుమానము ఈయనకు మార్కొనీతో కూడ 1909 లో పంచబడినది. పం. న. నా.

బ్రౌన్స్ చలనము : చూ. కొల్లాయిడ్ లు-పు. 297.

వ్లీచింగ్ చూర్ణము : చూ. క్లోరిన్ - పు. 303.

భాభా, హోమీ జహంగీర్ : నవభారత వైజ్ఞానికులలో ఉన్నతశ్రేణికి చెందిన సిద్ధాంత భౌతికవిజ్ఞాని. ఈయన బొంబాయి నగరమందు 1909 వ సం॥ అక్టోబరు 30 వ తేదీని జన్మించెను.

ఇతడు కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలో ఇంజనీరింగు విద్యను అభ్యసించెను. పిమ్మట సిద్ధాంత భౌతికశాస్త్రమును కూడ చదివెను. 1932 లో ఉన్నత గణితశాస్త్రమందలి 'రాజ్ బాల్' పర్యటన విద్యార్థివేతనము ఈయనకు ఒసంగబడినది. ఆ అవకాశమును గైకొని హోమీభాభా యూరప్ ఖండ పర్యటన గావించి, జ్యూరిచ్ నగరమందు పౌలిశాస్త్రజ్ఞునియొద్ద కొద్దికాలముండి ఉన్నతగణితమును అభ్యసించెను. ఆ తరువాత హోమీభాభా 1934లో ఇటలీదేశమందు ఫెర్మీవిజ్ఞానియొద్దను, యుట్రెక్టులో డా॥ క్రామర్స్ యొద్దనుకూడ కొంతకాలము గణితశాస్త్ర అధ్యయనము చేసెను. 1936-37 లో ఆయన కోపెన్

హేగన్ నగరమందు నీల్స్ బోర్ పరిశోధనాగారమున అయిదు నెలలుండి పరమాణుపరిశోధనలు సాగించెను.



హోమీ జహంగీర్ భాభా

1934లో భాభాకు న్యూటన్ విద్యార్థి వేతనము ఒసంగబడినది. దాని పరిమితి కనాలు. తరువాత 1936 లో '1851 వస్తుప్రదర్శన' సీనియర్ 'విద్యార్థి వేతనము' ఆయన కై వసమైనది.

హోమీ భాభా విశ్వకిరణ, కేంద్రాభౌతికశాస్త్ర, సాపేక్షతావాద రంగ

ములలో శాస్త్రపరిశోధనలు సాగించినాడు. విశ్వకిరణములను గూర్చిన భాభా పరిశోధనలు గణనీయములైనవి. హోమీభాభా విశ్వకిరణ అన్వేషణలలో విశ్వకిరణసంపాత సంఘటనను కారణమును ప్రతిపాదించు (1935) 'భాభా-ప్లాట్లర్ కాస్కేడ్ సిద్ధాంతము' ముఖ్యమైనది.

1940 లో భాభా ఇండియాకు తిరిగివచ్చి బెంగళూరు లోని 'ఇండియన్ ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ సైన్స్'లో సిద్ధాంతభౌతికశాస్త్రమందు ప్రత్యేక ఆచార్యుడుగా నియమితుడైనాడు. 1942-45 లలో ఆ విజ్ఞాన సంస్థయందలి విశ్వకిరణ పరిశోధనశాఖకూడ ఆయనకే ఒప్పించబడినది.

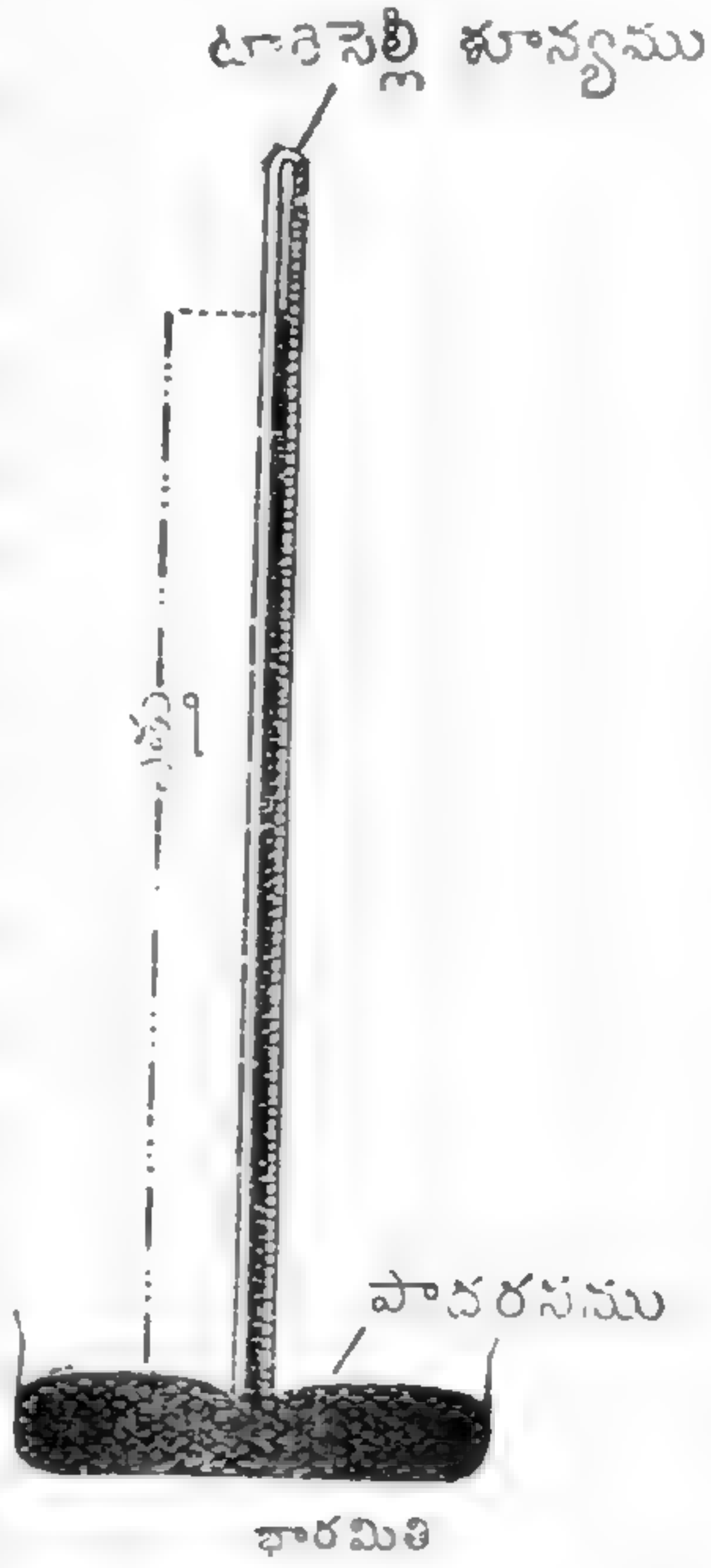
హోమీభాభా బొంబాయిలోఉన్న 'తాతా ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఫండమెంటల్ రిసెర్చ్'లో సిద్ధాంతభౌతికశాస్త్ర ఆచార్యుడుగను, డైరెక్టరుగను పదవులు అధిష్టించి ప్రస్తుతము బొంబాయిలోని ట్రాంబేలో భారతప్రభుత్వము స్థాపించిన 'ఆటమిక్ ఎనర్జీ ఎస్టాబ్లిష్ మెంట్' కు డైరెక్టరుగ ఉన్నారు. 1941 లో లండన్ రాయల్ సంఘమువారు తమ సంఘసభ్యునిగ ఎన్నుకొనిరి. 1951 లో ఇండియన్ సైన్స్ కాంగ్రెస్ కు ఆయన అధ్యక్షుడు అయెను. డా॥ భాభా, భారత రాష్ట్రపతిచే బహుకరించబడిన పద్మవిభూషణ బిరుదాంకితులలో ఒకడు. ఇతనికి సంగీత, చిత్రలేఖనములలోకూడ మంచి ప్రజ్ఞకలదు. ఆ.వెం.సు.రా.

భారమితి : ఫార్మిన్ భారమితి, అద్రవభారమితి అని రెండు రకములు. వాతావరణ ప్రేషమును కొలుచుటకు ఉపయోగించు పరికరమునకు 'భారమితి' అనిపేరు.



## భారమితి

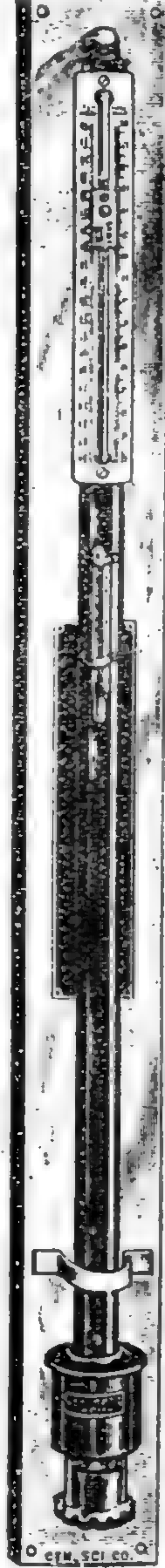
సుమారు ఒక గజము పొడవుగలిగి, ఒకవైపు మూయబడి బలమైన శుభ్రమైనగాజుగొట్టమును ఒకదానిని పరిశుభ్రమైన పాదరసముతో పూర్తిగనింపి (గాలిబుడగలు లేకుండ) తెరచిన కొనను బొటన వ్రేలితో గట్టిగ మూసి ఒకతొట్టెయందు పాదరసమట్టము క్రిందకు వ్రేలితో మూసిన కొనను పోనిచ్చి, వ్రేలును తీసివేసినచో, గొట్టములో పాదరసము కొంతవరకు క్రిందకు దిగును. తొట్టెలోని మట్టము పైని సుమారు 30" (76 సెం. మీ.) ఎత్తువరకు పాదరసము గొట్టములో నిలిచి ఉండును. దానిపై ఉన్న భాగము శూన్యప్రదేశము. ఈ శూన్య ప్రదేశము మొట్టమొదట



ఇట్టి విజ్ఞాని టారిసెల్లి గుర్తించుటచే దీనిని 'టారిసెల్లి శూన్యప్రదేశము' అని అందురు. ఈ పాదరసస్తంభమును నిలిపినది వాతావరణప్రేషమే. కనుక, వాతావరణప్రేషమును పాదరసస్తంభపు ఎత్తులో చెప్పుదురు. ఈ పరికరమునకు సామాన్యభారమితి అనిపేరు.

**ఫార్మ్ భారమితి :** ఇది వాతావరణ ప్రేషమును నికరముగ కొలవగల ఉపకరణము ; ఎప్పటికప్పుడు ప్రేషమాపకము నిర్మించవలసిన అవసరము లేకుండచేయు పరికరము. సామాన్య ప్రేషమాపకములో వలెనే, దీనిలోకూడ తొట్టెలోని పాదరసములో కొద్దిగ మునిగిఉన్న పొడవైన గాజుగొట్టము ఒకటి ఉండును. తొట్టెపై భాగము గాజుతో చేయబడి లోనున్న పాదరస మట్టమును గుర్తించుటకు తోడ్పడును. వాతావరణప్రేషము మారునపుడు గొట్టములోని పాదరసపుమట్టము కూడ మారుచుండును. అక్కడనుండి కొలువవలసిన పాదరసస్తంభపు ఎత్తును కనుగొనుటకు వీలుగ తొట్టె అడుగుభాగము ఒక మరసహాయమున క్రిందనుండి గుర్తింపబడిన స్కేలుయొక్క ప్రారంభ అంశమును తెలుపుచు తొట్టెకప్పునకు అమర్చబడియున్న చిన్నదంతపు సూచిక ఒకటి వలదు. క్రింది మరసహాయమున తొట్టెలోని పాదరసపుమట్టము ఈ మొనకు తగులునట్లు సవరింపవలెను.

ప్రేషమును నికరముగ కొలుచుటకుగాను, ప్రేషమాపకము పై భాగమున వెర్నియర్ ఒకటి అమర్చబడి ఉన్నది. మరను త్రిప్పి ఉత్పెత్తుగఉన్న పాదరసపుభాగమును దృష్టి మార్గపుమట్టమునకు-అనగా వెర్నియర్ క్రిందిఅంచువరకు-



ఫార్మ్ భారమితి

వచ్చువరకు వెర్నియర్ ను జరిపి వెర్నియర్ కొలతలను తీసి వాతావరణ ప్రేషమును కనుగొందురు.

సామాన్యముగ ఇట్టి ప్రేషమాపకములు కళాశాల ప్రయోగశాలలోను, వైజ్ఞానిక పరిశోధనాలయములలోను వాడుదురు.

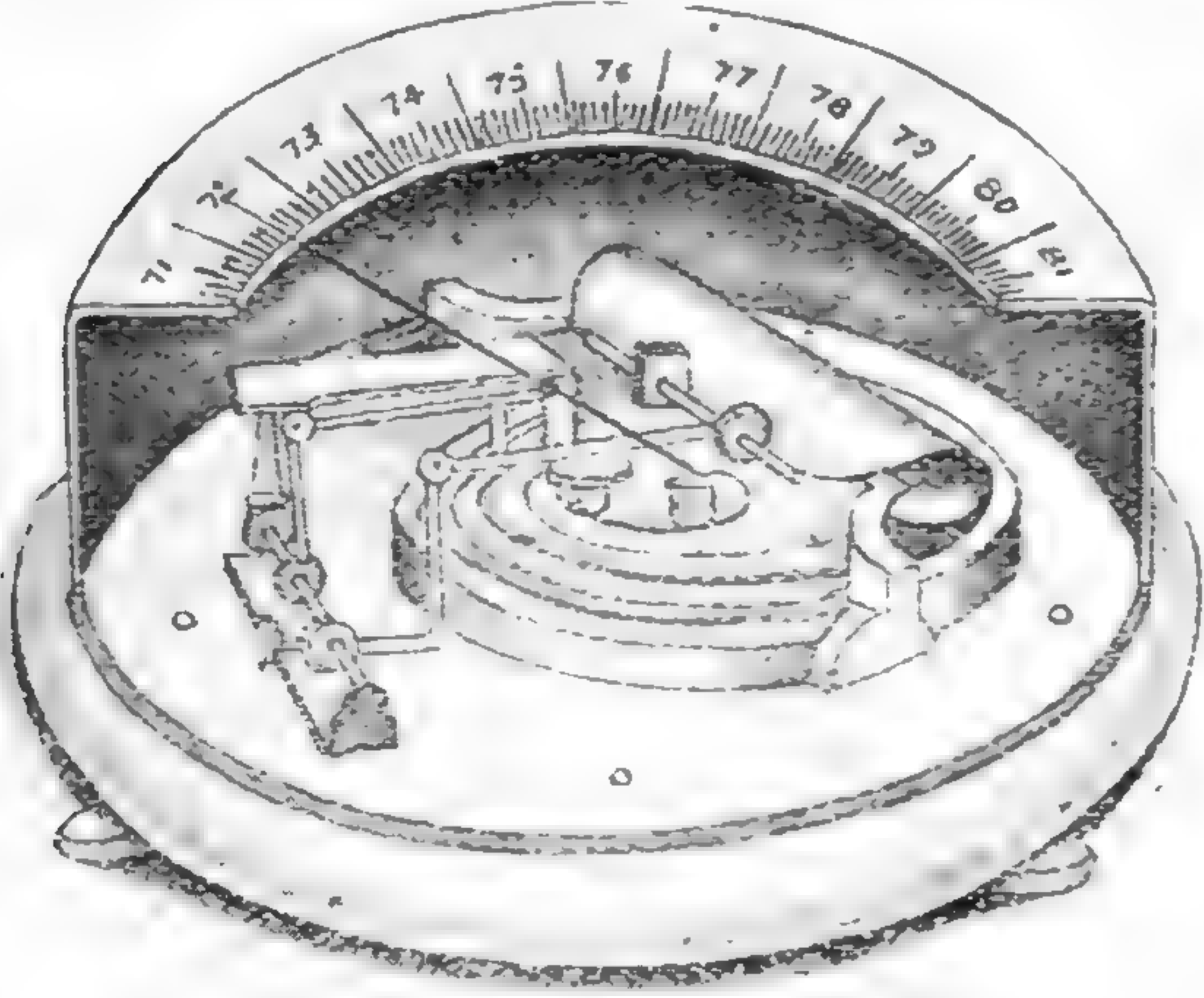
ఈ ప్రేషమాపకము ఇటులటు కదల్చుటకు వీలులేనిది; ఏలన, దాని తొట్టెలోని పాదరసము తొడికి దానిఉపయోగ్యతకు భంగము తెచ్చును. అందుచేతనే, దీనిని శాశ్వతముగ ఒక గోడకు తగిల్చిఉంచి వాడుకచేయవలసినదియే.

**అద్రవభారమితి :** పై ఫార్మ్ భారమితివలెకాక, పాదరసమును వాడుక చేయకుండ, ఇటులటు కదల్చుటకు వీలుగఉన్న ఉపకరణము ఒకటి అద్రవ భారమితి. దీనిలో ద్రవము ఏదియు ఉండదు. పలుచటి ధాతురేకుతో చేయబడిన పేటికలోని గాలి యంత్రసహాయమున తోడివేయబడి, పేటిక పై భాగమున చిన్నకడ్డి ఒక స్ప్రింగ్ చివర అతుకబడిఉండును. ఈ స్ప్రింగ్ యొక్క చివర అనేక మీటలద్వారా చివరకు ఒక చూపుడు ముల్లుయొక్క దండమునకు పటములో చూపినట్లు కలుపబడిఉండును. చివర మీటనుండి ఒక గొలుసు ఈ చూపుడు ముల్లు దండమునకుచుట్టుకొని ఉండుట కాననగును. ఆ పేటికలోని వాయువుకొంత తీసివేయబడుటచే, సహజముగ దాని

యందలి ప్రేషము సాధారణ వాతావరణప్రేషముకన్న తక్కువగ ఉండును. అందుచే, పేటికకప్పు లోపలికి చొచ్చుకుపోవుట కుంకించును. దీనిని నిరోధించు స్ప్రింగ్ సహాయమున సాధారణ వాతావరణములో పేటికకప్పు లోపలికి చొచ్చుకొనిపోవుట తటస్థించదు. ఈ పరిస్థితులలో

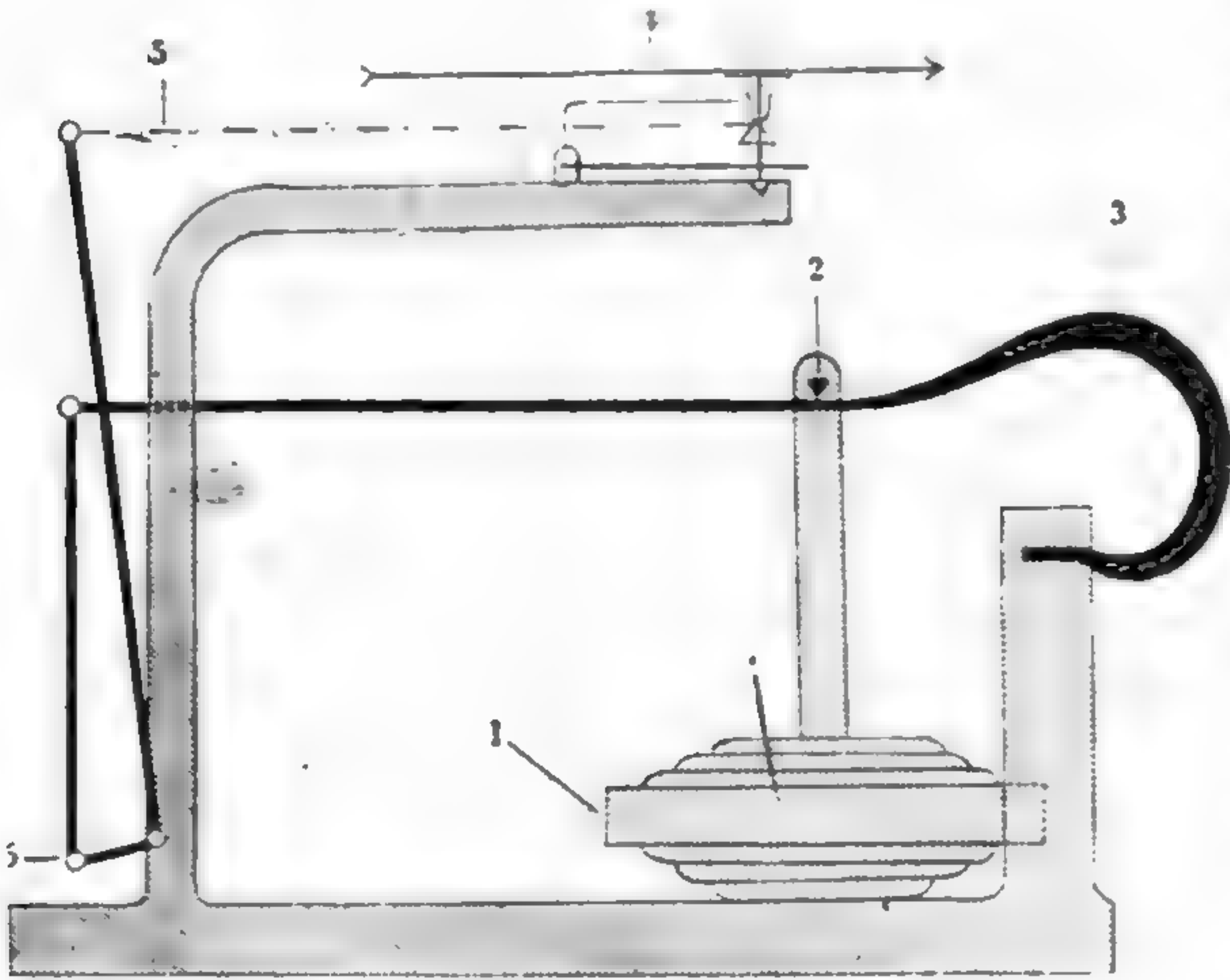


పరిసర వాతావరణప్రేషము సాధారణ వాతావరణ ప్రేషముకన్న ఎక్కువగుచో పేటికకప్పులోపలికిక్రంగును.



అద్రవభారమితి

ఈ క్రుంగుట అనేక మీటల ద్వారా చూపుడు ముల్లును తిరుగునట్లు చేయును. ప్రేషము తగ్గినపుడు ముల్లు రెండవ



అద్రవభారమితియొక్క యాంత్రికరచన

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| 1. వాయురిక్తపేటిక  | 2. కత్తి అంచు |
| 3. ప్రధానస్ప్రింగ్ | 4. సూచి       |
| 5. గొలుసు          | 6. ఇరుసు      |

వైపు తిరిగి తక్కువ ప్రేషమును చూపును. దీనియందు కొలతలు 27" మొదలు 32" వరకు గుర్తించబడి ఉండును. సామాన్యవాతావరణ ప్రేషము అనగా, 30" మార్పు, వర్షము, తుపానువివరములు ఇందు గుర్తించబడియుండును.

కాని, ఇది పాదరసపు భారమితివలె వాతావరణప్రేషమును నిశితముగ చూపదు.

ఏ. సీ. మూ.

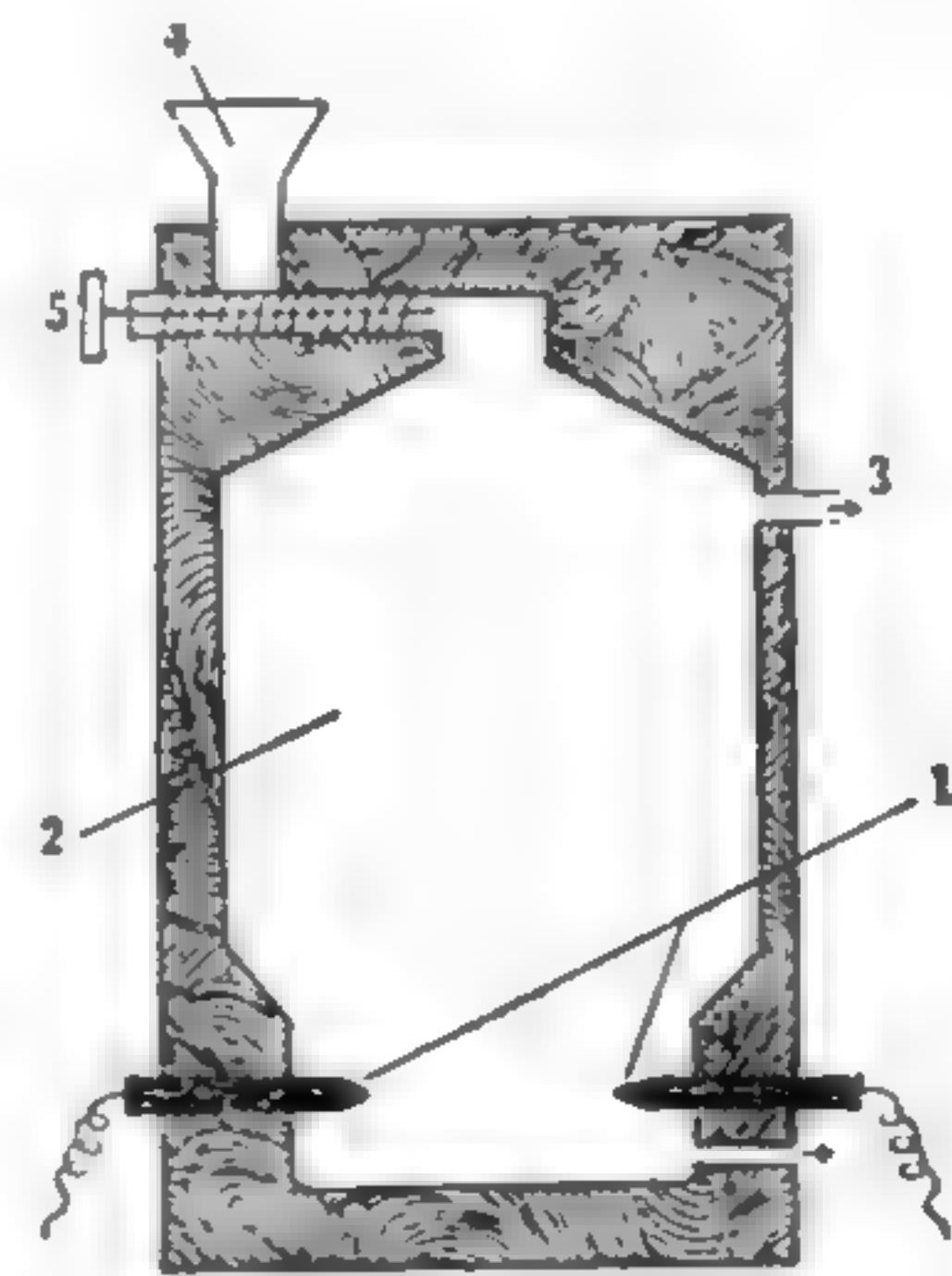
భాసనము : చూ. కాంతి భౌతికశాస్త్రము-పు. 245.

భాస్వరము : దీనిని ఇంగ్లీషులో 'ఫాస్వరస్' అందురు. ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 15; సంకేతము P; పరమాణుభారము 30.975; అధాతువు విశిష్టగురుత్వము ఎర్రది 2.2; పసుపుది 1.8. దీని ఉనికి 1869 లో బ్రాండ్ చే కనుగొనబడెను.

ప్రాప్తి, ధాతుసాధన : భాస్వర యోగికము ఆపటైట్  $[3 \text{Ca}_2 (\text{PO}_4)_2, \text{CaCl}_2 (\text{F}_2)]$  అనుపేర ఖనిజముగ సృష్టిలో అగ్నితప్తశిలలయందు దొరకును. భాస్వరము భూమిపై పలవస్తలో కనిపించినచు దాని ప్రభవస్థానము ఈ శిలలే. ఈ శిలలు వాతాహతికి చూర్ణమై, అందు నీటిలోకరగు భాగమగు ఫాస్ఫేట్ లవణములు, మన్నతో కలిసి అద్రావ్యమగు ఫాస్ఫేట్లుగా ఏర్పడును. ఇవి ఆ మన్నలోపెరుగు వృక్షములకు ఆహారమైవృక్షశరీరమందు ప్రోటీన్లుగా మారును. ఈ వృక్షజాతి ద్రవ్యములను తినిబ్రతుకు జంతువుల శరీరములో అస్థిభాగములుగను, దంతములుగను, ప్రోటీన్లుగను భాస్వరము సంగ్రహించబడును. మూత్రపురీషరూపములు అగు జంతు విసర్జనముల చేతను, జంతుశరీరములు క్రుశ్చి మన్నలో కలియుటచేతను, భాస్వరయోగికములు మరల భూమిని చేరి ఫాస్ఫరైట్ ఖనిజము అగును. 'గ్వానో' అను పేరుగల పడుల పురీషోత్సర్గము. నెల్లూరు, కడప జిల్లాలలోని నల్లమలప్రాంతమున ఉన్న గుహలలో దొరకును. అచ్చట కరుబూజా పండ్లకు ఈ గ్వానో ప్రశస్తమైన ఎరువు. ఇట్లు ఖనిజములనుండి మన్నలోనికి, అందుండి వృక్ష శరీరములలోనికి, వాటి నుండి జంతువులకు, జంతులనుండి మరల ఖనిజధారి యగు భూమికి భాస్వరము అనేక వ్యవస్థలలో మారుచుండును.

భాస్వరము తయారు చేయుటకు ఉపయోగించు ముడిపస్తువు కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్  $[\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2]$ . కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ చూర్ణమును బొగ్గుగుండతోను,

విద్యుత్కొలిమి



1. విద్యుచ్ఛాపాగ్రములు,
2. ఫాస్ఫేట్ + సిలికా + బొగ్గు మిశ్రము,
3. భాస్వరపు ఆవిరి పైకిపోవు గొట్టము.
4. కొలిమిలోనికి మిశ్రముతో నింపుటకు గల్గ
5. కొలిమిలోనికి మిశ్రమును పరుము స్కూర్.

ఇసుకతోను కలిపి విద్యుత్కొలిమిలో చాల పొచ్చు



## భాస్వరము

తాపక్రమమునకు వేడిచేసినచో భాస్వర మూలద్రవ్యము ఆవిరి రూపమున విడివడును. ఆ ఆవిరిని నీటిక్రింద సంగ్రహించినపుడు భాస్వరము గడ్డకట్టి మెత్తటి అధాతువుగా లభ్యమగును :



తరువాత ఈ వచ్చిన ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ బొగ్గుచే విద్యుత్ తాపనియందుండు అధికతాపక్రమముతో ఆక్సిహరించబడి భాస్వర మూలద్రవ్యము విడివడును :



గుణములు : పైని చెప్పిన విధానమున లభ్యమగు భాస్వరము తెల్లగాను, మైనమువలె మెత్తగాను, స్ఫటికాకృతిలో ఉండును. భాస్వరము పసుపు రంగుగా ఉండును అనుకొనుట భ్రాంతి మూలకము, వెలుతురుకు ఎదురుగా బెట్టినపుడు తెల్లభాస్వరము మెల్లగా ఎర్రటి రూపము లోనికి మారును. అందుచే తెల్లభాస్వరపు కణికలపై ఏర్పడు పలుచటి ఎర్రభాస్వరపు పొరవలన, అవి చిన్న పసుపురంగును స్వీకరించినట్లు కనిపించును. అంతేకాని భాస్వరమునకు సహజముగా పసుపురంగు లేదు; నీటిలో కరగదు; ఈతర్లోను, నూనెలోను కొంచెము కరగును. కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ దీనికి మంచి ద్రావకము. గాలిలో ఉంచిన మండి పోవును. ఈ మండుట, గాలిలో ఉన్న ఆక్సిజన్ తో భాస్వరము సంయోగించుటవలన జనించిన వేడి వలన తాపక్రమము క్రమముగా భాస్వరజ్వలన తాపక్రమమును చేరుటచే సంభవించుచున్నది. సూక్ష్మముగా విభక్తమైనకొలది భాస్వరపు జ్వలనశీలత ఎక్కువగుచుండును. కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ లో భాస్వరమును కరగించి ఆ ద్రావణముతో వత్తుకాగితపు ముక్కను ఒకదానిని తడిపి గాలిలో ఆడించిన కొన్ని సెకనుల కాలములో కాగితము భగ్గున మండును.

ఈ స్వయంజ్వలన ధర్మమే కొన్నాళ్లు అగ్గిపుల్లల విరచనలో భాస్వరమును ఉపయోగించుటకు కారణమైనది. భాస్వరముతో కర్మాగారమందు పనిచేయు శ్రామికుల ఆరోగ్యము చెడుచుండుటచే మూలద్రవ్య రూపమున భాస్వరము ఇప్పుడు అగ్గిపుల్లల విరచనయందు వాడుకలో లేదు; దాని స్థానమును ప్రమాదకరము కాని ఫాస్ఫరస్ సల్ఫైడ్ తీసికొనినది.

ఆవిరిరూపమున నిర్ణీతమగు భాస్వరపుతారతమ్య సాంద్రతనుండి భాస్వరఅణువు చతుఃపరమాణుకము ( $\text{P}_4$ ) అని తెలిసినది. గాలిసోకకుండా  $1000^\circ\text{C}$  కు వేడి

చేసినపుడు భాస్వరఅణువు ద్విపరమాణుకముగా బద్ధలగును.



కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ వంటి ద్రావకములందు కూడ భాస్వరాణువు చతుఃపరమాణుకముగనే ఉండును.

తెల్లభాస్వరము కఠోరమగు విషము. ఆహారముతో కలిసి భాస్వరము కడుపులోనికి జొచ్చినచో జంతువు మరణించును. మృతి భాస్వరముచే కలిగినదని తెలుసుకొనుటకు, మృతజంతువుప్రేగులఉండు ద్రవ్యమును హైడ్రోజన్ ఇచ్చుపరికరములో ఉంచిన, పైకివెడలు హైడ్రోజన్ చిన్న ఆకుపచ్చకొనగల నీలిరంగుజ్వాలతో మండును. భాస్వరమునకు మూలద్రవ్యావస్థలు అనేకములు ఉన్నవి. ప్రాయశముగా ప్రతివస్తువునకు సంబంధించు అవస్థాత్రయమే (వాయు, ద్రవ, ఘనావస్థలు) కాక, ఘనావస్థలో అవాంతరావస్థలు చాలఉన్నవి. వీటికి 'రూపాంతరములు' అనిపేరు (చూ. బహురూపత : రూపాంతరత - పు. 503).

పైని పేర్కొనిన తెల్లటి ద్రవ్యమేకాక, 'హిట్టార్ఫ్ రూపాంతరము' అను పేరుగల ధాతురూపాంతరము ఒకటి కలదు. తెల్లభాస్వరమును నిర్వాతప్రదేశములో ద్రవీభవించినసీసములో కరగించి చల్లార్చినచో ధాతు భాస్వరము మోనోక్లినిక్ వ్యవస్థకు చెందిన ఎర్రపసుపు స్ఫటికములుగా వెలువడును. తెల్లభాస్వరమును గాలి సోకకుండా  $250^\circ\text{C}$  కు వేడిచేసిన అప్పుడు ఎర్రభాస్వరము ఏర్పడును. స్వల్పాంశము అయిడిన్ ఈపరివర్తనమునకు ప్రేరకముగా ఆచరించి మార్పును వేగించును. చల్లారగా వచ్చిన ఊదారంగుతోకూడుకున్న ఎరుపురంగు ద్రవ్యమును కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ ద్రావకముతో శోధించినచో పరివర్తనము చెందకుండా శేషించిన తెల్లభాస్వరము తొలగి పోవును. ఈవచ్చినచూర్ణమునందు ప్రత్యక్షముగా స్ఫటికాకారము తోచకున్నను సూక్ష్మమగు స్ఫటికకణములు ఉండును. అందుచే ఇది నిజముగా అస్ఫటికద్రవ్యముకాదు. ఇది ఏకజాతి ద్రవ్యముకూడ కాదు. దాని ఆకారము, దాని గుణములు, దాని విరచనావిధానమునుపట్టి ఉండును. ఇది ఏద్రవద్రవ్యమునందైన కరగునదికామిచే ద్రావణావస్థలో దీని అణుపరిమాణమును నిర్ధరించుటకు వీలులేదు. ఇది హెచ్చుతాపక్రమమువద్ద, తెల్లభాస్వరముతో ప్రవేశించు సమతోలనస్థితిని పరిశీలించుటవలన ఇదికూడ తెల్ల భాస్వరమువలె చతుఃపరమాణుకమే అని తేలినది.

దీనిని నిర్వాత ప్రదేశములో బాష్పీకరించినపుడు బాష్పమునుండి తొలుత తెల్లభాస్వరము జనించును. ఇది మెల్లగా కాంతిప్రభావమున ఎర్రభాస్వరముగా మారుచునే



ఉండును. తెల్ల భాస్వరము ఎర్ర భాస్వరముగా మారుటలో ఉష్ణతాశక్తి వెలువడును కనుక, తెల్ల భాస్వరపు ఆంతరశక్తి ఎర్ర భాస్వరపు ఆంతరశక్తి కన్న అధికమనియే చెప్పవలెను.

ఎర్ర భాస్వరము స్వయంజ్వలనశీలముకలదిగాని, విషముగాని కాదు.  $280^{\circ}\text{C}$ - $440^{\circ}\text{C}$  మధ్య గాలిలో మండును. తెల్ల భాస్వరమువలె గాలిలో వెలుతురును ఈయదు. కాస్టిక్ సోడా చర్య దీనిపైన ఏమియు లేదు. తెల్ల భాస్వరము కరగు ద్రావకములలో ఇది కరగదు. గాలి సంపర్కము లేకుండ ఒక వాతావరణ ప్రేషములో వేడిచేసినపుడు ద్రవీభ వింశకుండ ఆవిరిగా మారును. ప్రేషమును ఎక్కువ చేసినచో ద్రవీభవించి బాష్పముక్రింద మారును.

అతినీలలోహిత కాంతిని తెల్ల భాస్వరముపై పడునట్లు చేసినచో ఉజ్వలరక్త వర్ణముగల భాస్వరముగా మారును. పరివర్తనము చెందకుండ మిగిలిన తెల్ల భాస్వరమును కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ద్రావకముచే ఒత్తి గిలించిన, మిగిలిన ద్రవ్యము మిక్కిలి ప్రకాశమానమైన ఎరుపు రంగును చూపును. ఈ రూపము  $130^{\circ}\text{C}$  వద్ద జ్వలించును. ఈ రూపాంతరమే తెల్ల భాస్వరమును ఫాస్ఫరస్ ట్రిబ్రోమైడ్ లో మరగించిన లభ్యమగును. ఫాస్ఫరస్ ట్రిబ్రోమైడ్ ద్రావకము ఈ పరివర్తనలో ప్రేరకముగా ఆచరించును.

భాసురరక్త భాస్వరము, సాధారణరక్త భాస్వరము వలె నిర్విషము; కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ద్రావకములో అద్రావ్యము. కాని ఇది కాస్టిక్ సోడాలో కరగును. మామూలు ఎర్ర భాస్వరమునకు ఈ గుణము లేదు.

భాసురరక్త భాస్వరము, సామాన్యరక్త భాస్వరము ఈ రెండిటి మధ్య గుణభేదము వాటిసూక్ష్మ విభక్త అవస్థను పట్టి ఉండుననుటకు అవకాశముగలదు. మొదటిది రెండవదాని కన్న చురుకైనది. అందువలన అది రెండవదానికన్న సూక్ష్మతరవిభక్తిస్థితిలో ఉన్నది. ఏలనద్రవ్యముల ప్రవృత్తి వాటిసూక్ష్మ విభాగమువలన పాచ్చులగునని కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యానుశీలనయందు రూఢమైన భావము.

భాస్వరరూపాంతరముల పరిస్పర పరివర్తనపరిస్థితులు ఇంకను పూర్ణముగా విశదముకాలేదు. కాని తెల్ల భాస్వరము అపరివర్తనీయముగా ఎర్ర భాస్వరములోనికి మార గలదను విషయము మాత్రము సుస్పష్టము. ఇట్టి మార్పునకు ఏకావర్తనము (మోనోట్రోపిజమ్) అనిపేరు (చూ. బహురూపత: రూపాంతరత). ఎర్ర భాస్వరము ముఖ్యముగా అగ్నిపుల్లల పరిశ్రమలో వినియోగమగుచున్నది. ప్రమాదములేని అగ్నిపుల్లల బుర్రలలో ఉండు మిశ్రములో భాస్వరము ఏమియు ఉండదు. పొటాసియమ్ క్లోరేట్, ఆంటి మోనిసల్ఫైడ్ మిశ్రము బుర్రలోను-అగ్నిపెట్టె ప్రక్కలకు

గాజుపొడి, ఎర్ర భాస్వరము, ఆంటిమోని సల్ఫైడ్ ల మిశ్రము పూయబడిఉండును. ఎక్కడ గీసినను వెలుగు అగ్ని పుల్లల బుర్రలో ముందు తెల్ల భాస్వరము ఉండెడిది. నేడు తెల్ల భాస్వరమునకు బదులు ఎర్ర భాస్వరము, పొటాసియమ్ క్లోరేట్ కాల్సియమ్ ఫ్లోరైట్ మిశ్రమును వాడుక చేయుచున్నారు.

ఇప్పుడు ఇండియాలో పాచ్చుగా వాడుకలో ఉన్నవి ప్రమాదరహితమైన అగ్నిపుల్లలపెట్టెలే. అగ్నిపెట్టె ప్రక్కను ఈ పుల్లతోగీసినపుడు, ఆ సంఘర్షణకు ప్రక్కన ఉన్న మిశ్రములోని ఎర్ర భాస్వరము అణుమాత్రము తెల్లదిగా మారును. ఇది ఆసంఘర్షణపు వేడికి జ్వలించును. ఈ మంటను అగ్నిపుల్ల అందుకొనును.

భాస్వరయోగికములు - ప్రధానజాతులు : 1. హైడ్రోజన్ యోగికములు; 2. హేలోజన్ యోగికములు; 3. ఆక్సిజన్ యోగికములు.

హైడ్రోజన్ యోగికములలో ముఖ్యమైనవి రెండు : (i) ఫాస్ఫిన్ ( $\text{PH}_3$ ); (ii) ద్రవ హైడ్రోజన్ ఫాస్ఫైడ్ ( $\text{P}_2\text{H}_4$ ).

ఫాస్ఫిన్: ఇందు ఫాస్ఫిన్ హైడ్రోజన్ యోగికముగా అమోనియాతో స్వభావసాదృశ్యమునుకన్న సాంకేతిక సాదృశ్యమును ఎక్కువ చూపును. ఏలన రెండును  $\text{XH}_3$  అను సాంకేతికముచే నిర్దేశింపబడతగినవే; అదిగాక రెండును వాయుద్రవములే. సాదృశ్యమంతటితో ఆగి, ఇక వ్యత్యాసము గోచరించును. అమోనియా నీటిలో కరగి ఊరగుణమును ప్రదర్శించును. ఫాస్ఫిన్ కొంచెముగా నీటిలో కరగినను దీనికి ఊరధర్మము బొత్తిగాలేదు. అమోనియా, హైడ్రోజన్, హేలైడ్ లతో సులభముగా సంయోగించి అమోనియమ్ లవణములను ఈయగలదు. ఫాస్ఫిన్ హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ తో రాసాయనికముగా సంయోగించవలెననినచో ఈమిశ్రముపై ప్రేషమును వృద్ధి చేసినగాని సంయోగము సంభవించదు. ప్రేషనిర్బంధమును తొలగించిన యోగికము మూలఅణువుల క్రిందవిడిపోవును.

ప్రత్యేకపరిస్థితులలో అమోనియమ్ అయిడైడ్ వంటి ఫాస్ఫోనియమ్ అయిడైడ్ లభ్యమగును. కాని మొదటి యోగికమంతస్థైర్యముకలది రెండవది కాదు.

వేడిచేసినచో అమోనియాకన్న మిక్కిలి సులభముగా ఫాస్ఫిన్ మూలద్రవ్యములలోనికి విచ్ఛేదనమును పొందును.

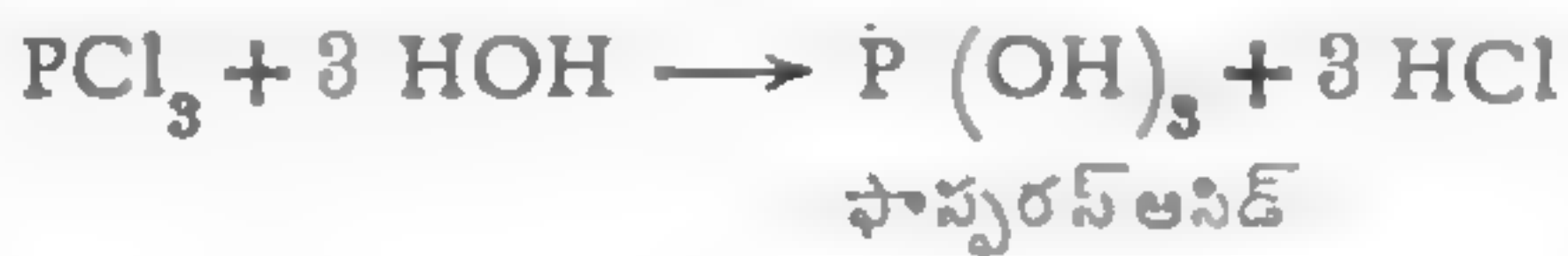
నీటిలో ఫాస్ఫిన్ బుడగలను గాలిలోనికి స్వేచ్ఛగా వదలిన నీటివెలుపలకువచ్చిన ప్రతిబుడగయు మండి దాని ఫలితమగు ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ పొగ క్రమముగా పెద్దవియగు వాయువలయములరూపమున భ్రమించుచు పైకి ప్రసరించును.



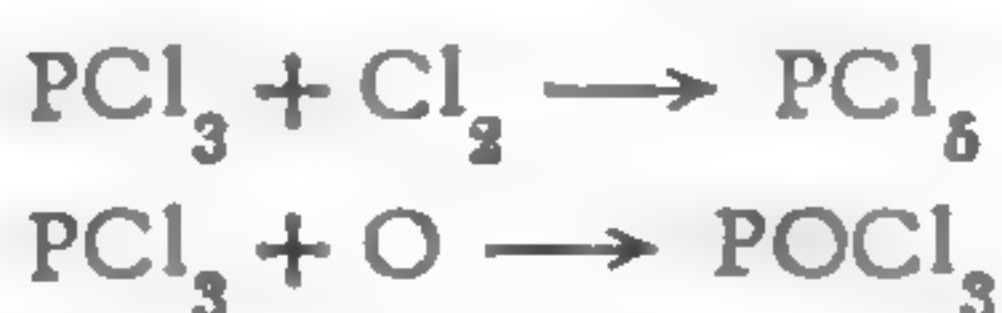
హేలోజన్ యోగికములు

| యోగికము                       | సాంద్రత           | ద్రవీకము<br>C | కృతద్రవీకము<br>C       |
|-------------------------------|-------------------|---------------|------------------------|
| PF <sub>3</sub>               | 8.022<br>(వాయువు) | -180°         | -95°                   |
| POF <sub>3</sub>              | 8.68<br>(వాయువు)  | -88°          | -40°                   |
| PF <sub>5</sub>               | 4.49<br>(వాయువు)  | -83°          | -75°                   |
| PCl <sub>3</sub>              | 1.575<br>(ఘనము)   | -112°         | +78°                   |
| POCl <sub>3</sub>             | 1.89<br>(ద్రవము)  | 1-2°          | 107°                   |
| PCl <sub>5</sub>              | (ఘనము)            | 148°          | —                      |
| PBr <sub>3</sub>              | 2.85              | 41.5°         | 172°                   |
| POBr <sub>3</sub>             | 2.85              | 55°           | 195°                   |
| PBr <sub>5</sub>              | (ఘనము)            | (ద్రవము)      | 59°<br>(విశ్లేషించును) |
| P <sub>2</sub> I <sub>4</sub> | (ఘనము)            | 110°          | —                      |
| PI <sub>3</sub>               | (ఘనము)            | 81°           | —<br>(ఉత్పత్తించును)   |

ఫాస్ఫరస్ ట్రైక్లోరైడ్ (PCl<sub>3</sub>) : ఫాస్ఫరస్ను రిటార్ట్ లో ఉంచి దానిపై క్లోరిన్ ను ప్రవహింపజేసినచో ఇది ద్రవముగా లభ్యమగును. క్లోరిన్ సంవర్కమున ఈ ద్రవము కొంత ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ (PCl<sub>5</sub>) గా కూడ మారుటకు అవకాశము ఉన్నది. కనుక, ఈ ప్రక్రియలో లభ్యమగు ద్రవమును ఫాస్ఫరస్ తో అభిషవించిన పెంటాక్లోరైడ్ లేకములు ట్రైక్లోరైడ్ గా మారి శుద్ధమగు ట్రైక్లోరైడ్ జనించును. ఇది నిర్వర్ణమగుద్రవము. జల సంవర్కమున సులభముగా జలవిశ్లేషణమునకు వశమగును:



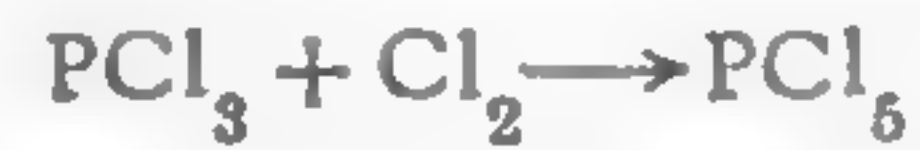
ఇందుచేతనే ఈ ద్రవము తేమగాలిలో పొగలెగయును. ఇందు భాస్వరము త్రియోజనీయమగుటచే ఇది చాల అసంతృప్తయోగికము. ఇది రెండు క్లోరిన్ పరమాణువులనుగాని, ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువునుగాని స్వీకరించి పంచయోజనీయ యోగికముగా మారుటకు ఉంకించును :



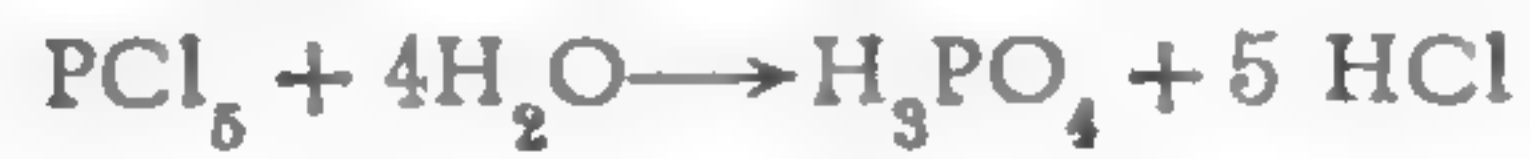
ఫాస్ఫరస్ ట్రైక్లోరైడ్ క్లోరిన్ తో ప్రత్యక్షముగా సంయోగించును. కాని ఆక్సిజన్ తో సంయోగించవలెననిన

ఆ ఆక్సిజన్ ఓజోన్ రూపమునగాని, పొటాసియమ్ క్లోరేట్ రూపమునగాని ఉండవలయును.

ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ (PCl<sub>5</sub>) : ఫాస్ఫరస్ ట్రైక్లోరైడ్, క్లోరిన్ ప్రత్యక్ష సంయోగమువల్ల ఏర్పడును :



కొంచెము పసుపురంగుగల స్ఫటికచూర్ణము. తేమ గాలిలో జలవిశ్లేషణ కార్యఫలితముగా పొగను ఇచ్చును :



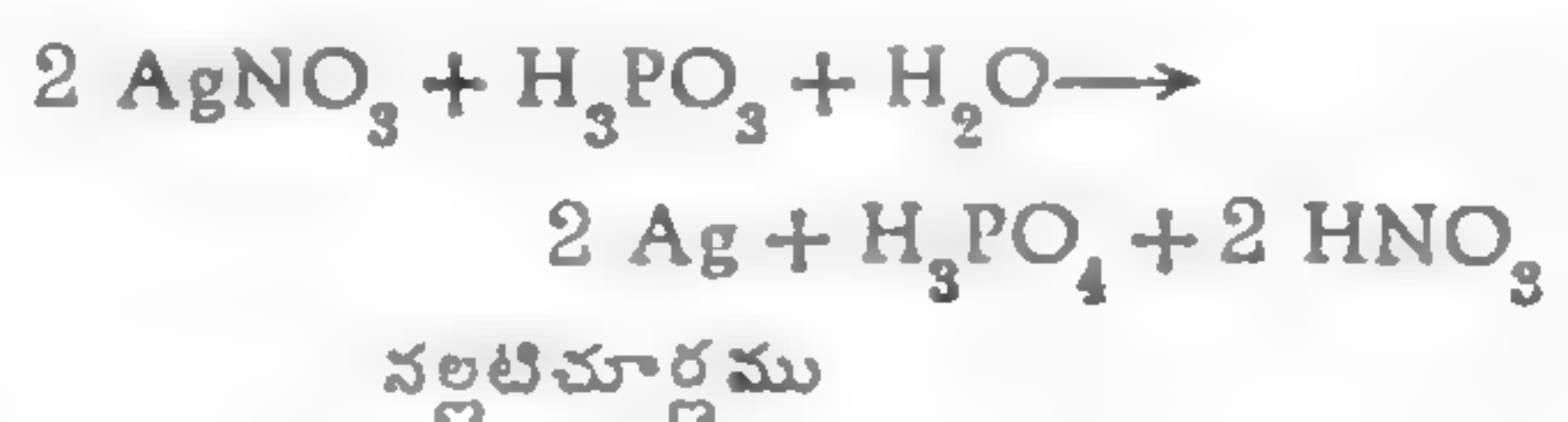
పారిశ్రామిక ఉపయోగములు వీటికిలేవు. తక్కిన హేలోజన్ ఫాస్ఫరస్ యోగికములు అంత ముఖ్యములు కావు.

ఫాస్ఫరస్ ధాతుమిశ్రము : ఫాస్ఫార్ బ్రాస్ 10.14% తగరము 0.1%-0.3% భాస్వరముగల రాగిధాతుమిశ్రము. సీసము, నికెల్ కూడ మిశ్రితమై ఉండుట కలదు. ఇది పోత ధాతువుగా వాడుకలో ఉన్నది. సముద్రపు నీటికి మార్పు చెందని ధాతుమిశ్రమగుటవలన సంఘాతము, అరుగుదలను ప్రతిఘట్టించవలసినపుడు ఇరుసులకు, బేరింగ్ లకు, బాయిలర్ అవయవములకు, సముద్రపునీటి సంపర్కములో ఉండు నౌకలభాగములకు మిక్కిలి వాడుకలో ఉన్నది.

ఆక్సిజన్ యోగికములు : ఫాస్ఫరస్ ట్రైఆక్సైడ్ (P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), పెంటాక్సైడ్ (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) అనునవి రెండును జలముతో సంయోగించి ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్, ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ను క్రమముగాను ఇచ్చును. అందువలన పై రెండు భాస్వర ఆక్సిజన్ యోగికములు నిరుదములు అని పిలువబడుచున్నవి.

ఫాస్ఫరస్ ట్రైఆక్సైడ్ [(P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] : భాస్వరము పొడిగాలిలో మండునపుడు ప్రధానముగా ఏర్పడు ఆక్సిజన్ యోగికము. తాపక్రమము హెచ్చుగా ఉన్నచో కొంత పెంటాక్సైడ్ కూడ జనించును. ఇది తెల్లటి మెత్తటి మోనోక్లినిక్ స్ఫటికము. చన్నీటితో కలసి ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్ ఏర్పడును.

ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్ నందు భాస్వరము త్రియోజనీయ మూలద్రవ్యము. భాస్వరమునకు పంచయోజనీయతకూడ ఉండుటచే ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్ ఆక్సిహరణకారిగా ఆచరించును. సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమునకు చేర్చినపుడు వెండి ధాతువు నల్లగాఉండు సూక్ష్మరూపమున వెలువడి ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్, ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ నకు ఆక్సీకరించబడును :

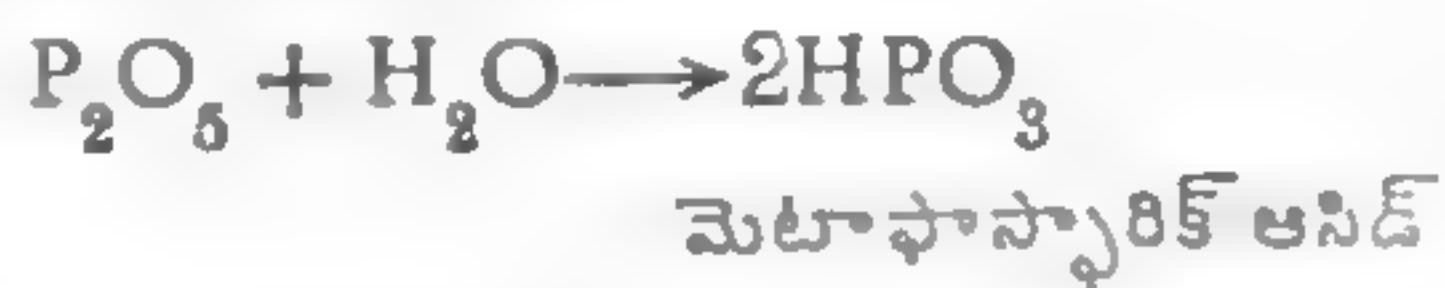




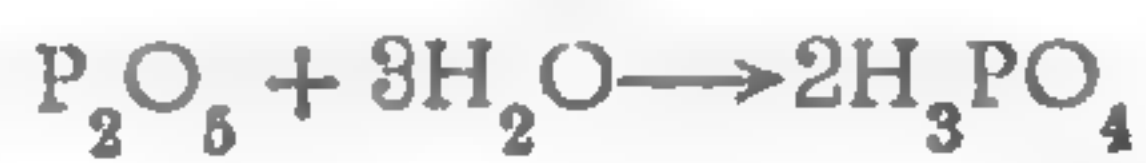
ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్ లవణములకు ఫాస్ఫేట్ లనిపేరు. వీటి ప్రాముఖ్యము చెప్పవలసినంతలేదు. కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ మాత్రము ఎరువుగా వాడుకలోనున్నది.

ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ ( $P_2O_5$ ): హెచ్చుతాపక్రమము వద్ద గాలిలో భాస్వరము జ్వలించుట వలన ఏర్పడును. మెత్తటి స్ఫటికచూర్ణము; వేడిచేసిన ద్రవీభవించకుండ  $250^\circ C$  వద్ద ఉత్పతితముగా పైకి ఎగురును.

రాసాయనికునికి పనికివచ్చు ముఖ్యలక్షణము ఒకటి ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ కు కలదు. అది జలశోషణ సామర్థ్యత. వాయువిరచన మొదలగు అనేక రాసాయనిక కార్యములకు దీని జలశోషణ ప్రభావము ఉపయోగములో ఉన్నది. చన్నీటిలో కలిసి మెటా ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ను ఇచ్చును :



వేడినీటి సంపర్కమున ఆర్తోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడును:



పంచయోజనీయ భాస్వరమును కలిగి ఉన్నను ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ సాధారణ పరిస్థితులలో ఆక్సికరణద్రవ్యముగా పనిచేయదు. దీనికి కారణము యోగికమందు భాస్వర ఆక్సిజన్ లు అతిదృఢముగా సంబద్ధములై ఉండుటయే.

ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ లు: ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ అనేక నిష్పత్తులలో జలముతో కలియుటచే ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ లు బహుళముగా ఉన్నవి; అందు ముఖ్యమైనవి :

1. మెటాఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్  $P_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HPO_3$
2. ఆర్తోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్  $P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$
3. పైరోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్  $P_2O_5 + 2H_2O \rightarrow H_4P_2O_7$

మెటాఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్: చన్నీటిలో ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ లీనమైనపుడు ఏర్పడును. దీనిలవణాధారత ఒకటి; అనగా ఈ యోగికమందు, ఏకయోజనీయదాతువులతో స్థానవినిమయమును చెందగల హైడ్రోజన్ పరమాణువు అణువునకు ఒకటిచొప్పున ఉన్నది. దీనిలవణములలో సోడియమ్ హెక్సామెటాఫాస్ఫేట్ నీటికానిత్యమును తొలగించి శుభ్రపరచుటకు వాడుకలోనున్నది.

ఆర్తోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ( $H_3PO_4$ ): ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ ను నీటిలో కరగించి ఆ నీటిని మరగించిన ఈ ఆమ్లము ఏర్పడును:



పారిశ్రామిక ప్రయోజనములకు ఈ ఆమ్లమును ప్రకృతిలో ఖనిజముగా గాని, ఎముకలపొడిగాగాని దొరకు

కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ పై గాఢసత్ పూర్తి ఆసిడ్ చర్యచే సాధింతురు. శుద్ధమైన ఆమ్లము కావలెననిన మూలద్రవ్యమగు భాస్వరమును నైట్రిక్ ఆసిడ్ తో మరగబెట్టగా వచ్చిన ద్రావణమును  $150^\circ C$  వద్ద వేడిచేసినచో చిక్కగా పాకము వలె నుండి, చల్లారిన పిదప స్ఫటికావస్థలోనుండు ఆమ్లము మిగిలియుండును.

ఆర్తోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ త్రిపదామ్లము ( $H_3PO_4$ ). ఇందు అణువునకు ఏకయోజనీయదాతు పరమాణువులచే స్థానభ్రంశమునుచెందు మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు కలవు. అందుచే ఇది మూడు విధములగు లవణములను ఈయగలదు.

మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను వినిమయములో పాల్గొనినపుడు వచ్చు లవణములకు త్రిధాతు, లేదా నార్మల్, లేదా టెర్షియరీ ఫాస్ఫేట్ అనిపేరు.

ఉదా:  $Na_3PO_4$  సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్

రెండే హైడ్రోజన్ పరమాణువులు బహిర్గతమైనపుడు వచ్చు లవణమునకు ద్విధాతు, లేదా సెకండరీ ధాతు ఫాస్ఫేట్ అనిపేరు.

ఉదా:  $Na_2HPO_4$

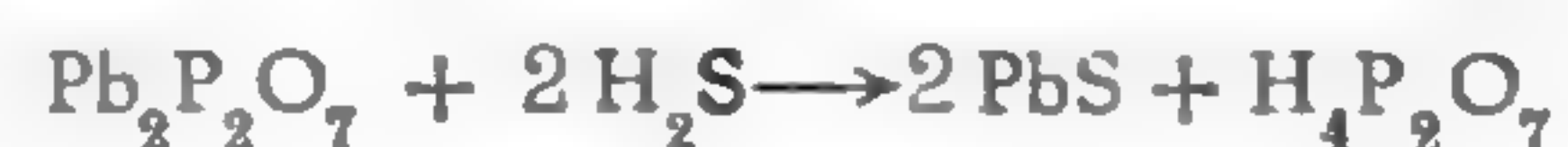
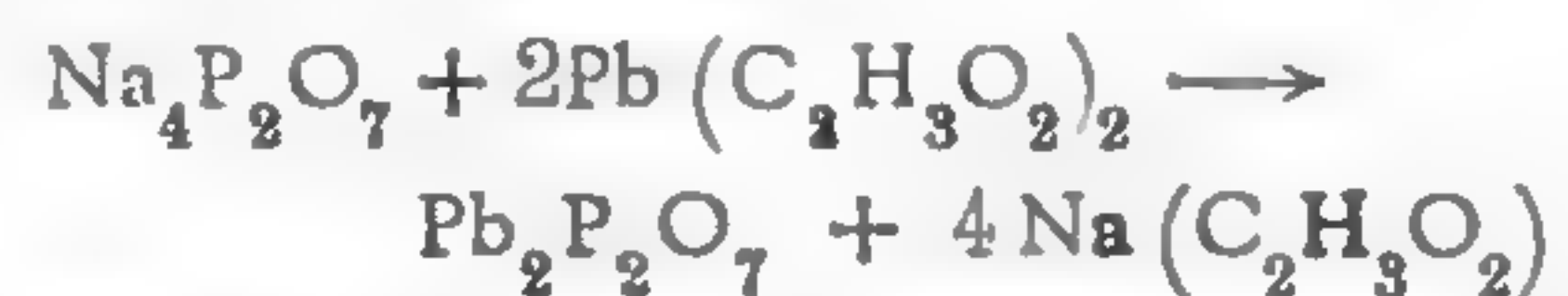
ఒకే హైడ్రోజన్ పరమాణువు వైకిపోయినప్పుడు వచ్చు లవణమునకు ఏకధాతు, లేదా ప్రైమరీ ఫాస్ఫేట్ అనిపేరు.

ఉదా:  $NaH_2PO_4$

టెర్షియరీ, సెకండరీ సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ లు ద్రావణములో జలవిశ్లేషితములై ఊరధర్మములను చూపును :



పైరోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ( $H_4P_2O_7$ ): ఆర్తోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ను  $210^\circ C$  వద్ద ఉంచిన పైరోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ గామారును.  $2H_3PO_4 \rightarrow H_4P_2O_7 + H_2O$  లేదా సెకండరీ ఆర్తోఫాస్ఫేట్ ను వేడిచేసినను పొందవచ్చును.  $2Na_2HPO_4 \rightarrow Na_4P_2O_7 + H_2O$  ఈ వచ్చిన సోడియమ్ లవణముపై లెడ్ ఆసిటేట్ చర్యవలన లెడ్ లవణమును అవక్షేపముగా నట్లుచేసి, శుభ్రపరచిన ఈ లవణమును నీటిలోనుంచి హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువును పంపించినచో పైరోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ లభించును :



పైరోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ చతుష్పదామ్లము. కాని ఇందలి హైడ్రోజన్ పరమాణువులు జంటగానే వినిమయకార్యమున పాల్గొనును. అనగా  $Na_2H_2P_2O_7$ ,  $Na_4P_2O_7$  అను



## భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము

రెండు రకముల లవణములు ఉత్పన్నములు అగును.  $\text{NaH}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_3\text{HP}_2\text{O}_7$  లవణములు అసంభవములు. ఈ మార్పునకు కారణము తెలియదు.

పైని పేర్కొనిన ఆమ్లములుకాక భాస్వరమునుండి ఇంకొక ఆమ్లమును జనింపజేయవచ్చును. దానిపేరు హైపోఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్. దీనిని ప్రత్యక్షముగా భాస్వరము నుండి ఏ విధానమునను పడయలేము. ముందు దానిజార ధాతు లవణమగు సోడియమ్ లేదా పొటాసియమ్ లవణము తెల్లభాస్వరమును కాస్టిక్ పొటాష్ లేదా సోడా ద్రావణముతో మరగించుటవలన లభ్యమగును (చూ. ఫాస్ఫీస్ - పు. 523). ఈ లవణమునుండి సీసలవణప్రక్రియను ఉపయోగించి శుద్ధామ్లమును సాధించవచ్చును. దీని సాంకేతికము  $\text{H}_3\text{PO}_2$ . దీనిలో మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు కనబడుచున్నను, ధాతుపరమాణువులతో వినిమయ కార్యమందు పాల్గొనగల హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక్కటే ఉన్నది. అనగా ఇది ఏకపదామ్లము; ఇది దీని విచిత్రలక్షణము.

లవణములు: దీని లవణములు హైపోఫాస్ఫైట్ లు అను పేరు గలవి.  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$  ఇందు ప్రధానమైనది.

సోడియమ్ హైపోఫాస్ఫైట్: నరములకు, శ్వాసకోశములకు బలమును ఇచ్చు ఔషధము. ఈ ఉపయోగమునకే మాంగనీస్, ఇనుము, హైపోఫాస్ఫైట్ లను వాడుచున్నారు. మే. వ. న.

భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము: సృష్టిలోచూడనగు ద్రవ్యముయొక్క మార్పులన్నియు భౌతికములు, రాసాయనికములు అని రెండుతెగలుగ విభజింప వచ్చునని సమీక్షలో చెప్పబడినది. భౌతికమార్పులలో వస్తువుయొక్క నైజగుణములు మారవు. రాసాయనికపు మార్పులు జరుగునప్పుడు ద్రవ్యముల నైజస్వభావములు పూర్తిగా మారి నూతనపదార్థములు ఏర్పడుననికూడ సమీక్షలో విశదమైనది.

కాని సృష్టిలో జరుగునట్టియు, ప్రయోగశాలలలో జరుపునట్టియు మార్పులలో ఇవి భౌతికములు, ఇవి రాసాయనికములు అని ఇదమితముగా స్పష్టికరించలేనిఘట్టములు అనేకములు ఉన్నవి.

ద్రవ్యములు పరమాణుసముదాయములు; పరమాణువు ద్రవ్యముయొక్క కనిష్ఠమగు అవిభాజ్యభాగము అనువాదము పాశ్చాత్యవైజ్ఞానికులు, భారతీయులుకూడ అంగీకరించిన విషయమే. విశేషించి ఈ శతాబ్దాదివరకు డాల్టన్ ప్రతిపాదించిన పరమాణునిర్వచనము పాశ్చాత్యులలో రూఢమై ఉండెను.

పరమాణు భేదనము జరిగిన తరువాత అది కూడ ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు, ఎలక్ట్రాన్ల సముదాయమని నిరూపించినందున పరమాణువునైతము విభాజ్యద్రవ్యమే అని పాశ్చాత్యులు అంగీకరించవలసివచ్చినది.

నవీనసిద్ధాంతప్రకారము ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ద్రవ్యరాశి అత్యల్పమనియు, దానిబరువు ప్రోటాన్ భారముకంటె 1840 రెట్లు తక్కువగుటచేత విద్యుత్ బలము ఎక్కువై శక్తికణముగ ప్రవర్తించుననియు శాస్త్రజ్ఞుల వాదము. అనగా పరమాణువులోని అల్పద్రవ్యభాగము శక్తిగా ప్రవర్తించగలదని భావము. ఇటులనే సృష్టిలో వివిధరూపముల పరిగణింపబడు శక్తులు అన్నియు - వేడి, వెలుతురు, రాపిడి, విద్యుత్తు, అయస్కాంతత్వము (మాగ్నెటిజమ్ = సూదంటురాయిగుణము) - ద్రవ్యవినిమయమువలన ఏర్పడి శక్తిరూపముల దాల్చుననుట శాస్త్రసమ్మతము. ఇట్టి స్థితిలో అతినూత్యుద్రవ్యభాగమునకు, శక్తికినిగల భేదము నామమాత్రము అనుకొనుట సమంజసము.

ద్రవ్యము పాంచభౌతికసముదాయమని పాశ్చాత్యుల యొక్కయు, భారతీయవైజ్ఞానికులయొక్కయు ప్రాచీన సిద్ధాంతమైనను వారి ఉభయులమతములలో తేడాలు ఉన్నవి. ఉభయుల సిద్ధాంతములలోను పంచభూతములు కేవల ద్రవ్యభూయిష్టములుకాక గుణాత్మకములనియే వారు అంగీకరించిరి. కాని డాల్టన్ తరువాత పాశ్చాత్యుల పాంచభౌతికవాదము అడుగంటినది.

ప్రాచీన భారతీయ భౌతికశాస్త్రవిజ్ఞానములో న్యాయవైశేషికుల పరమాణువాదము ముఖ్యమయినది. భౌతికముగా పరమాణువు అవిభాజ్యమైనను అదికూడ పంచభూతయుతమనియే సాంఖ్యవేదాంతదర్శనాచార్యుల మతము. ప్రత్యేకించి వేదాంతులు పంచభూతములను ఐదుసూక్ష్మభూతములు, ఐదుస్థూలభూతములు అని రెండుతెగలుగ విభజించిరి. అందు ఐదుసూక్ష్మభూతములు కేవలము గుణాత్మకములైన ద్రవ్యభీజములుగా పరిగణించిరి. సూక్ష్మభూతములసంయోగమువలన స్థూలపరమాణువు ఏర్పడునని వేదాంతులవాదము. సృష్టిలో పరమాణురచన పంచీకరణమువలన కలుగును. వేదాంతపక్షమున పంచీకరణవిధానము ఇట్లు జరుగును. \*

ప్రతి సూక్ష్మభూతము రెండుసమభాగములుగా విడిపోయి తరువాత అందొక సగము భాగము తిరిగి నాల్గు సమాన భాగములు అగును. అనగా ప్రతి సూక్ష్మభూతము

\* శ్లో॥ ద్విధావిధాయ చైకైకం చతుర్థా ప్రథమం పునః॥

స్వస్వేతర ద్వితీయాంశైః యోజనాత్ పంచపంచతే॥

(వేదాంతపంచదశి - తత్త్వవివేకప్రకరణం - 27)



నందు ఒక పెద్దభాగము, నాలుగు అష్టాంశభాగములు ఉండును :

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = 1 \text{ అని తెలియనగును.}$$

స్థూలభూతపరమాణువు ఏర్పడుటకు ఆయావ్రధాన భూతము యొక్క సగము భాగముతో మిగిలిన నాలుగు భూతములయొక్క అష్టాంశములలో ఒక్కొక్క అష్టాంశ చొప్పున నాలుగు అష్టాంశలతో చేరవలెను. అనగా పృథ్వీ భూతముయొక్క స్థూలపరమాణువులో సగము భాగము పృథ్వీ సూక్ష్మభూతము, తదితరభూతములయొక్క నాలుగు అష్టాంశలు కలవని అర్థము.

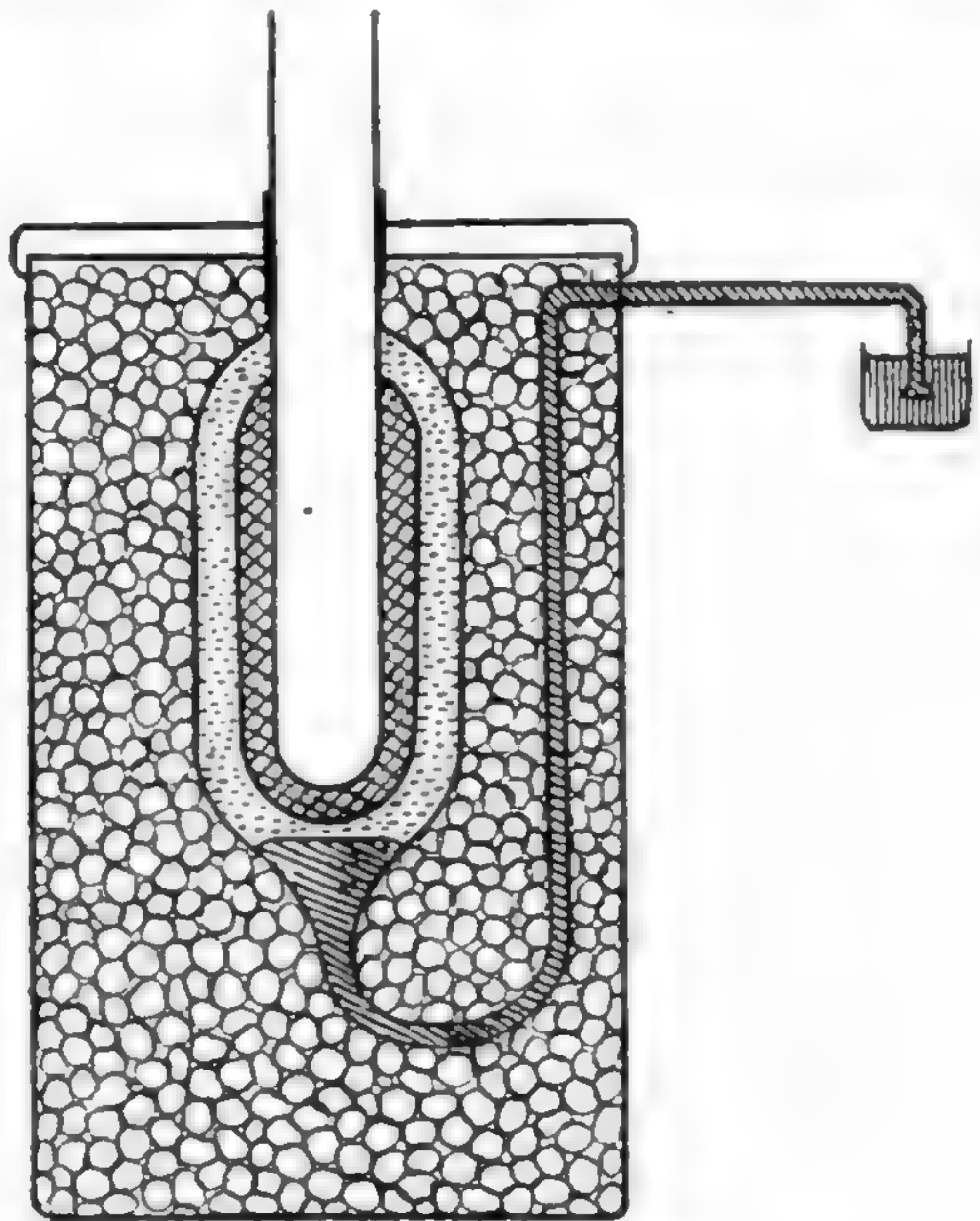
కొంచెము ఇంచుమించుగా సాంఖ్యులు అంగీకరించిన ద్రవ్యతత్త్వసిద్ధాంతము వేదాంతుల పంచీకరణవిధానముతో సరిపోవును. వేదాంతుల స్థూల, సూక్ష్మ భూతములు సాంఖ్యులస్థూల, సూక్ష్మ తత్త్వాత్రయం పేర్కొనబడినవి.

పంచీకరణమునందు పృథ్వీ, జలము, వాయువులే కాక కాంతి, ఆకాశముకూడ పంచభూతములలో చేరుటవలన వీటి సూక్ష్మభూతములు (సాంఖ్యుల సూక్ష్మతత్త్వాత్రయం) నైతము ద్రవ్యబీజాంకురములుగ భారతీయ శాస్త్రవేత్తలు గ్రహించిరి. అందుకు కారణము లేకపోలేదు. స్థూలద్రవ్య వ్యప్తిత్వనిరూపణకు ఆస్కారము, అవకాశము, రజోగుణాత్మకము 'అక్టివిటీ ప్రిన్సిపిల్' అయిన కాంతి భూతము పంచీకరణ విధానమునకు ముఖ్యకారణము.

భారతీయవైజ్ఞానికుల పరమాణువాదమునకును, నవీన పరమాణుస్వరూపనిర్ణయమునకును పోలికలు కొన్ని కలవు. ఉభయులసిద్ధాంతములలో ద్రవ్యము శక్తిగను, శక్తి ద్రవ్యముగను పరస్పరపరివర్తనీయములు. శక్తి, ద్రవ్యములకు భేదము నామమాత్రమైనప్పుడు సృష్టిలో జరుగు మార్పులు కొన్ని భౌతికములనియు, మరికొన్ని రాసాయనికములు అనియు విభజించుట ఎందుకని అడుగవచ్చును. ఈవిభజన కేవలము సౌకర్యార్థము కాదు. స్థూలద్రవ్యరాశిలో జరుగు మార్పులను, పరీక్షించి వివరించుటకు అట్టి విభజన అవసరము, అనుకూలము. ఇంద్రియగోచరమగు ప్రతివస్తువు స్థూలరాశిలోనే ఉండును. ద్రవ్యముల సూక్ష్మతమాంశములు - అణువు, పరమాణువు, దానిభాగములు - ప్రత్యక్షములు కావు; గణితశాస్త్రరీత్యా గణించుటకు వీలగును. ఇందుచేత ఈ ప్రకరణములో స్థూలద్రవ్యరాశులలో జరుగు మార్పులకుసంబంధించిన విషయములను వివరించుటచే దీనికి భౌతికరాసాయనికశాస్త్రము అనుపేరు వచ్చినది. (చూ. చిత్రనృత-పు. 371; స్నిగ్ధత). వి. వి. శ.

మంచు ఉష్ణతామాపకము : మంచు ద్రవీభవన ఉష్ణత 78.71 కేలోరీలని విదితమే. కనుక, మనము కొలువ

నున్న తాపమును తాపోగ్రతలో వ్యత్యాసములేకుండ మంచును కరగించుటకు ఉపయోగించితిమేని, కరగినమంచు భారమును దాని ద్రవీభవనోష్ణతతో గుణించిన, మనము ఉపయోగించిన తాపమును కొలువవచ్చును. ఈవిధానమును బున్ సెన్ అను జర్మనుభౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు ఒకవస్తువు ఇచ్చు ఉష్ణతను కొలుచుటకై ఉపయోగించెను. ఈ ఉష్ణతామాపకము అతాపకపరిస్థితులలో పనిచేయును (చూ. అతాపక ప్రక్రియ - పు. 138). ఏలన, మాపకము ఎల్లప్పుడును గడ్డమంచులో పొదుగబడి ఉండుటచే దానియొక్క పరిసరములు ఎప్పుడును 0°C తాపక్రమములోనే స్థిరముగా



మంచుఉష్ణతామాపకము

ఉండును. ఈ ఉష్ణతామాపకఉపకరణమునకు బున్ సెన్ ఉష్ణతామాపకమని పేరు. ఈసాధన నిర్మాణము పై చిత్రమును పరీక్షించిన తెలియనగును. ప్రతిక్రియలు జరుగు నాళము, మరియొక విశాలమగు పాత్రలో అతికియున్నది. ఈపాత్ర సంపూర్ణముగా గాలి ఏమాత్రమును విలీనముకాని నీటితోను, మంచుతోను, పాదరసముతోను ఎడములేకుండ నింపబడియున్నది. ఈపాత్రఅడుగుభాగమున  $\square$  ఆకారముగల కేశనాళము ఒకటిఅతికియున్నది. ఈ పాత్ర అంతయు మరియొకపాత్రలోనున్న మంచుముక్కలలో మునిగి ఉన్నది. ప్రయోగనాళముచుట్టు హిమపరివేష్టనము ఉన్నది. ఉష్ణతనుగ్రహించుటవలనపరివేష్టనముగా ఆచరించుచున్న మంచులో కొంతభాగము కరగిపోవును. ఉష్ణతను కోల్పోవుటచే క్రొత్తగా కొంతమంచు తయారగును.



## మగ్నీషియమ్

మంచు కరగి నీరైనపుడు దాని ఆయతనములో 9% తగ్గింపు కనపడును. ఆయతనము తగ్గినపుడు ఇది వరకు సంపూర్ణముగా పాదరసముతో నిండియున్న కేశ నాళములో కొంత ఖాళీ అగుపడును. కేశనాళము ఇది వరకే ప్రమాణాంకితమైనది కాబట్టి, ఎగసుకపోయిన పాదరసపు ఆయతనమును ఘనసెంటీమీటరులలో గుర్తించ గలము. లేదా కేశనాళముక్రింద ఉంచబడిన మూసలోని పాదరసముతో కేశనాళములోని పాదరసము కలియు నట్లు చేసిన ఉపకరణములో మంచుకరగిన, ఆయతనము తగ్గుటచే మూసలోనుండి కొంతపాదరసము నాళములోనికి పోవును. లేదా, ఉపకరణములో మంచు క్రొత్తగా పర్ప డినచో ఆయతనము హెచ్చగుటచే కేశనాళములోని పాద రసము కొంత మూసలోనికి ప్రవేశించును. మూసను ప్రయోగమునకు ముందు వెనుకల తూచుటవలన పాద రసపురాళిలోని మార్పును గుర్తించగలము.

ఒక గ్రాము మంచు 79.67 కేలోరీల ఉష్ణతను గ్రహించి నీరుగా మారుటలో 0.0904 ఘనసెంటీమీటరుల పాద రసము ఎగపీల్చబడినది : అందుచే;

1 కేలోరీ =  $0.0904 \times 13.596 \div 79.67 = 0.01542$  గ్రా. ఈ సమీకరణ సహాయమున మూసలోనున్న పాదరసపు భారములో సంభవించు మార్పును గుర్తించి ప్రయోగ నాళములో జరుగు ప్రతిక్రియ ఎంత ఉష్ణతారాళిని ఉప కరణమునకు అందజేసినదో లెక్కింపవచ్చును. మే. వ. న.

**మగ్నీషియమ్ :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూల ద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 12; సంకేతము Mg; పర మాణుభారము 24.32; విశిష్టగురుత్వము 1.74; ద్రవాం కము  $649^{\circ}\text{C}$ ; క్వథనాంకము  $1107^{\circ}\text{C}$ ; దీని ఉనికిని 1808 లో హంఫ్రీడేవీ కనుగొనెను; భూమిపై ఎక్కువగా విస్తరించి ఉన్నధాతువులలో మగ్నీషియమ్ ఒకటి. భూప్యప్థముపై నున్న అగ్నిశిలలో 2.09% మగ్నీషి యమ్ సంయుక్తస్థితిలోఉన్నది. మాగ్నసైట్ ( $\text{MgCO}_3$ ); డోలమైట్ ( $\text{MgCO}_3, \text{CaCO}_3$ ); కీబరైట్ ( $\text{MgSO}_4, \text{H}_2\text{O}$ ); కైనైట్ ( $\text{MgSO}_4, \text{K}_2\text{SO}_4, \text{MgCl}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ ); కార్నలైట్ ( $\text{KCl}, \text{MgCl}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ ) అను ఖనిజముల రూపమున మగ్నీషియమ్ దొరకును. చివరమూడు ఖనిజ ములును స్ట్రాస్ఫెల్డ్ పాతరలలో దొరకును. అగ్ని శిలలోకూడ ఓలివైన్ ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ); టాల్క్  $[\text{Mg}_3\text{H}_2(\text{SiO}_3)_4]$ ; ఆస్పెస్టాస్  $[\text{CaMg}_3(\text{SiO}_3)_4]$  రూపములలో మగ్నీషియమ్ సిలికేట్లు మెండుగా ఉన్నవి. సముద్రపు నీటియందు క్లోరైడ్, బ్రోమైడ్ లవణములరూపమున మగ్నీషియమ్ కలదు. ద్వితీయప్రపంచ సంగ్రామమునకు

పూర్వము యునైటెడ్ స్టేట్స్ నందు సముద్రపునీటినుండి మగ్నీషియమ్ ధాతువును సాధించు విధానము ఒకటి నెలకొల్పబడినది. ఇంతేగాక, వృక్షముల, జంతువుల కణజాలములు అన్నిట మగ్నీషియమ్ సంయుక్త స్థితిలో ఉన్నది. ఆకులహరితవర్ణ ద్రవ్యము (క్లోరోఫిల్) నందు మగ్నీషియమ్ క్లిష్టయోగిక రూపమున ఉన్నది.

**ధాతుసాధన :** కార్బియమ్ ఫ్లోరైడ్ కొంచెముగా కలిపిన కార్నలైట్ ఖనిజమును ( $700^{\circ}\text{C}$ ) వేడిచేకరగించి విద్యుత్ విశ్లేషణమును జరిపించినచో మగ్నీషియమ్ ఋణాగ్రముపై చేరుకొనును. కార్నలైట్ ద్రవమును ఉంచిన ఇనుపమూస ఋణాగ్రముగా ఆచరించును; ధనాగ్రము కార్బన్. ధాతువు చులకన అగుటచే ద్రవ ముపై తేలును. ధాతువు ఆక్సిజనవించకుండ ద్రవముపై రాక్షసబొగ్గు వాయువు ఉండునట్లు చేయుదురు. ధనాగ్రము వద్ద విడుదల అగు క్లోరీన్ దానికై అమర్చబడిన గొట్టము గుండా పైకి పోవును.

**అమెరికన్ పద్ధతి :** సముద్రపునీటిలోనున్న మగ్నీషి యమ్ ను, సముద్రపు గుల్లలనుండి తయారైన సున్నముతో మగ్నీషియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ అవతేపముగా మార్పు దురు. ఈ అవతేపమును హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో కరగించినచో మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ తయారగును. ఈ ప్రక్రి యకు ఆవశ్యకమగు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ సముద్రపుఉప్పు నుండి తయారుచేయుదురు. కార్బినగుల్లనుండి లభ్యమైన సున్నమును హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో కరగించినచో కార్బి యమ్ క్లోరైడ్ తయారగును. ఈ రెండు లవణములను కలిపి వేడిచేకరగించి పైనిచెప్పినట్లు విద్యుత్ విశ్లేషణ ప్రక్రియను జరిపింతురు.

**ధాతుధర్మములు :** ఇది చాల తేలికయైన ధాతువు. సహజముగా వెండివలె మెరయును. తేమలేని గాలిలో కగ్గదు; కాని తడిగాలిలో ధాతువుపై తెల్లటి ఆక్సైడ్ పొర పర్పడును. మార్కెట్టులో తీగ, పట్టీ, చూర్ణరూప ములలో మగ్నీషియమ్ ధాతువు దొరకును. కార్బినపుడు మగ్నీషియమ్ (మతాబాతీగ) గాలిలోనున్న ఆక్సిజన్ తో కలిసి మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ గామారును. ఈ ప్రక్రియలో విస్తారము వేడిమి, వెలుతురు జనించును. కొంచెము మగ్నీషియమ్ నైట్రైడ్ ( $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ) కూడ ఆక్సైడ్ తో కలిసి ఉండును.

రాసాయనికముగా మగ్నీషియమ్ చాల చురుకైన ధాతువు. దీని చూర్ణము వేడినీటిని విశ్లేషించి హైడ్రోజన్ ని విడుదలచేయును. విలీన ఆక్సిజన్ లలో ఇది సులభముగా కరగును. ఊరములతో ఇది మార్పు చెందదు; ప్రబలమైన



ఆక్సిహారణసాధనము. సిలికన్ డైఆక్సైడ్ను సిలికన్ గా ఆక్సిహరించగలదు.

ఉపయోగములు : పొటాసియమ్క్లోరేట్ చూర్ణముతో కలిపిన మగ్నీషియమ్ చూర్ణము కాల్చినపుడు ఉజ్జ్వలమైన వెలుతురుతో మండును. ఈ మిశ్రచూర్ణమును ఫోటోగ్రఫీ యందు కాంతి సంజ్ఞలను పంపించుటకు ఉపయోగింతురు. ఎలక్ట్రాన్ ( $95\% \text{Mg} + 5\% \text{Zn}$ ), మగ్నీలియము మొదలగు చులకటి ధాతు మిశ్రములను తయారుచేయుటకు ఈ ధాతువు మిక్కిలిగా వాడుకలో ఉన్నది.

యోగికములు : మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ లేదా మగ్నీషియా ( $\text{MgO}$ ) ధాతువును గాలిలో కాల్చినపుడు ఏర్పడును. లేదా మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ ద్రావణమునకు కాప్టిక్ సోడా ద్రావణమును కలిపినచో మగ్నీషియమ్ ప్రొట్రాక్సైడ్ అవతేపముగా లభ్యమగును. దీనిని  $100^\circ\text{C}$  వద్ద ఆరబెట్టి కాల్చుటవలన మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ ఏర్పడును. మగ్నీషియమ్ కార్బోనేట్ (మాగ్నసైట్)ను కాల్చికూడ మగ్నీషియాను తయారుచేయుదురు. ఇది కొంచెముగా నీటిలో కరగును. ఆ ద్రావణము జారగుణమును చూపును.

మగ్నీషియమ్ పెరాక్సైడ్ : ప్రొట్రోజన్ పెరాక్సైడ్ కలిపిన కాప్టిక్ సోడాద్రావణముతో మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ ద్రావణమునుండి మగ్నీషియమ్ పెరాక్సైడ్ను తయారు చేయవచ్చును. దీనిని టూత్ పేస్ట్ లలో వాడుక చేయుదురు.

మగ్నీషియమ్ కార్బోనేట్లు : నార్మల్, బేసిక్ అని మగ్నీషియమ్ కార్బోనేట్లు రెండు విధములు. నార్మల్ కార్బోనేట్ మాగ్నసైట్ రూపమున ఖనిజముగా దొరకును. సోడాకార్బోనేట్ను, మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ ద్రావణమునకు కలిపినచో మగ్నీషియమ్ బేసిక్ కార్బోనేట్  $[\text{XMgCO}_3 + y \text{Mg(OH)}_2 + z \text{H}_2\text{O}]$  లభ్యమగును. ఈ బేసిక్ లవణమును నీటిలో రంగరించి, ఆ నీటిలోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును పంపించినచో బై కార్బోనేట్ ( $\text{MgHCO}_3$ ) రూపమున మగ్నీషియమ్ నీటిలో లీనమగును. నీటికి తాత్కాలిక కఠినతమును కలుగజేయు ఘటకములలో ఇది ఒకటి.

మగ్నీషియమ్ ఫాస్ఫేట్ : సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ ( $\text{NaHPO}_4$ ) మగ్నీషియమ్ లవణముల ద్రావణములనుండి మగ్నీషియమ్ ప్రొట్రోజన్ ఫాస్ఫేట్ ( $\text{MgHPO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ )ను అవతేపించును. సోడియమ్ పెర్మియరీ ఫాస్ఫేట్ ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) మగ్నీషియమ్ పెర్మియరీ ఫాస్ఫేట్  $[\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2]$ ను అవతేపించును. అమోనియమ్క్లోరైడ్,

అమోనియాతో కలిపిన మగ్నీషియమ్ లవణముయొక్క ద్రావణమునకు సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ లవణమునుచేర్చి ద్రావణమిశ్రమును బలముగా తరచినచో స్ఫటికరూపము గల అవతేపము జనించును. ఈ అవతేపము మగ్నీషియమ్ అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ ( $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ). మగ్నీషియమ్ అయన్ ను గుర్తించుటకు ఇది మంచి సాధనము.

మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ) : పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ తో కలిసి కార్నలైట్ ఖనిజరూపమున దొరకును. కార్బోనేట్ నుగాని, ఆక్సైడ్ నుగాని ప్రొట్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లలో కరగించినగాని లేదా ధాతువుపై ప్రొట్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలనగాని దీనిని పడయవచ్చును.

మగ్నీషియమ్ నైట్రేట్  $[\text{Mg(NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}]$  : కార్బోనేట్ నుగాని, ఆక్సైడ్ నుగాని నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో విలీనము చేసినచో లభ్యమగును.

మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ) : రంగులేని స్ఫటికములు. దీనికి ఎప్సమ్ లవణము అనిపేరు గలదు. ఇది కొన్ని ఊటనీళ్ళలో ద్రావణముగా లభించును. స్ట్రాస్బర్గ్ పాతరలలో ఇది ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) రూపమున కీసరైట్ అనుపేర దొరకును. దీనిని మాగ్నసైట్ ( $\text{MgCO}_3$ ) నుండిగాని, లేదా ఓలివైన్  $[(\text{Mg, Fe})\text{SiO}_3]$  అను ఖనిజమునుండిగాని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క చర్యచే తయారు చేయవచ్చును. దక్షిణ ఇండియాలో సేలంలోదొరకు మాగ్నసైట్ ఖనిజమునుండి ఈ లవణము ఇండియాలో నిరివిగా తయారగుచున్నది. విరేచన కారిగా దీనిని ముఖ్యముగా ఉపయోగించుచున్నారు. ప్రేగులను ఆయాసపెట్టుకుండ విరేచనమును కలిగించు సాధనము ఇది.

కార్బన్-మగ్నీషియమ్ యోగికములు : వీటికి గ్రీన్ యార్డ్ యోగికములు అనిపేరు. వీటి రాసాయనిక సంఘట్టనము  $\text{RMgX}$  (ఇచ్చట  $\text{R}$  = ఆల్కిల్ లేదా ఆరిల్ గణము;  $\text{X}$  = హాలోజన్) అను సాంకేతికముచే తెలియపరచవచ్చును (చూ. కార్బన్ ధాతు యోగికములు - పు. 262).

మగ్నీషియమ్ ధాతువునకేకాక దాని యోగికములకు కూడ పారిశ్రామిక ఉపయోగములు ఉన్నవి. మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ అద్భుతమైన తాపక్షమగుణము కలది. అందువలన ఇది కొలుములకు తాపుటకు ఇటుకలుగాను ఉపయోగించుచున్నది. మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణముతో మగ్నీషియా చూర్ణమును కలిపినపుడు, ఆమిశ్రముకొద్ది నిమిషములలో రాతివలె గట్టిపడును. ఈముద్దలో రంపపు పొట్టు, వర్ణద్రవ్యములు కలిపి పలువిధములైన చిత్ర



మద్యసారములు

వర్ణములుగల కృత్రిమమార్బిల్ గా తయారు చేయుచున్నారు.

ఏదేని ద్రావణములోనున్న మగ్నీషియమ్ అయన్ ను పరిమాణాత్మకముగా నిర్ణయించవలసినచిన్నపుడు దానిని అమోనియమ్ క్లోరైడ్ కలిపిన అమోనియాద్రావణము నుండి అమోనియాఫాస్ఫేట్ తో మగ్నీషియమ్ అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ గా అవక్షేపించవచ్చును. ఈ అవక్షేపమును తడిలేకుండచేసి కాల్షినచో మగ్నీషియమ్ పైరో ఫాస్ఫేట్ లభించును. దీనినితూచి మగ్నీషియమ్ యొక్క రాశి నిర్ణయమును గావించవచ్చును (చూ. బిరిలియమ్ వర్ణము - పు. 510).

మద్యసారములు : చూ. ఆల్కహాల్ లు - పు. 190.

మర్క్యురీ : చూ. పాదరసము - పు. 474.

మాంగనీస్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 25; సంకేతము Mn; పరమాణుభారము 54.94; విశిష్టగురుత్వము 7.39; ద్రవాంకము  $1242^{\circ}\text{C}$ ; క్వథనాంకము  $1900^{\circ}\text{C}$ . పైరోల్యూసైట్ అను మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ( $\text{MnO}_2$ ) రెండువేలపండ్ల క్రిందటినుంచి గాఢము వివర్ణముచేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నను, మాంగనీస్ ధాతువు 1774లో జోహాన్ గాట్ లిబ్ గాన్, షేలే అనువారలచే పైరోల్యూసైట్ ఆక్సిహరణము వలన సాధించబడినది.

వ్యాప్తి, సంగ్రహణము: ముఖ్యభిజము పైనిపేర్కొనిన పైరోల్యూసైట్. ఇది విరివిగా ఇండియా, రష్యా మొదలగు ప్రదేశములలో దొరకును. హాస్మనైట్, మాంగనీస్ స్పార్, మాంగనీస్ బ్లెండ్ మరికొన్ని ఈ ధాతువు యొక్క భిజములు.

దీనిఆక్సైడ్ ను, బొగ్గుతోగాని హైడ్రోజన్ తోగాని, ఉన్నత తాపక్రమములో ఆక్సిహరణము గావించిగాని, లేదా విద్యుత్ కరణముచే గాని ఈ ధాతువు వేరుచేయుటకు వీలున్నది. గోల్డ్ స్మిట్ అల్యూమినోతెక్ని విధానము ఈ ధాతువును సాధించుటకు చాల అనుకూలమైన పద్ధతి. వ్యాపారార్హమగు మాంగనీస్, చాలవరకు ఇరుముతో కలసిన ధాతుమిశ్రరూపములో ఉండును. దీనికి ఫెర్రో మాంగనీస్ అని పేరు.

గుణములు, ఉపయోగములు : కొంచెము ఎరుపుభాయ గల ధూసరవర్ణముగల ధాతువు. గాలిలో పై పైన ఆక్సిభ వించును. ఆప్లుములతో మాంగనీస్ లవణములను, హైడ్రో జన్ నుఇచ్చును. ఈ ధాతువును ఉక్కునుతయారుచేయుటలో విరివిగా వాడుకచేయుచున్నారు. రాగి (83%), నికెల్ (4%), మాంగనీస్ (13%) ధాతుమిశ్రము, మాంగనిస్

అనుపేరుతో విద్యుత్ ఉపకరణములను నిర్మించుటలో ఉపయోగపడుచున్నది. దీని విద్యుత్ నిరోధము తాపక్రమ ముతో మారకుండుట ఈ ఉపయోగమునకు మూలము.

యోగికములు : మాంగనీస్ కు ఇతర ధాతువులకన్న ఎక్కువఆక్సైడ్ లు కలవు.

మాంగనస్ ఆక్సైడ్ : ( $\text{MnO}$  - యోజనీయత = 2): లవణాధారఆక్సైడ్ ; ఆప్లుములతో చిన్న గులాబిరంగు గల మాంగనస్ లవణములను ఇచ్చును.

మాంగనిక్ ఆక్సైడ్ ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$  - యోజనీయత = 3): ఇదికూడలవణాధారస్వభావముగల ఆక్సైడ్ యేకాని దీని లవణాధారస్వభావము, మాంగనస్ ఆక్సైడ్ దానికన్న తక్కువ. ఆప్లుములతో, రోజాపూపు రంగుగలిగి సులభముగా జలవిశ్లేష్యములగు లవణములను ఇచ్చును.

ట్రైమాంగనీస్ టెట్రాక్సైడ్ ( $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ): దీనిని మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్, మాంగనస్ ఆక్సైడ్ ల సమ్మేళనముగా ఎంచవచ్చును. అట్టిమిశ్రము అయిన ఆక్సైడ్ లకు లవణము యొక్క ఆక్సైడ్ లు సెలెన్ ఆక్సైడ్ లు అని పేరు. ఆప్లుముల సంపర్కమున ఇది విశ్లేషించి మాంగనస్ ఆక్సైడ్ భాగము ఆప్లుముతో లవణముగా ఏర్పడి డైఆక్సైడ్ భాగము విడివడును.

మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ( $\text{MnO}_2$  - యోజనీయత = 4): ద్విగుణకమగు ఆక్సైడ్. లవణాధారములతో మాంగనైట్ అనులవణములను ఇచ్చును. ఆప్లుములతో చతుర్వజనీయతకల యోగికములుగా ఏర్పడును.

మాంగనీస్ ట్రైఆక్సైడ్ ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$  - యోజనీయత = 6): ఆప్లుధర్మముగల ఆక్సైడ్ ; లవణాధారములతో ఆకు పచ్చనిరంగుగల లవణములుగా మారును. ఈ లవణములకు మాంగనైట్ లు అనిపేరు. ఈ లవణములు అతిత్వరగా ఆక్సిభవించు స్వభావము కలవి.

మాంగనీస్ హెప్టాక్సైడ్ ( $\text{Mn}_2\text{O}_7$  - యోజనీయత = 7): ఆప్లుస్వభావము గల ఆక్సైడ్. లవణాధారములతో పెర్మాంగనేట్ లు అనబడు లవణములుగా మారును. వీటి రంగు చినారిరంగు. ఈ లవణములు బలవత్తరములైన ఆక్సికరణములు.

పెర్మాంగనేట్ లు : చూ. పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ - పు. 482.

ఈలవణము ఒకబలవత్తరమైన ఆక్సికరణసాధనము దీని ఆక్సికరణసామర్థ్యము ఆశ్రయద్రావణముయొక్క స్థితినిబట్టి ఉండును. ఆశ్రయము ఆప్లుయుతమైనచో దీని ఆక్సికరణసామర్థ్యము ఎక్కువ; ఊరయుతమైనచో ఆక్సికరణసామర్థ్యము అంతకన్న తక్కువ. ఫెర్రస్ లవణము



లను, ఆక్సలేట్లను నిర్ధారణచేయుటలో దీని ఉపయోగము. అకర్బనరాసాయనికప్రయోగభాగమునందు దీనిని ఆక్సికరణసాధనముగా వాడుదురు. దీని క్రిమిఘ్నగుణము కలరాజాడ్యప్రతివిధానమునకు పనికివచ్చుచున్నది. కలరారోజులలో జలాశయములను నిరుపద్రవములుగా చేయుటకు దీనిని వాడుదురు. అదిగాక కలరారోగికి ప్రేగులలోనున్న కలరాక్రిములను చంపుటకు లోపలికికూడ దీనిని ఇత్తురు (చూ. మాంగనీస్ వర్గము). ఎన్. బి. వి. కె. రావు.

**మాంగనీస్ వర్గము :** ఇందు మాంగనీస్, టెక్నిషియమ్, రెనియమ్ కలవు. మాంగనీస్ భూమిపై చాల విస్తృతమైఉన్నది (0.1% అగ్నిశిలలలో). రెనియమ్ చాల అరుదు (0.0000001% అగ్నిశిలలలో). టెక్నిషియమ్ ప్రకృతిలో దొరకు ద్రవ్యము కాదు. ఇది కేంద్రక పరివర్తన కార్యములందే జనించును. మొలిబ్డినమ్ ధాతువును న్యూట్రాన్లతో మోదినపుడు కృత్రిమముగాజనించు విచ్ఛేదన ఫలితములలో టెక్నిషియమ్ బయలుపడినది. యురేనియమ్<sup>235</sup> విదళనములలోకూడ ఇది లభించును. రెనియమ్ మాంగనీస్ కన్న చాలతక్కువ ధనవిద్యుత్ ధర్మము కలది. ఉన్నతతాపక్రమములో ప్రబలఆక్సికరణ ద్రవములచేత చతుర్యోజనీయ, సప యోజనీయ యోగికములుగ ఆక్సికరించబడును. రెనియమ్ నకు మాంగనీస్ లో కన్న ఇరుప్రక్కలనున్న టంగ్ స్టన్, ప్లాటినమ్ ధాతువులతో హెచ్చుపోలికలు ఉన్నవి. టెక్నిషియమ్ ఈ రెండిటికి మధ్య వర్తిగా ఉండును.

మాంగనీస్ యొక్క ద్వియోజనీయ యోగికములు (అక్సైడ్లు) లవణాధారధర్మములు కలవి; సాదృశ్యము గల క్రోమియమ్<sup>3</sup>, ఐరన్<sup>3</sup> యోగికములను పోలియుండును. కాని మాంగనీస్<sup>2</sup> యోగికములు ఆప్లు సంవర్కములో క్రోమియమ్<sup>3</sup>, ఇనుము<sup>2</sup>ల కన్న ఎక్కువ కష్టముతో ఆక్సికరించబడును. కాని లెడ్ పెరాక్సైడ్ ( $PbO_2$ ), సోడియమ్ బిస్మతేట్ ( $NaBiO_3$ ) వంటి ప్రబల ఆక్సికరణ సాధనములు మాంగనీస్<sup>2</sup>ను మాంగనీస్<sup>7</sup>గా కూడ ఆక్సికరించును. ఛారపరిసరములలో మాంగనీస్<sup>2</sup> గాలిలో నైతము మాంగనీస్<sup>3</sup>గా ఆక్సికరించబడును. ఇంకను ప్రబలతరమైన ఆక్సికరణులు మాంగనీస్<sup>4</sup>ను ఇచ్చును.

రెనియమ్ రెండు అక్సైడ్లను  $ReO_3$ ,  $Re_2O_7$  ఇచ్చును.  $MnO_2$  ఆక్సికరణసాధనమైయుండగా దానిని పోలు  $ReO_2$  ఆక్సిహరణసాధనము. విచారక స్వభావముగల  $Mn_2O_7$  వలెకాక  $Re_2O_7$  చాలనిలకడగల యోగికము. దీని ఆప్లుము  $HReO_4$ . దీని లవణములు పెర్ రెనేట్లు, పెర్మాంగనేట్లను పోలియుండును.

కాని పెర్ రెనేట్ అయన్ చాల బలహీనమైన ఆక్సికరణ సాధనము.

టెక్నిషియమ్ యోగికములు సామాన్యముగా రెనియమ్ యోగికములను పోలిఉండును (చూ. మాంగనీస్, టెక్నిషియమ్, రెనియమ్). ఎన్. బి. వి. కె. రావు.

**మాక్మిలన్, ఎడ్విన్ మేటిసన్** (జననము 1907) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు. కాలిఫోర్నియాలోని రెడోండ్లోబీచ్ జన్మస్థలము. కాలిఫోర్నియా ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీ నుండి ఎమ్. ఎస్.సి. డిగ్రీని, ప్రిన్స్టన్ నుండి పి.ఎచ్. డి. డిగ్రీని సంపాదించి కాలిఫోర్నియాలో ఉపాధ్యాయపదవిని గ్రహించి, అచ్చటనే 1948 లో ఆచార్యపీఠమును అలంకరించెను. మొదటి యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యమును కనుగొనినవాడుఈతడే. ఈతడు సీబార్గ్ లో కూడ పనిచేసి మరి కొన్ని మూలద్రవ్యములను, ముఖ్యముగా ఆటంబాంబునకు ఆధారద్రవ్యమైన ప్లటోనియమ్ ను ఆవిష్కరించెను. ఇతనికి సీబార్గ్ లో కూడ 1951 లో కేంద్రకరాసాయనిక శాస్త్ర, భౌతిక శాస్త్ర పరిశోధనలకై నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది. మే. వ. న.

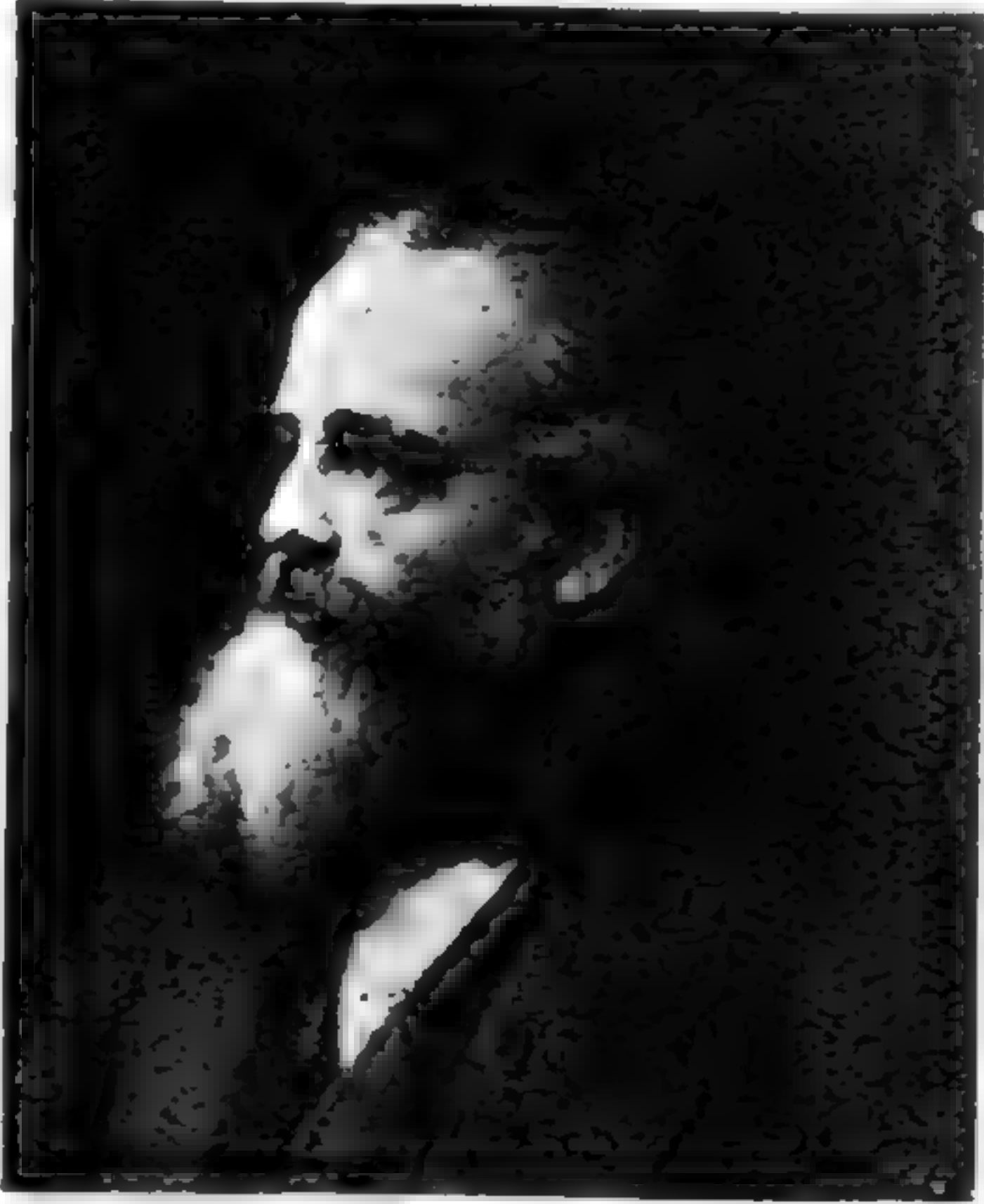
**మాక్స్ ప్లాంక్** (1858 - 1947) : జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. మ్యూనిక్, బెర్లిన్ నగరములలో విద్యను పూర్తిచేసి, 1889 లో బెర్లిన్ లో ఆచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. ఈయనచే 1900 లో ప్రతిపాదించబడిన క్వాంటంవాదము ఈయనను లోకవిఖ్యాతుని గావించినది. 1918 లో ఈయన నోబెల్ బహుమానమును గ్రహించెను. 1928 లో 'కెయ్ జర్ - విల్ హెల్మ్ ఇన్ స్టిట్యూట్' నందు ఆచార్యుడుగా నియమితుడై 1930 లో ఆసంస్థకు డైరెక్టరు అయ్యెను. 1945 నుంచి ఈయన గాటింగ్ లో నివసించుట ప్రారంభించెను. నాటీస్ (నాజీ) సిద్ధాంతములు ఈయనకు బొత్తిగా కట్టకపోవుట తననివాసమును 1945 లో గాటింగ్ నగరము నకు మార్చివేసెను. అప్పటినుంచి తత్త్వశాస్త్రము వైపునకును కార్యకారణ సంబంధము వైపునకును ఈయనదృష్టి మరలినది. శక్తిశాస్త్రమందును, కాంతిశాస్త్రమందును ఈయన ఇతరులకసాధ్యమగు పరిశోధనలను కావించినను, క్వాంటం సిద్ధాంతము ఒక్కటే ఈయన కీర్తిని లోకమందు చిరస్థాయిగా ఒనరించుటకు చాలును. (చూ. క్వాంటం సిద్ధాంతము - పు. 311). పం. న. నా.

**మాక్స్ వెల్, జేమ్స్ క్లార్క్** (1831 - 1879) : ఎడింబరోలోను, కేంబ్రిడ్జిలోనువిద్యనభ్యసించి, ఏబర్ డీన్ లో 1858 లోను, లండన్ కింగ్స్ కాలేజిలో 1860 లోను భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడాయెను. 1871 లో కేంబ్రిడ్జిలో ప్రాయో



మార్కోనీ, గూయెల్మో

గణితశాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడైన తరువాత కేవేడిష్ పరిశోధనాలయమును బాగుగ ప్రతిష్ఠించెను. కాంతిని గురించిన విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించి, కాంతికి అయస్కాంతత్వమునకు, విద్యుచ్ఛక్తికి సంబంధమును కల్పించి నాటిభౌతికశాస్త్రభావములందు విప్లవమును కలుగజేసెను; ఈ సిద్ధాంత ప్రతిపాదన విద్యుత్ తరంగముల అవిష్కరణకు దారితీసినది. కాంతివేగమును, తనచే ప్రతిపాదితమైన విద్యుదయస్కాంత తరంగముల వేగమును ఒక్కటే అని



జేమ్స్ క్లార్క్ మాక్స్ వెల్

యును, రెండు రకముల తరంగములును తిర్యక్తరంగములనియును ఈయన నిరూపించగలిగెను. విద్యుదయస్కాంత

సిద్ధాంత ప్రతిష్ఠాపన లోనికి దిగక ముందు, వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతమందు, ఉష్ణశాస్త్రభావము విషయమై గణనీయమైన పరిశోధనలను కావించెను.

చి. పూ. రా.

మార్కోనీ, గూయెల్మో (1874-1937): ఇటలీ విజ్ఞాని; నిర్మాణకుళ

లుడు; తండ్రి ఇటలీ దేశస్థుడు - తల్లి ఐర్లండ్ దేశస్థురాలు. కొంతకాలము హెర్ట్స్ వద్ద శిష్యుడుగా ఉండెను. నిస్తంత్రీ వార్తను ఈయన అవిష్కరించక పోయినను, ఈ వార్తలను

దూరముగ వ్యవహార రీతిలో పంపుటకు సమర్థమైన పరికరమును నిర్మించిన వారిలో మొదటి వాడు. మాక్స్ వెల్, హెర్ట్స్ మొదలయిన వారిచే స్థాపించబడిన సిద్ధాంతములను, ప్రయోగ ఫలితములను, తన స్వంత ప్రయోగ ఫలితములను ఉపయోగించి 1896 లో ఇంగ్లండులో 9 మైళ్ల దూరమువరకు రేడియోవార్తను పంపుటయందు జయమును గాంచెను. 1897 లో 'మార్కోనీ వెల్లెస్ - టెలిగ్రాఫ్ కంపెనీ' ని స్థాపించి, 1901 లో కార్న్ వాల్ (ఇంగ్లండు) నుంచి న్యూఫౌండ్ లాండ్ వరకు అట్లాంటిక్ సముద్రముపై రేడియో వార్తలను పంపగలిగెను. చెల్మ్స్ ఫర్డ్ లో ఈయన మొట్టమొదట రేడియో ప్రసారక కేంద్రమును 1920 లో స్థాపించెను. 1909 లో మార్కోనీకి బ్రాన్ ఫో కూడ నోబెల్ బహుమానము పంచి ఈయబడినది.

వం. న. నా.

మార్బిన్, ఆర్బర్ జాన్ పోర్టర్ (జననము 1910): ఇంగ్లీషు జీవరాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు. లండన్ లో జననము. కేంబ్రిడ్జిలోని బెడ్ ఫోర్డ్ స్కూలులోను, పీటర్ హాస్ లోను విద్యను అభ్యసించి కేంబ్రిడ్జిలో కొంత పరిశోధనను జరిపించి చివరలో లీడ్స్ ఉన్ని పరిశ్రమ పరిశోధనా కేంద్రమున 1941-43 లో చేరి, 1946 వరకు



మార్క్స్ గూయెల్మో మార్కోనీ

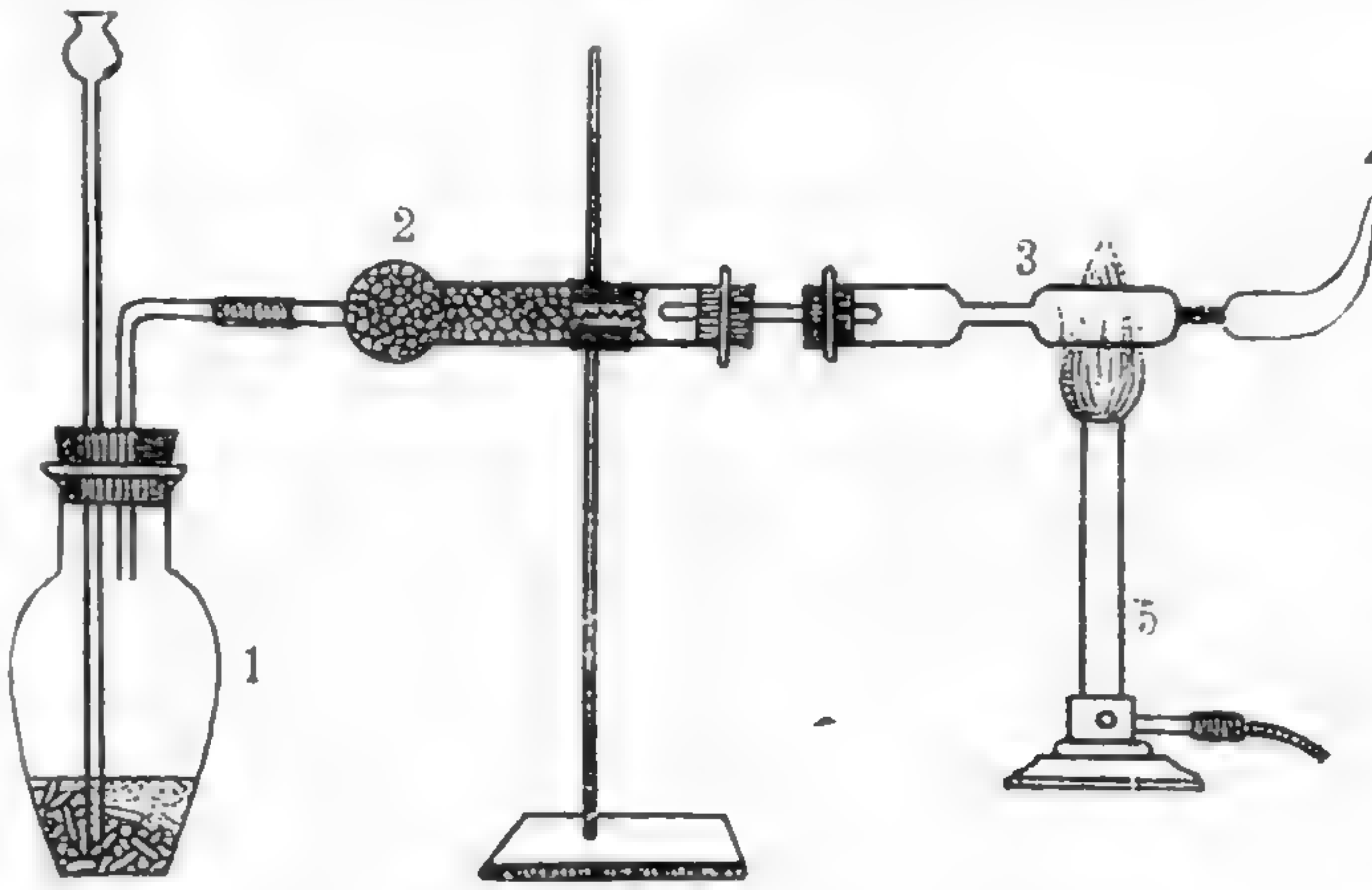
అచ్చట పరిశోధనలు జరిపించెను. ఈతడు మిల్లింగ్ టన్ సింక్ లో పాటు వర్ణ గ్రహణ విశ్లేషణ (క్రోమోగ్రఫీ) పద్ధతివైదడపరిశోధనలు చేసెను. ఇందుకుగాను 1952 లో నోబెల్ బహుమానము ఈయనకు దెను. మే. వ. సు.

మార్షోధన : ఆర్సెనిక్ (ఉల్లిపాషాణము) యోగికము ఏదియైనను జింకుసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సమ్మేళనము వంటి హైడ్రోజన్ ను ఇచ్చు సంస్థతో సంపర్కమునకు తీసి



గొనివచ్చిన ప్రైడ్రోజన్ ఆర్సైన్ అను ఆర్సైనిక్ ప్రైడ్రోజన్ యాగికముతో కలిసి ఉండును. ఈ ఆర్సైన్ ప్రైడ్రోజన్ మిశ్రమును కాలుచున్న గాజుగోళనాళము

ద్వారా పంపినచో గోళపు లోపలిగోడపై మంట తగులు చోటుకు కొంత దూరముగా నల్లటి పూత ఒకటి ఏర్పడును. ఈ పూత ఆర్సైనిక్ అధాతువు. గోళపు వేడికి ఆర్సైన్, ఆర్సైనిక్, ప్రైడ్రోజన్ ల క్రింద ప్రత్యేకముగా విడిపోవును. తక్కువ శాష్పశీలమగు ఆర్సైనిక్ శాష్పము గోళము పై మసి క్రింద పారును. దీనిని మార్ష్



మార్ష్ శోధన.

1. ప్రైడ్రోజన్ పరికరము; 2. నీటి ఆవిరిని నిరోధించు శోషకద్రవ్యము;
3. ఆర్సైనిక్ మసిపారిన గోళకనాళము; 4. ప్రైడ్రోజన్ జ్వాల; 5. బున్సెన్ బర్నరు.

శోధన అందురు. ప్రైడ్రోజన్ ఆంటిమోనిల యాగికమైన స్టిబైన్ కూడ గోళమందు నల్లటి మచ్చనే ఇచ్చును కాని స్టిబింగ్ చూర్ణ ద్రావణముతో కడిగినచో ఆర్సైనిక్ మచ్చ తెల్లబడిపోవును; స్టిబైన్ మచ్చ మాత్రము మారదు. ఇట్లు ఈ రెండింటిని భిన్నముగా గుర్తించవచ్చును. మే. వ. న.

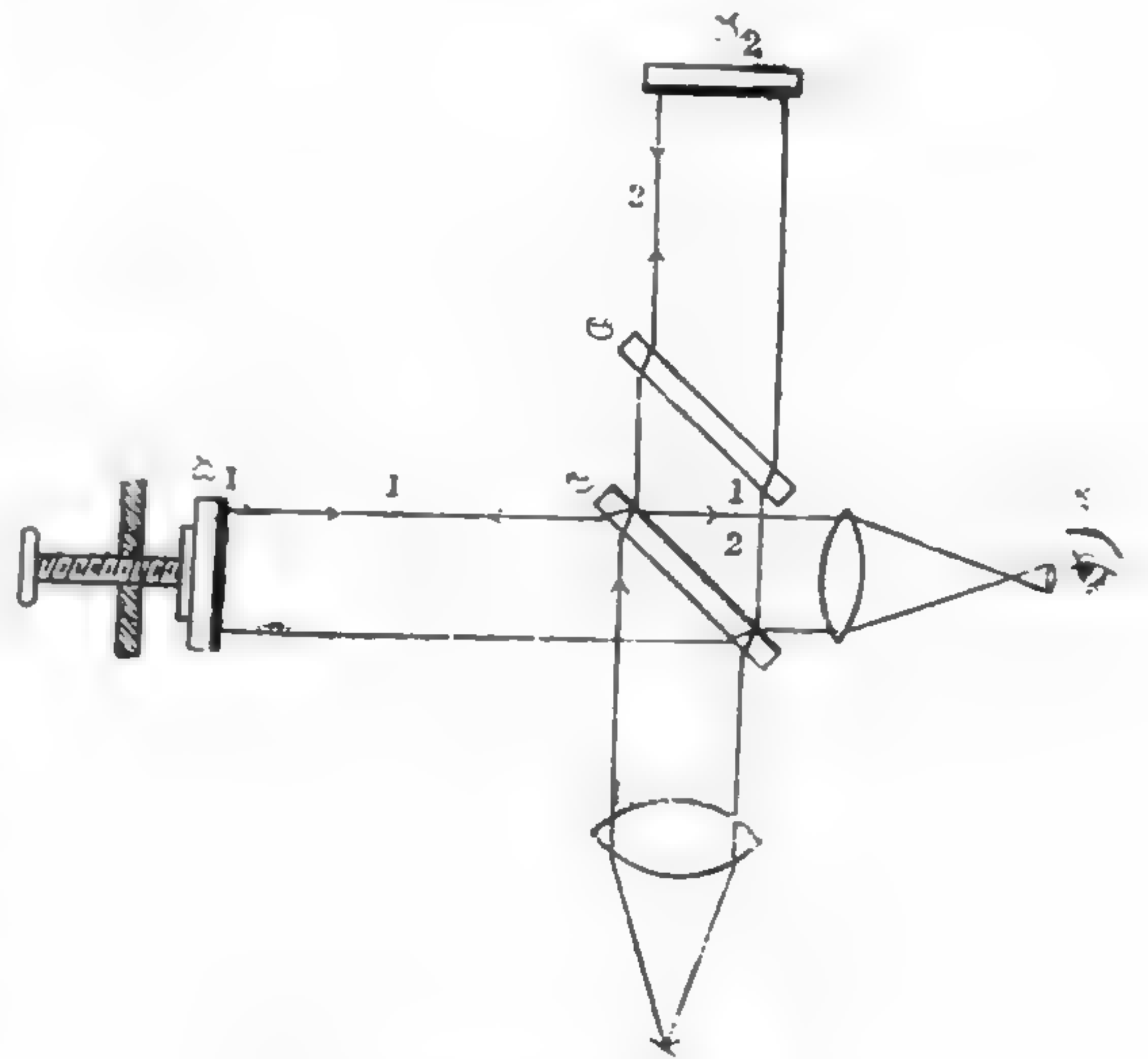
**మిథోఘట్టనమాపకము (మైకేల్స్):** కాంతిమిథోఘట్టనఫలితములను ఉపయోగించి ప్రమాణముగా తీసికొనిన ఒక దైర్ఘ్యమానములో కాంతితరంగముల పొడవును కొలుచు పరికరము ఇది. మనకు తెలిసిన పొడవుగల కాంతితరంగములను ఉపయోగించి రెండువస్తువుల మధ్య ఉన్న దూరమునుకూడ నిర్ణయించుటకు ఈ పరికరమును వాడవచ్చును.

ఈ పరికరములోని ముఖ్యభాగములు  $d_1$ ,  $d_2$  అను రెండు సమతలదర్పణములు తరువాత, చిత్రములో చూపినట్లు అమర్చబడిఉన్న 'అ, ఆ' అను రెండు గాజుఫలకములుకూడను. క్రింద  $\times$  గురుతునుండి ఏకవర్ణముగల కాంతి మొదట 'అ' ఫలకముపై బడి రెండుకాంతి శలాకల క్రింద చీలును. ఈ రెండుశలాకలును  $d_1$ ,  $d_2$  అను దర్పణములపై బడి 'అ' ఫలకమునకు ప్రతిబింబితమై మరలివచ్చును. ఈ మరలివచ్చినకాంతి 'క' అన్న చోట ఉన్న టింటిమీద పడును. రెండుదర్పణములును 'అ' నుండి ఒకే దూరములోఉన్నచో రెండుశలాకలును ఒకేదూరముగల మార్గములను పరిగమించును. మొదటికాంతిశలాక ప్రభవ

స్థానమునుండి బయలుదేరి మరలితిరిగి 'అ' ను చేరుటకు కాలవిలంబనము ఎంత ఉండునో అంతేవిలంబనము రెండవ కాంతిశలాకమార్గములో 'ఆ' అను గాజుఫలకము కలుగజేయుచున్నది.

ఈ రెండు కాంతి మార్గములును సమాన దూరములగుచో ఒకటి, రెండు శలాకలు రెండును 'క' వద్ద సమావస్థలో చేరి ఈ కాంతిశలాకలు పరస్పరము పోషించుకొని కంటి కగపడు కాంతి తేత్రము ప్రకాశవంతముగ ఉండును. 'ద<sub>1</sub>' అను దర్పణమును కాంతితరంగ దైర్ఘ్యములో నాలుగవవంతు

దూరము జరిపినచో ఒకటవకాంతిశలాక మొత్తపు మార్గము అర్ధతరంగదైర్ఘ్యము అధికమగును. ఇప్పుడు రెండుకాంతిశలాకలును కంటిని సమావస్థలో చేరకపోవుటచే



మైకేల్స్ మిథోఘట్టనమాపకము

మిథోఘట్టనమువలన ఒకదానినిఒకటి రద్దుచేసికొని దృక్ తేత్రము కాంతిహీనమగును. 'ద<sub>1</sub>' అను దర్పణమును 'దూ' అను దూరము జరిపినపుడు 'న' చోట్ల వరుసగా చీకటిరేఖలు అగుపడినచో :



మిథోఘట్టనము

$$n \times \frac{\lambda}{2} = d \quad \text{లేదా} \quad \lambda = 2 \times \frac{d}{n}$$

ఈ సమీకరణ సహాయమున మైకేల్సన్ ఉత్తేజిత కాడ్మియమ్ ధాతు బాష్పమునుండి వచ్చు అరుణ కాంతితరంగ దైర్ఘ్యమును నిర్ణయించెను.

$$\lambda = 6438.4696 \text{ ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్లు} \\ = 6438.4696 \times 10^{-8} \text{ సెంటీమీటరులు}$$

మైకేల్సన్ ఈ ప్రయోగమువలన ఒక ప్రమాణతరంగ దైర్ఘ్యమును స్థాపించినవాడు అయ్యెను. నేడు ప్రాయోగికులందరికిని ఇతరతరంగ దైర్ఘ్యములను నిర్ణయించుటకు ఇదియే ప్రమాణమానము.

కాంతి తరంగములుగ ప్రసరించుటకు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులచే కల్పించబడిన ఈతర్ అనుయానకము ఉన్నదా, లేదా అని నిర్ధారించుటకు మైకేల్సన్ ఈమాపకమును ఉపయోగించెను. ఈ ప్రయోగములో ఈతర్ ఉన్నట్లు రుజువు కాలేదు (చూ. ఈతర్ పు. 213). సి. రా. శా.

**మిథోఘట్టనము (ఇంటర్ ఫిరెన్స్):** రాయి విసరినప్పుడు చెరువునందు చిన్నచిన్న అలలు సమకేంద్ర వృత్తములుగ బయలుదేరుట మనము సాధారణముగా చూచుచుండుము. ఇట్లే ఒకేసారి రెండురాళ్లు విసరినప్పుడు వేర్వేరు తరంగ సముదాయములు ఏర్పడి అవి రెండును కలియును. ఈ కలయికలలో రెండు తరంగ శిఖరములు కలిసిన ఒక పెద్ద తరంగముగ మారును. రెండు తరంగ పాదములు కలిసినప్పుడుకూడ ఇట్లే ఏర్పడును. కాని, ఒక తరంగ శిఖరము, ఒక తరంగ పాదము కలిసినచో అవి పరస్పరము అంత మొందించుకొని అసలు అల ఏర్పడదు. ఇట్లు పరస్పరము అంత మొందించుకొనుట, లేదా పోషించుకొనుట 'మిథోఘట్టనము' మిథో అనగా పరస్పరము, ఘట్టనము అనగా డీకొనుట.

కాంతి, శబ్దము తరంగరూపములు కావున, మిథోఘట్టనము వాటియందుకూడ కాననగును. నీటిపై తలమున చమురు పడినప్పుడు పలురంగులు కనుపించును. దానికి కారణము నీటిపై ఒకపలుచని చమురుపొర ఏర్పడును. ఈ పొరపై కాంతి పడినప్పుడు పొర అడుగున పైనుండి పరావర్తనమొందిన కిరణములు మిథోఘట్టనమునకు లోనగును.

ఒకేపానఃపున్యముగల రెండు స్వనద్విభుజము (ట్యూనింగ్ ఫోర్క్) లను ఒకేసారి మీటినప్పుడు రెట్టింపుబిగ్గర శబ్దము పుట్టును. కాని, ఒకదాని పానఃపున్యము రెండవదానిలో సగము ఉన్నప్పుడు శబ్దతరంగములందు మిథోఘట్టనము కాననగును. అనగా, కొన్ని శబ్దతరంగములు పరస్పరము రద్దుచేసికొనుటయును, మరికొన్ని ఒక దానిని ఒకటి

పోషించుకొని బిగ్గరయైన శబ్దము వినవచ్చుటయున జరుగును. సి. రా. శా.

**మిల్లికన్, రాబర్ట్ ఆండ్రూస్ (1869 - 1953)** యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతిక విజ్ఞాని. ఓబర్లిన్ కాలేజి (ఓహియో) లో చదువు ప్రారంభించి, అక్కడనే కొన్నాళ్లు ఉపాధ్యాయుడుగా పనిచేసెను.



రాబర్ట్ ఆండ్రూస్ మిల్లికన్

తరువాత కొలంబియా, బెర్లిన్, గాటింగన్ విద్యాసంస్థలలో కూడ పనిచేసి, 1916 లో చికాగో లో భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడుగా ప్రవేశించి 1921 లో ఆ పదవి యందే కాలిఫోర్నియా ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీలో నియమింప బడెను.

ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశ నిర్ధారణకై ఈయనకు 1923 లో నోబెల్ బహుమానము ఒసంగబడెను. X - కిరణములు, విశ్వకిరణములు, ప్లాంక్ స్థిరాంకము యొక్క మూల్యనిర్ధారణ, అడినీయోహిత వర్ణమాల, ఈవిషయములపై గణనీయమైన పరిశోధనలను కావించెను. జి. సు. రె

**మీసాన్ :** చూ. పరమాణు విజ్ఞానము - పు. 483.

**ముడి ఖనిజములు - ధాతుసాధన :** ఒక స్థిరమగు రాసాయనిక సంఘట్టనము, విశిష్ట భౌతిక ధర్మములు గలిగి ప్రకృతిలో సంభవించు ఏకజాతీయ పదార్థమునకు ఖనిజము (మినరల్) అని పేరు. నేల బొగ్గువంటి కొన్ని కార్బన్ ద్రవ్యములు భూమిలో గనులలో దొరకినన వాటిని ఖనిజములుగా పరిగణించుట సంప్రదాయము కాదు. శిలలలో సాధారణముగా వివిధ ధాతు ఖనిజములు కలసి ఉండును. అందుచే అన్ని ఖనిజములునుండి ధాతువులను విడదీయుట లాభకరము కాదు. ఇటువంటి విజాతీయ ఖనిజ సముదాయమునకు ముడి ఖనిజము లేదా ఖనిజ మిశ్రము (క్రూ) అని పేరు. ఇట్టి ముడి ఖనిజముల నుండి ధాతువులను సాధించుటయందు ఆయా ధాతువులు అధికముగా ఉన్న భాగములే ఉపయోగపడును.

ధాతుయోగికములలో కొన్ని మాత్రమే ఖనిజరూపమున దొరకును. ఇవి ముఖ్యముగా నీటిలో కరగని క్వార్ట్జ్ గాగాని, సల్ఫైడ్ గాగాని, సిలికేట్ లుగాగాని ఉండును. ముఖ్యమైన ధాతు ఖనిజములు సల్ఫైడ్ లు



ఒకప్పుడు ధాతువు విడిగా, అనగా అసంయుక్తస్థితిలో రొరకవచ్చును. లేదా ఆధాతువులే హేరాజన్ మూల ద్రవ్యముతో సంయోగించి, ఫ్లోరైడ్లుగాగాని, క్లోరైడ్లుగాగాని, బ్రోమైడ్లుగాగాని, అయిడైడ్లుగాగాని రొరకవచ్చును.

| ఖనిజస్వభావము              | ధాతువు   |
|---------------------------|--|
| బడిగాదొరకునవి             | బంగారము, వెండి<br>రాగి, ప్లాటినమ్  |
| క్లైస్టల్లు               | ఇనుము, మాంగనీస్<br>తగరము, జింకు, రాగి<br>అల్యూమినియము                            |
| కార్బోనేట్లు<br>సల్ఫేట్లు | ఇనుము, సీసము<br>జింకు, రాగి, మగ్నీషియమ్<br>కాల్షియమ్<br>స్ట్రోన్షియమ్<br>బేరియమ్ |
| ఫ్లోరైడ్లు                | ఇనుము, నికెల్<br>కోబాల్ట్<br>అంటిమోని<br>సీసము, జింకు, రాగి<br>పాదరసము           |
| హైడ్రైడ్లు                | వెండి<br>సోడియమ్<br>పొటాషియమ్<br>మగ్నీషియమ్<br>అల్యూమినియము                      |

ధాతుసాధనశాస్త్రము (మెటల్జీ): ఇది రాసాయనిక శాస్త్రములో ఒక అంతర్భాగము; ధాతువులను సాధించుటకు ఆ ధాతువులను వివిధఉపయోగములకు పనికివచ్చునట్లు తయారుచేయుటకును, వలయు ప్రక్రియలను వివరించు శాస్త్రము. ధాతుసాధనశాస్త్రము రెండు భాగములుగా విభజింపబడినది: 1. ధాతుసాధన విధానములు; 2. యోగ్యకరణ విధానములు. మొదటి భాగమును గురించియే ఇచ్చట వివరించబడును. పరిశ్రమలకు ఉపయోగపడు రూపములలో ధాతువులగాని, వాటి మిశ్రములగాని సాధించుటకు కావలసినపనులు గనివద్దనే ప్రారంభమై నిర్మాణశాలలో కొనసాగును. ఈ ప్రక్రియలు ధాతువు యొక్క స్వభావమును బట్టియు, కొన్ని సందర్భములలో (ముఖ్యముగా భరుదశలలో) ధాతువు యొక్క వినియోగమునుబట్టియు మారుచుండును.

ఖనిజములను శుభ్రపరచుట: ఖనిజములు సాధారణముగా మిశ్రములుగానే లభించును. శుద్ధమైన ఖనిజము

ఒక్కటే ఎప్పుడును చిక్కదు. అట్టి మిశ్రములో పనికివచ్చునవి కొన్ని, పనికిరానివి కొన్ని కలిసియుండును. అందుచేత ఖనిజములను ధాతుసాధనకు ఉపయోగించుటకు పూర్వము మలినములను తొలగించి శుద్ధిచేయుట ముఖ్యము. ఇందుకు ఖనిజములను బాగుచేయుట (ప్రసాధనము) మొదటి మెట్టు. ఆతరువాత ఖనిజసాంద్రీకరణము (ఓర్ కాన్ సెన్ ట్రేషన్) పిదఖనిజములకు అత్యవసరము. ఇట్టిసాంద్రీకరణప్రక్రియ జరుగని పక్షమున ధాతువును సంగ్రహించుటలో వ్యయ ప్రయాసములు అధికమగును.

చూర్ణముచేయుట: విలువలేని ద్రవ్యములతో విలువగల ద్రవ్యములు కలిసిఉండును గనుక ఈరెండురకముల ద్రవ్యములను ఒకదానినుండి మరియొకదానిని విడదీయుటకు ఖనిజమును చితుకగొట్టుట అవసరము. చితుకగొట్టుటకు సైజువారీ విడదీయుటకు ప్రత్యేకయంత్రములను ఉపయోగింతురు. ఈ యంత్రములో చౌడలవంటి రెండు ఇనుప పలకలు ఉండును. ఈపలకలమధ్య ఖనిజమును ఉంచి వాటినిదగ్గరగా కదిపిన పలకలపై తిడికి ఖనిజము నలుగును. బంగారముగల రాళ్లను భేదించుటలో ఆ ముక్కలను పొడిచేయుటకు రోకలివంటి దంపుడుయంత్రమును ఉపయోగింతురు. దీనికి 'పౌండరు' అనిపేరు. ఇంకను మెత్తగా పొడిచేయుటకు 'బాల్ మిల్లు'ను ఉపయోగింతురు. ఈ యంత్రముయొక్క ముఖ్యాంగము మట్టముగా ఉంచబడిన ఇరుసుచుట్టుతిరిగెడి ఉక్కు గొట్టము. చూర్ణముచేయవలసిన ద్రవ్యముతో కలిపి ఉక్కుగోళకములు గొట్టము తిరుగునపుడు అవికూడ తిరిగి మధ్యనున్నద్రవ్యమును చూర్ణముగా నొనర్చును. ఈచూర్ణమును మరలమరల సైజువారీ జల్లెడలలో నుంచి జల్లించెదరు. జల్లెడరంధ్రముల ఉరపును బట్టి చూర్ణము ముతుక, సన్నపు తరగతులుగా విభజింపబడును. దీనికి 'నైజింగ్' లేదా పరిమాణవిభజనము అని పేరు. చాలసన్నపుచూర్ణములను తరగతుల క్రింద వేరుపరచుటకు చూర్ణమును నీటితో కలిపితేరనిత్తురు.

ఖనిజశుద్ధప్రక్రియయందు రెండవప్రకరణము సాంద్రీకరణము. రెండుద్రవ్యములను వేరుపరచుపద్ధతి వాటి స్వభావభేదమునుబట్టి ఉండును. ఖనిజములవిషయములో విలువగలవి, తదితరములకంటె ధర్మములలో భిన్నముగా ఉండును. అట్టి వేర్వేరుధర్మముల ఉపయోగించి వాటిని విడదీయుపద్ధతులు క్రింది పట్టికలో తెలుపబడినవి:

| ధర్మము              | విధానము         |
|---------------------|-----------------|
| 1. ఆకారము           | చేతితోవిడదీయుట  |
| 2. సాంద్రత          | గురుత్వవిభజనము  |
| 3. అయస్కాంతస్వభావము | అయస్కాంతవిభజనము |



| ధర్మము               | విధానము                                  |
|----------------------|--|
| 4. ద్రవీకరణశాస్త్రము | ద్రవీకరణము                               |
| 5. అంటుకొనుశక్తి     | ఉత్ప్లవనవిధానము లేదా<br>తేల గొట్టుపద్ధతి |

చేతితోవిరుట : చేతితో ఏరుటకు వీలైనంత పెద్ద ముక్కలు ఉండునట్లు ఖనిజమును చితుకగొట్టవలెను.

గురుత్వవిభజనము : అనగా ద్రవ్యముయొక్క భార మందుగల వ్యత్యాసమువలన వాటిని వేరుపరచుట. ఈ విధానమందు ఖనిజచూర్ణమును నీటిలో బాగుగా కలిపి తేల పెట్టుదురు. వాటి బరువునుపట్టి చూర్ణఖండములు నీటి అడుగుభాగమున వేరువేరుపొరలుగా తేరును. ఈ పొరలను తరువాత సులభముగా విడదీయవచ్చును.

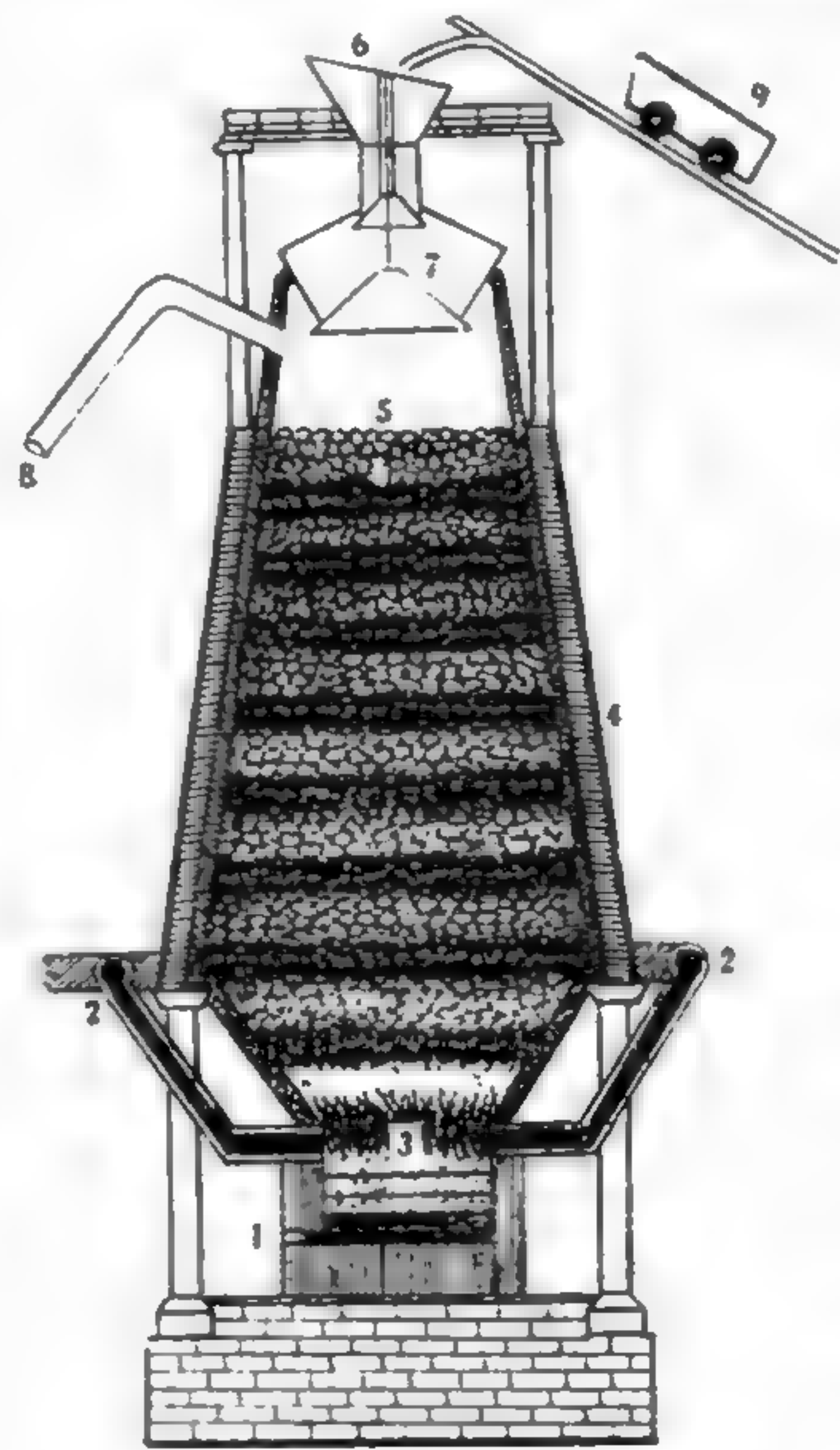
అయస్కాంత విభజనము : కొన్ని ఖనిజములను సూదంటురాయి ఆకర్షించును. దృష్టాంతము మాగ్నెట్ (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). మరికొన్నిటిని అది ఆర్షువైట కాల్చినతరువాత ఆకర్షించును. అందుచే అయస్కాంతముచే ఆకర్షింపబడు ద్రవ్యములను దానిచే ఆకర్షింపబడని ద్రవ్యములనుండి విడదీయుదురు.

ద్రవీకరణపద్ధతి : ఖనిజమిశ్రములను వేడిచేసినచో వాటిలో కొన్నివిలువగలద్రవ్యములు పనికిరానివాటికన్న కష్టముగాగాని, సులభముగాగాని కరగును. ఉదాహరణ మునకు స్టిబ్నైట్ అను ఆంటిమోని ఖనిజము దానితో కలిసియున్న మలినములకన్న సులభముగా కరగును. అందుచే ఈమిశ్రమును కన్నముగలభాండమందుఉంచి వేడి చేసినచో సులభముగా ద్రవమగు స్టిబ్నైట్ కన్నము ద్వారా బయటికి వచ్చును.

తేలగొట్టుపద్ధతి : దీనిని ఫ్లోటేషన్ (=ఉత్ప్లవనపద్ధతి) అందురు. ఈ పద్ధతి పై వాటికంటె చాల విరివిగా వాడు కలో ఉన్నది. ముందు కొన్ని రాసాయనిక ద్రవ్యములను నీటిలోచేర్చి బాగుగా పొడిచేసిన ఖనిజమును ఆ నీటిలో కలియజెట్టుచు గాలిని పంపుదురు. నీటిలో కలిపెడి రాసాయనిక ద్రవ్యములలో కొన్ని నురుగుకట్టునవి, మరి కొన్ని ఖనిజశకలములపై పొరగా చేరునవి, మరికొన్ని అట్టిపొరలు రాకుండచేయునవి ఉండును. విలువైన ఖనిజ శకలములు నీటిలో ఉబుకుచున్న బుడగలకు అంటుకొని నురుగుగా ఏర్పడి బయటికివచ్చును. ఈ నురుగును మజ్జిగ మీద తేలు వెన్నవలె వేరుచేయుదురు. చాల స్పెల్సెడ్ ఖనిజములను ఇట్లు శుభ్రపరచుదురు. ఈ పద్ధతిలో కలిపెడి యాగికములు కార్బన్ ద్రవ్యములు, ముఖ్యముగా 'జాంతేట్లు', 'రాతినానె' ఇందులకు ఉపయోగపడును.

ధాతుసాధనకువలయు కొలుములు : ఈ కొలుములు అనేకములు. ఖనిజములను పెద్దముక్కలుగా వాడవలసి వచ్చినపుడు సున్నపుబట్టివంటి గాలిపోసుకొను నిలుపుబట్టి ఉపయోగింతురు. ముఖ్యముగా ఇనుమును, రాగి తయారుచేయుటకు అది ముఖ్యసాధనము.

ఇది ఒక స్థూలస్తంభాకారముగల కట్టడము. దీని గోడలు కొలిమివేడికి కరగని ఇటుకలతో కట్టబడును ఈ బట్టికి దళసరిగల ఇనుపరేకుకవచము అమర్చిఉండును ఈకట్టడముయొక్క కొన సన్నముగాను, మధ్య స్థూలము గాను, క్రిందను మరలసన్నముగాను ఉండును (1వ పటము) పై నుండి ఖనిజశకలములు, బొగ్గు, ద్రవీకరణములు నియః పరిమాణములో కొలిమిగర్భములోనికి దింపుదురు. ఈ కట్టడము అధోభాగమున ప్రక్కలఉన్న రంధ్రములద్వారా ఒత్తిడిగల వేడిగాలిని పంపుదురు. ఈవేడికి బొగ్గు



1 వ పటము : ప్లాస్ట్ కొలిమి

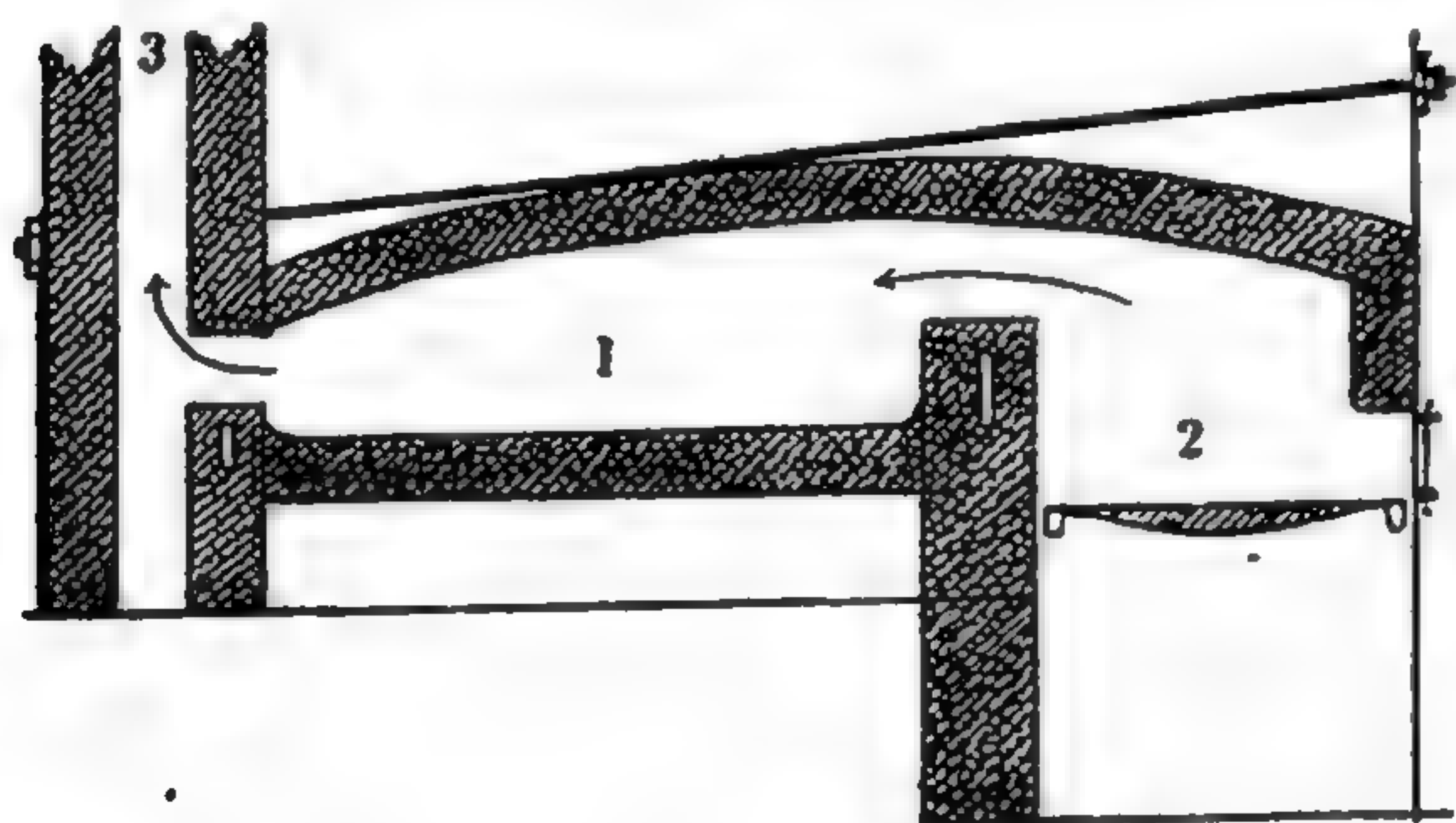
1. ద్రవముగానున్న ధాతువు;
  2. టయాల్లను గాలిగొట్టములు;
  3. ద్రవముగానున్న చిత్తెము;
  4. కొలిమిశరీరము; 5. ఖనిజ మిశ్రము;
  6. ఖనిజమును గ్రహించు ముఖము;
  7. కప్పు & కోను పరికరములు;
  8. కొలిమినుండి వాయువులు పోవుటకు గొట్టము; 9. ఖనిజమును వెలుపు తొట్టె.
- ద్రవరూపములో కరగిన ధాతువుపై తేలును, చిత్తెమును, ధాతువును వేరువేరు కన్నముల ద్వారా కొలిమినుండి పైకితీయుదురు. ధాతువు బరువగుటచేత క్రిందిరంధ్రము గుండా కాలువలలోనికి

ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ తయారగును. ఇది బొగ్గుతో సంయోగించి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ఏర్పడును. ఈ కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఖనిజమందలి ధాతువు యొక్క ఆక్సైడ్ ను ఆక్సిహరించి ధాతువుగా మార్చును. ఖనిజమందలి మలిన పదార్థములను వేరు చేయుటకు స్లాగ్ ద్రవ్యములను ఖనిజముతోకూడ కలుపుదురు. ద్రవీకరణములు ధాతువునందలి మలినములతో సంయోగించి, చిత్తెము కట్టి వాటినివేరుపరచును. ఈచిత్తెము ద్రవరూపములో కరగిన ధాతువుపై తేలును, చిత్తెమును, ధాతువును వేరువేరు కన్నముల ద్వారా కొలిమినుండి పైకితీయుదురు. ధాతువు బరువగుటచేత క్రిందిరంధ్రము గుండా కాలువలలోనికి



పారునట్లు చేయుదురు. స్లాగ్ (చిట్టెపుద్రావము)ను దానికి పై నడన్న రంధ్రముద్వారా తొట్లలో నింపుదురు.

రివెర్చరేటరీ కొలిమి : మిక్కిలి చూర్ణముగానున్న ఖనిజ ములకు ఈకొలిమిని ఉపయోగింతురు (2వ పటము). ఇందు

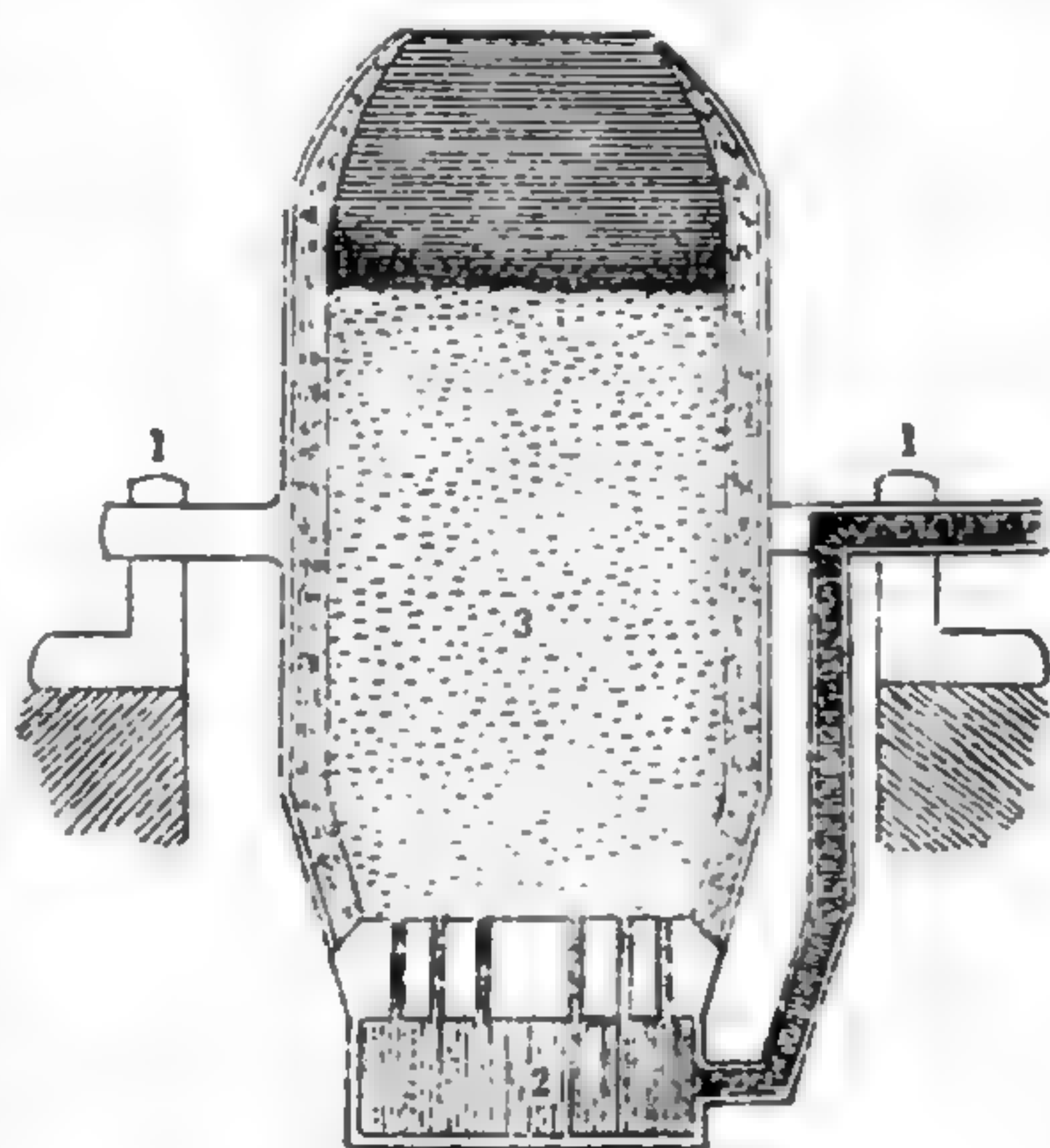


2 వ పటము : రివెర్చరేటరీ కొలిమి

1. కొలిమిచల్పము, 2. నిప్పుఉండుచోటు, 3. చిమ్మి.

ఒకపొయ్యిలో బొగ్గు మంటపెట్టి, దానినుండి పై కెగయు జ్వాల కొలిమి వెన్నుకు తట్టి కొలిమిలోనింపిన ఖనిజ మిశ్రముపై పరావర్తించును. ఈ వేడిమికి అది కరగి ధాతువు విడిపోవును.

కన్వర్టర్ కొలిమి : ఇది పనసకాయ ఆకారముగల ఒక పెద్ద అండా. దీనికడుపుకన్న మూతి సన్నము. అడుగు భాగమున రంధ్రములు ఉండును. ఈ అండా ముందు వెనుకలకు ఆడుటకు వీలగునట్లు రెండుపిన్నులమీద ఇది తిరుగును (3వ పటము). దీనిని ఇనుము మొదలగు ధాతువులను శుభ్రపరచుటకు వాడుకచేయుదురు. అండాను పిన్నులపై నేల పారుగా బిగించి కరగియున్న ధాతువులను స్లాగ్ ద్రవ్యములతో పాటు అండా గర్భములో పోయుదురు. క్రింది రంధ్రముల ద్వారా గాలిని ప్రసరించుటకు ఆ రంధ్రించి అండాను తిన్నగా త్రిప్పుదురు. ఆక్సిజన్ చే ధాతువునందు ఉండు మలిన ద్రవ్యములు ఆక్సికరించబడి కొన్ని వాయురూపముగా

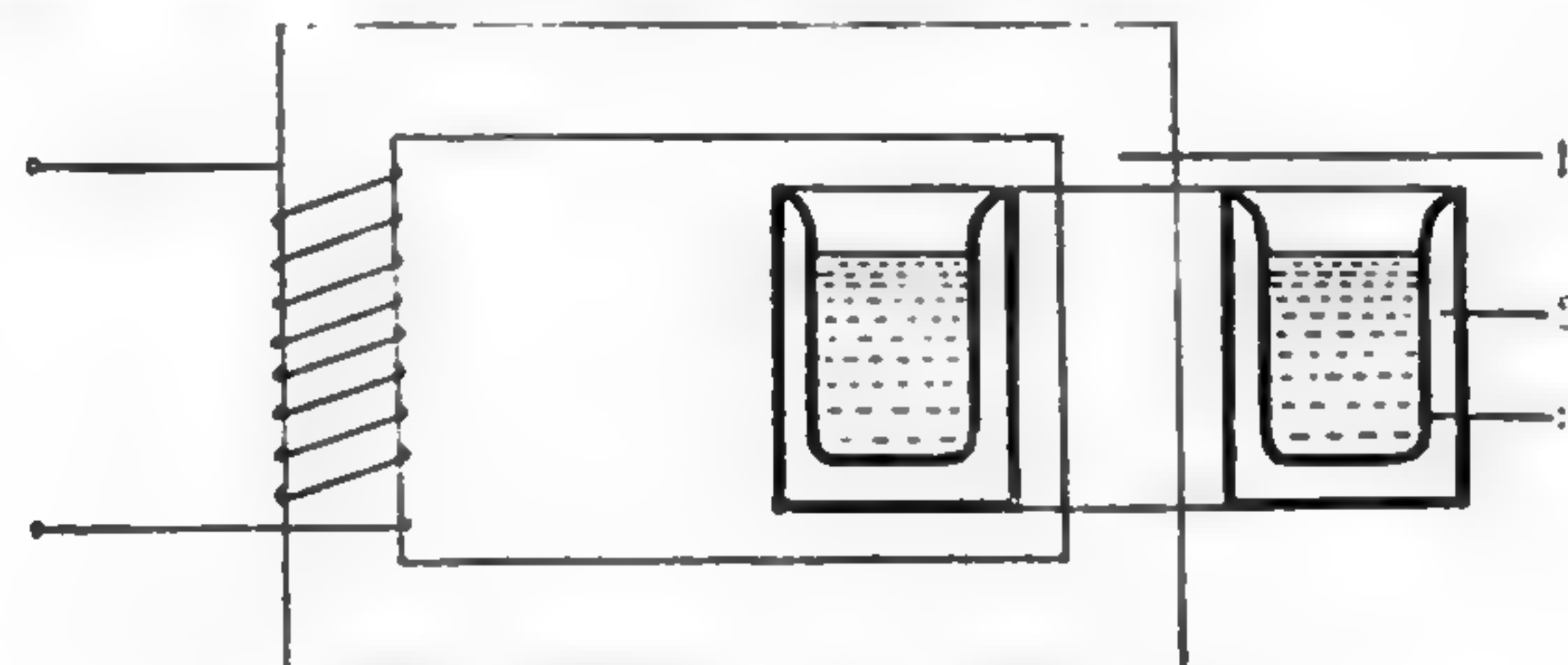


3వ పటము : కన్వర్టర్ కొలిమి

1. కన్వర్టర్ ప్రేతాడదీసిన పిన్నులు, 2. గాలిగొట్టము, 3. ధాతుద్రవము.

పైకి వెడలును; కొన్ని స్లాగ్ తోకలసి ద్రవరూపమున వేరగును.

అతిశుద్ధమగు ధాతువులను తయారుచేయ వలసినపుడు కొలిమినుండి వచ్చు వాయువుల సంపర్కము ధాతువునకు తగులకూడదు. అట్టి సందర్భములలో మఫిల్స్, క్రూసి బిల్స్ అనగా మూసలు, రిటార్ట్లు మొదలగు విశిష్టసాధనములను ఉపయోగింతురు. మిక్కిలి హెచ్చుతాప క్రమము కావలసి వచ్చినపుడు విద్యుచ్ఛక్తి కొలుములను (చూ. 4వ పటము) కూడ ఉపయోగింతురు.



4 వ పటము : ప్రరోచనవిద్యుత్ కొలిమి

1. ప్రథమవేష్టనము; 2. ద్వితీయవేష్టనముగా ఆచరించు వలయాకారపాత్ర; 3. వలయపాత్రలోని ధాతుద్రవము.

ధాతుసాధన : వీటిలో ముఖ్యమైనవి మూడు పద్ధతులు ఉన్నవి: 1. కొలుములలో తప్తధాతువులను తయారు చేయుట - దీనికి పైరో మెటల్జీ అనిపేరు; 2. నీటిని ఉపయోగించుపద్ధతి (హైడ్రోమెటల్జీ); 3. విద్యుచ్ఛక్తిని ఉపయోగించు పద్ధతులు (ఎలక్ట్రోమెటల్జీ).

ధాతువు సహజముగా విడిగా దొరకునపుడు దానితో కలసియున్న పనికిరాని ద్రవ్యములను వేరుచేయుట చాల సులభము. మలినములతోఉన్న ఖనిజమును ద్రవకారక పదార్థములతో కలిపి కరగువరకు వేడిచేయుదురు. మలిన ద్రవ్యములు ద్రవకారక ద్రవ్యములతో కలిసి గాఢవంటి ద్రవ పదార్థము ఏర్పడును ధాతువుకూడ ద్రవరూపముననే ఉండును. కాని ఈ రెండు ద్రవ్యములు ఒకదానితో ఒకటి కలియవు. అందుచే వేరువేరు భాగములుగా ఒక దానిపై ఇంకొకటి తేరును. ఇట్టిస్థితిలో వీటిని సులభముగా వేరుచేయ వచ్చును. బంగారమును సంగ్రహించు పద్ధతులలో ఇది ఒకటి.

యోగిక ఖనిజములనుండి ధాతువులను విడదీయుటకు ధాతువు తక్కు దానితో కూడియున్న ఇతరద్రవ్యములతో సంయోగించగల పదార్థములను ఉపయోగించవలెను. ధాతుస్వభావమునుబట్టి ఈ విడదీయు ప్రక్రియ మారుచుండును. ఎట్లు అనగా కొలిమివేడిమికి ఆవిరిరూపమున పైకి వెడలు పాదరసము, జింకు ధాతువుల విషయములో వాటి ఆవిరిని చల్లార్చి సాంద్రీకరించినచో ధాతువు లభ్యమగును. ఆవిరిగా మారని ధాతువులు ద్రవరూపమున స్లాగ్ పొరక్రింద కొలిమి అడుగుభాగమున చేరును. అచటనుండి



ధాతువును రంగ్రహమునుండి పైకి తీయవచ్చును. ఖనిజములు ఆక్సైడ్లు అయినపుడు బొగ్గుతో ఆక్సిహరింతురు. ఆక్సిహరణములో ధాతువు విడివడును. దానితో రాసాయనిక సమ్మేళనములో ఉండిన ఆక్సిజన్ బొగ్గుతో సంయోగించి వాయురూపమున కొలిమి ముఖద్వారమునుండి పైకి వెడలును. ఖనిజములు సల్ఫైడ్లు అయినపుడు వీటిని గాలిలో కాల్చుదురు. ఈ ప్రక్రియవలన సల్ఫైడ్ చాల వరకు ఆక్సైడ్గా మారును. ఈ ఆక్సైడ్ను మరల బొగ్గుతో ఆక్సిహరించినచో ధాతువు విడివడును. ఖనిజము కార్బోనేట్ అగునపుడు దానిని కాల్చుట వలన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ కొలిమినుండి పైకిపోయి ధాతువుయొక్క ఆక్సైడ్ మిగులును. ఈ ఆక్సైడ్ను యథాప్రకారము ఆక్సిహరించినచో ధాతువు లభ్యమగును.

క్రోమియమ్, మాంగనీస్ ఆక్సైడ్లను బొగ్గుతో ఆక్సిహరించుట సాధ్యముకాదు. వీటిని బొగ్గుకన్న ఎక్కువ ఆక్సిహరణశక్తిగల అల్యూమినియము చూర్ణముతో ఆక్సిహరింతురు. దీనికి గోల్డ్ స్మిత్ విధానము అనిపేరు :



ఈ విధానమందు అల్యూమినియమునకు బదులుగా అపురూపధాతు ఖనిజములనుండి తయారైన 'మిష్ మెటల్' అను ధాతుమిశ్రమమును కూడ వాడుదురు (చూ. అపురూపమృత్తులు - పు. 140).

ఇట్లు జింకు, పాదరసము, అంటిమోని, నికెల్, కోబాల్ట్, ఇనుము, తగరము, సీసము, మాంగనీస్, క్రోమియమ్ ధాతువులను తాపవిధానముననే ఖనిజములనుండి విడదీయుదురు.

నీటిని ఉపయోగించుపద్ధతి : దీనిని ద్రావణీకరణ పద్ధతి అందురు. ఇందు సాంద్రీకృత ఖనిజచూర్ణమును, దానియందలి ధాతువును మాత్రము విలీనముచేయగల జలద్రావణముతో కలుపుదురు. ధాతువుకరగి ద్రావణమైన తరువాత దానిని ద్రావణమునుండి తగిన రాసాయనిక ప్రక్రియచే అవక్షేపముగా క్రిందికి తేర్చవచ్చును; లేదా విద్యుత్ విశ్లేషణమువలన ఋణధ్రువముమీద వేరుచేయవచ్చును; లేదా, ద్రావణమును ఇగుర్చుటవలన ద్రావ్యమగు ధాతువు నిల్చి ద్రవము ఆవిరిరూపమున పైకి పోవును. ఇట్లు బంగారమును ఖనిజ చూర్ణమునుండి పాదరసములో ద్రావణముగా సంగ్రహించి ద్రావణమును వేడిచేయుట వలన పాదరసము ఆవిరిగా పైకెగసి బంగారము నిల్చిఉండును. బంగారము, వెండి ఖనిజములను సోడియమ్ సైనైడ్ ద్రావణములో కరగించి, ఆ ద్రావణమునందు జింకు

వలకలు ఉంచినచో రెండు ధాతువులు ద్రావణమునుండి బయటికి వచ్చును. రాగిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్లో కరగించి ద్రావణముగా మార్చి ఈ ద్రావణమును విద్యుత్ విశ్లేషణమువలన, రాగిని ఋణధ్రువముమీద అట్టకట్టునట్లు చేయవచ్చును.

విద్యుత్ ప్రక్రియలు : ఈ పై రెండు విధానములచే సాధించుటకు వీలులేని ధాతువులను విద్యుత్ విధానముననే విడదీయుదురు. ఇందులకు ధాతువుల క్లోరైడ్లు ఉపయోగపడును. క్లోరైడ్లను తాపముచే కరగించి ఆ ద్రవమును విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానమున విశ్లేషించినపుడు ధాతువు ఋణధ్రువముపై వేరగును. సోడియమ్, పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, స్ట్రోన్షియమ్, జేరియమ్ ధాతువులు ఇట్లు తయారగును. కాని అల్యూమినియము తయారు చేయుటకు ఉపయోగించు ద్రవ్యము క్లోరైడ్ కాదు. క్రయొలైట్ అను అల్యూమినియము సోడియమ్ ఫ్లోరైడ్ల జంట యాగికము ( $\text{3NaF}$ ,  $\text{AlF}_3$ ) వేడిచే కరగించబడిన క్రయొలైట్లో శాక్వెన్స్ అను అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ సులభముగా కరిగును. ద్రవ రూపమగు క్రయొలైట్లో అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ ద్రావణరూపములో ఉండును. ఈ ద్రావణమును విద్యుత్ విశ్లేషణము కావించినచో ఋణధ్రువముగా ఆచరించు బొగ్గు పొరతోకప్పిన ఇనుపపెట్టె అడుగుభాగమున అల్యూమినియము చేరుకొనును. ఈ ప్రక్రియకు 'హోల్ & హెరౌల్ట్ ప్రక్రియ' అని పేరు.

ధాతుశోధన (రిఫైనింగ్ ఆఫ్ మెటల్స్) : సాధారణముగా తాపనక్రియలద్వారా లభ్యమగు ధాతువులు నిర్దుష్టముగా ఉండవు. అందుచే వీటిని శుభ్రపరచుట అవసరము. విద్యుత్ ప్రక్రియల వలన లభ్యమగు ధాతువులు అట్లుగాక శుభ్రముగానే ఉండును. ధాతువులను శుభ్రపరచుటకు రెండు ముఖ్యవిధానములు కలవు : 1 తప్త ధాతు విధానము; 2. విద్యుత్ విధానము.

తప్తధాతు విధానము : ఈ ప్రక్రియలో వేడిచే కరగిన ధాతువు యందుండు మాలిన్యములు, గాలిసంపర్కముచే కొలిమియందు ఆక్సికరించబడి స్లాగ్ ద్రవ్యములతో సంయోగించి ధాతువుపై తెట్టుగా తేరును. ఈ తెట్టును పొరలతో తీసివేసినచో శుభ్రమైన ధాతువు మిగులును; ఇట్లు రాగిని శుభ్రపరచుదురు. రాగిని కొలిమిలో గాలి సోకునట్లు కరగించిన అందుండు ఇనుము, సీసము, జింకు, తగరము మొదలగు ధాతుమాలిన్యములు ఆక్సైడ్లుగా మారి స్లాగ్తో సంయోగించి రాగిమీద తెట్టుకట్టును. ఈ ప్రక్రియయందు కొంచెము రాగి కూడ ఆక్సైడ్గా మారును. ఈ నష్టమును



కూడదీయుటకు ఆత్మైక్యము తిరిగి రాగిగా మార్చవలెను. ఇందుకు కొలిమిలో కరగియున్న ధాతువును పొడవైన పచ్చికర్రలతో కలియజెట్టుదురు. కొలిమి వేడికి పచ్చికర్రల యందలి ద్రవ్యములు విశ్లేషించి, హైడ్రోకార్బన్ వాయువులు ఏర్పడును. ఈ వాయువులు రాగి ఆత్మైక్యము తిరిగి రాగిగా ఆక్సిహరించును. అప్పుడు శుద్ధమైన రాగి తయారగును. ఇటులనే సీసముతో కలిసిన వెండిని శుభ్రపరచుటకు ఈ ప్రక్రియను వాడుదురు. సీసమిశ్రితముగు వెండిని మూసకొలిమిలో కరగించి గాలిని కొలిమిలోనికి పంపినచో సీసము పసుపువర్ణముగల ఆత్మైక్యముగా మారును. మూసలో ఈ ఆత్మైక్యము కొంత లీనమగును. మిగిలినదానిని విసురుగాలితో పైకి వెళ్లగొట్టుదురు. మూసలో శుద్ధమైన వెండి మిగిలి ఉండును. స్వర్ణకారులు ఇప్పటికిని ఈ విధానముననే వెండిని శుద్ధిచేయుదురు. దీనికి ఊడుట అని పేరు. శుద్ధమైన వెండిని ఊడిన వెండి అందురు.

**విద్యుత్ విధానము :** ఇందు సరియగు ధాతులవణద్రావణములో పలకలుగా పోసిన మలినధాతువును ధనద్రువములుగాను, శుద్ధమైన ధాతువును ఋణద్రువములుగాను వరుసగా అమర్చి విద్యుత్ ప్రవాహమును ఉచితరీతిని పంపుదురు. శుద్ధధాతువు ఋణద్రువములపై నిక్షిప్తమగును. ధనఫలకమునుండి ఎంత ధాతువు ద్రావణములో కరగునో అంత ఋణద్రువముపై పొరగా చేరును. రాగిని శుద్ధిచేయుటకు మైలతుత్త (కాపర్ సల్ఫేట్) ద్రావణమును వాడుదురు. ఈ విధానముననే జింకు, సీసము, వెండి కూడ తదనుగుణములగు ద్రావణములలో విద్యుత్కరణమువలన తయారగుచున్నవి. ఈ ధాతువులు అన్నియు అతిశుద్ధముగా ఉండును. ఎన్. బి. వి. కె. రావు.

**మూలద్రవ్యభావము :** రాసాయనిక శాస్త్రభావములలో మూలద్రవ్యభావము, సంయుక్త (యోగిక) ద్రవ్యభావము మొదటిది. 'ప్రపంచమందు అగపడు వస్తువులలో అనేకములను సరళద్రవ్యములలోనికి విడదీయవచ్చును' అనుభావము సంయుక్తద్రవ్యభావమునకు దారితీసినది. ఏ సరళద్రవ్యములు కలిసి సంయుక్తద్రవ్యములు ఏర్పడినవి అను విషయమును చర్చించుటయందు మూలద్రవ్యభావము పొడసూపినది. ఈ రెండుభావములును పరస్పరసాపేక్షములు. అనగా మూలద్రవ్యభావములేనిది, సంయుక్తద్రవ్యభావము సిద్ధించదు : సంయుక్తద్రవ్యభావము లేనిది మూలద్రవ్యభావము సిద్ధించదు. మూలద్రవ్యములనుండి సంయుక్తద్రవ్యములు ఏర్పడినట్లుగాని, సంయుక్తద్రవ్యము మూలద్రవ్యములుగా విడివడినట్లుగాని, తెలిసికొనుట ఎట్లు అను విషయమును పరిశీలించు సందర్భమున, రాసా

యనికపు మార్పు అను భావకల్పన ఆవశ్యకమైనది. మగ్నీషియమ్ తీగతో ప్రయోగాంతమున మనకు లభ్యమైన చూర్ణమును సరిపోల్చి చూచినచో మొదటి ద్రవ్యపు ధర్మములు వేరు ; రెండవద్రవ్యపు ధర్మములు వేరు.

కర్రలు కాలి బూడిదగా మారునపుడు, పాలు పులిసి పెరుగు అగునపుడు, బయట గాలిలో ఉంచిన ఇనుపముక్క త్రుప్పు పట్టునపుడు గోచరించు ప్రక్రియలు అన్నియు రాసాయనికపు మార్పులే. ఈ ప్రక్రియలన్నిటి యందును మగ్నీషియమ్ తీగ కాలి, మగ్నీషియా ఏర్పడిన ప్రక్రియలోవలె మొదట వస్తువులనుండి భిన్న ధర్మములుగల నూతన వస్తువులు ఏర్పడుట కననగును అదికాక ఈ మార్పులు అన్నియు అపరివర్తనీయములు.

ఇట్టి రాసాయనికపు మార్పు పరిసర ప్రకృతియందును, మనశరీరమందును అనవరతము స్రవ్యక్షమగుచుండును. వాతావరణమునుండి నీటి ఆవిరిని, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును తీసికొని వృక్షములు కొమ్మలు, పువ్వులు, కాయలు పెట్టి వృద్ధి పొందుట ఒక అద్భుతమైన రాసాయనికపు మార్పుల పరంపర. మనము తినెడి ఆహారము నోటికందించినది మొదలు లాలాజలమువంటి రసములతో మిశ్రితమై అనేక రాసాయనికపు మార్పులకు లోనై శరీరమందు రక్తముగాను, కండరములుగాను, ఎముకలుగాను, మారి మనకు జీవనాధారమగుట రాసాయనికపు మార్పు పరంపరకు మరియొక దృష్టాంతము. ఇవి అవి అననేల ; సర్వతోముఖమై అవిరతమగు రాసాయనిక పరిణామము సృష్టికి మూలాధారమై ఉన్నది.

ప్రకృతిని అటుంచి, మానవుడుకూడ వాయువునుండి జలమునుండి, భూమినుండి తన జీవనసౌఖ్యమునకు కూర్చు అనేకద్రవ్యములను, వ్యాపారములను తనచే కల్పితములగు రాసాయనికపు మార్పు ఫలములుగానే పడయుచున్నాడు.

ఇట్లు ప్రకృతిని మానవ వ్యవహారములను శాసించుచున్న రాసాయనిక పరిణామముయొక్క స్వరూపస్వభావముల జ్ఞానము మనకు ఆవశ్యకము. మే. వ. స.

**మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము :** రాసాయనిక శాస్త్రదృష్ట్యా మూలద్రవ్యములను సరిగా వర్గీకరించుట అధునాతన శాస్త్రజ్ఞుల కృషి ఫలితమే. ఈ వర్గీకరణమునకు పరమాణు గుణపరీక్ష ఆధారము. వర్గీకరణమునకు పరమాణు ధర్మములను బీజప్రాయముగ (1816-29 మధ్య) గ్రహించినవారిలో డబ్లీవర్ శాస్త్రజ్ఞుడు మొదటివాడు. మూలద్రవ్యములను మూడుమూడు చొప్పున గుంపులుగా ఏర్పరచి వానిలో ప్రతిగుంపునందును మధ్యనున్నమూలద్రవ్యముయొక్క గుణములు మొదటిదానికిని చివరదాని



## మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము

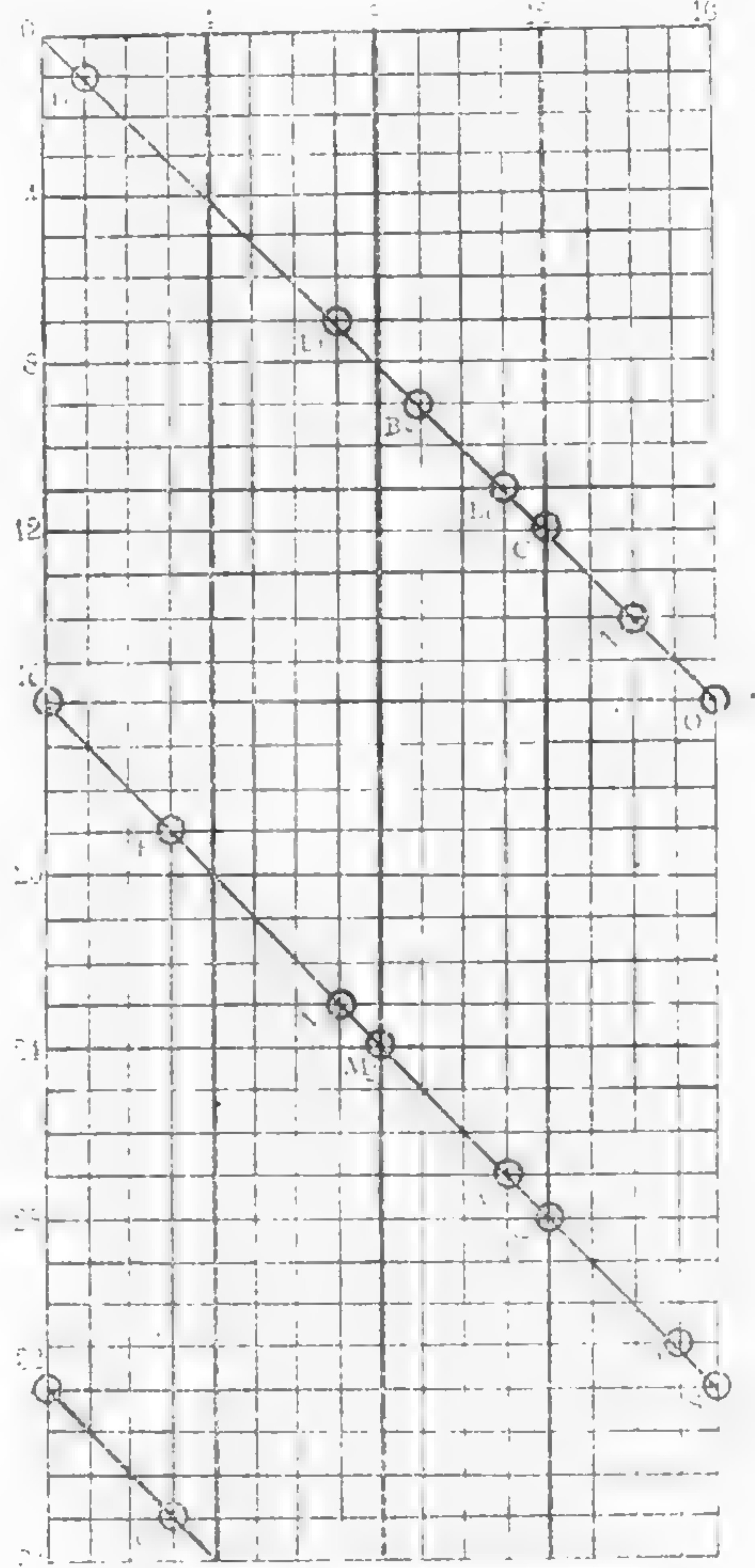
కిని మధ్యస్థముగా ఉండునని ఆయన చెప్పెను : 1. కాల్షియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్; 2. సోడియమ్, పొటాసియమ్, రుబిడియమ్; 3. క్లోరిన్, బ్రోమిన్, అయిడిన్, అను మూడు సమూహములను అట్టి శ్రేణిసమూహములకు ఉదాహరణముగా గ్రహించవచ్చును. ఈ మూడు గుంపుల పరమాణు భారములను, సాంద్రతలను మూలద్రవ్యముల గుణములపట్టికయందు గమనించినచో డబ్లీసర్ సూత్రము లోని నిజము వ్యక్తమగును:

|              | Na               | K               | Rb              | Ca | Sr | Ba | Cl | Br | I |
|--------------|------------------|-----------------|-----------------|----|----|----|----|----|---|
| పరమాణు భారము | 23, 39, 85.5     | 40, 88, 137     | 35.5, 80, 127   |    |    |    |    |    |   |
| సాంద్రత      | 0.97, 0.86, 1.53 | 1.54, 2.56, 3.5 | 0.82, 1.7, 4.94 |    |    |    |    |    |   |

1828-1854 మధ్య బీన్ బాప్టిస్టే డ్యూమా, జ్యోషియా పార్సన్స్ కుక్ అను వారిరువురును మూల ద్రవ్యములను మూటికంటె ఎక్కువగా జేర్చిన వర్గములుగా మార్చవచ్చుననియు, ఒకే వర్గమునకు చెందిన ద్రవ్యములలో ఒకే కుటుంబమునకు చెందినవాటిలోవలె పోలికలు కనబడుననియు నిర్వచించిరి. అందువలన మూలద్రవ్యములను కొన్ని కుటుంబములుగా విభజించుట జరిగెను : 1. మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్ ; 2. ఫ్లోరిన్, క్లోరిన్, బ్రోమిన్, అయిడిన్ ; 3. నైట్రోజన్, ఫాస్ఫరస్ (భాస్వరము), ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని, బిస్మత్తు; 4. ఆక్సిజన్, గంధకము, సిలినియమ్, టెలురియమ్ అను మూలద్రవ్యములు ఇట్టి కుటుంబములకు విస్పష్టమైన ఉదాహరణములు.

1862 లో పరమాణుభారములను మూలద్రవ్యముల యొక్క నిత్యస్వభావముగ గ్రహించి, వర్గీకరణమొనర్చుట తగునని 'షాన్ కుర్ట్వా' అను ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు సూచించెను. మరమేకునందున్న మాదిరిగా క్రమముగా పైకి పోయెడి సర్పిలాకార రేఖపై వేర్వేరుమూలద్రవ్యములను వాని పరమాణుభార క్రమానుసారముగ బిందురూపమున ఇతడు గ్రహించెను. ఈ పద్ధతి వర్గీకరణమును 1 వ పటములో చూడవచ్చును. ఇట్లు అమర్చినపుడు పోలికలుగల మూలద్రవ్యములన్నియు, వరుసగా ఒకదానిపై ఒకటి సర్దుకొనెను. మరుసటి సంవత్సరముననే 'న్యూలాండ్స్'

అను ఇంగ్లీషు శాస్త్రజ్ఞుడు మూలద్రవ్యములను వాని పరమాణు భారక్రమమున అమర్చినపుడు ప్రతి ఎనిమిదవ ద్రవ్యము మొదటిదానిని పోలియున్నదని గమనించెను. సంగీతమునందు 'సరిగమపదని' అను సప్తస్వరముల



1 వ పటము : షాన్ కుర్ట్వాసర్పిలరేఖ.

తరువాత తిరిగి 'స' అను స్వరము మేళవించునట్లు మూలద్రవ్యగుణములు కూడ ఆవర్తక్రమమున హెచ్చుస్థాయిలో కనిపించునని ఈ శాస్త్రజ్ఞుడు నిర్వచించెను. న్యూలాండ్స్ నిర్వచించిన సూత్రమును స్వరాష్ట్రక నియమము (లా ఆఫ్ ఆక్టేవ్స్) అని పేర్కొందురు. ఈ నియమము యొక్క ప్రామాణ్యత ఈమూడువరుసలను గమనించినచో స్పష్టమగును :

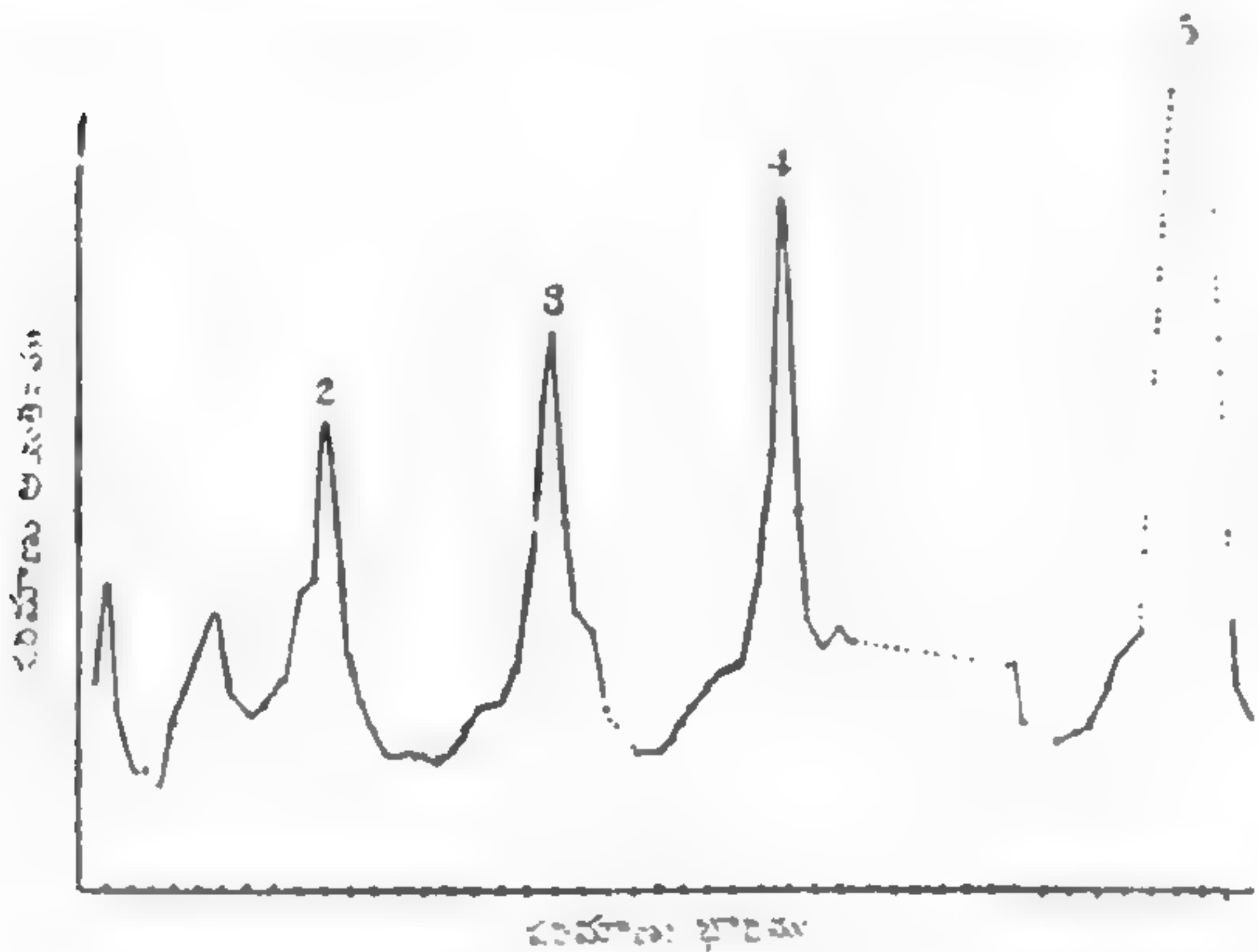
|           |           |            |              |           |           |          |
|-----------|-----------|------------|--------------|-----------|-----------|----------|
| H         | Li        | Be         | B            | C         | N         | O        |
| హైడ్రోజన్ | లిథియమ్   | బెరిలియమ్  | బోరాన్       | కార్బన్   | నైట్రోజన్ | ఆక్సిజన్ |
| F         | Na        | Mg         | Al           | Si        | P         | S        |
| ఫ్లోరిన్  | సోడియమ్   | మగ్నీషియమ్ | అల్యూమినియము | సిలికన్   | భాస్వరము  | గంధకము   |
| Cl        | K         | Ca         | Cr           | Ti        | Mn        | Fe       |
| క్లోరిన్  | పొటాసియమ్ | కాల్షియమ్  | క్రోమియమ్    | టైటానియమ్ | మాంగనీస్  | ఇనుము    |



పోలికలేమియు లేనప్పటికిని మాంగనిస్ నైట్రోజన్ వర్గమునందు, ఇనుమును ఆక్సిజన్ వర్గమునందు చేర్చుట వలన న్యూలాండ్స్ నియమము అంత తృప్తికరముగా వర్తించదని ముందుపుటలో ఉన్న పట్టిక చూచిన స్పష్టమగును. అయినప్పటికిని ఇతర వర్గీకరణములకన్న ఇది కొంతఎక్కువ వ్యాపకమైనదనియు, ఆవర్తక్రమ లక్షణములను ఇముడ్చుకొని ఉన్నదనియు ఊహించవచ్చును.

1884 లో లోడర్ మేయర్ అను జర్మనుశాస్త్రజ్ఞుడు స్వతంత్రముగా ఇట్టి నియమమునే కనుగొనెను. బర్టీలియస్, స్టాస్ మొదలగు అనేక శాస్త్రజ్ఞులకృషి వలన నికరముగా తేలిన పరమాణుభారములను ఉపయోగించి మూలద్రవ్యములను ఆరోహణ క్రమముగా అమర్చెను. అప్పుడు ద్రవ్యముల గుణములు ఒక క్రమము అనుసరించి ఉండునని అతడు కనుగొని ఈ సత్యము కండ్లకు కట్టునట్లు రుజువు చేయుటకై ఒక కొత్త ఫక్కిని అవలంబించెను.

ఏదైన మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణుభారము ఆక్రమించుకొను ఘనపరమాణుమును ఆ ద్రవ్యముయొక్క పరమాణ్వాయతనము అనవచ్చును. మూలద్రవ్యముల పరమాణు భారములను, వాటి పరమాణ్వాయతనము



2 వ పటము : లోడర్ మేయర్ పరమాణ్వాయతన వక్ర రేఖ.

అను గ్రాఫ్ కాగితముపై బిందువులచే గుర్తించి, అట్లు లభించిన బిందువుల ఒక రేఖచే కలిపినపుడు 2 వ పటములో చూపిన ఆవర్తవక్రరేఖలు సిద్ధించును. అందు ఆరోహణావరోహణక్రమము స్పష్టమగుచున్నది. ఇట్లు ఈమూలద్రవ్యముల ఇతర గుణములుకూడ వాటి పరమాణు భారములతో సమకూర్చినచో ఇట్టి క్రమముల అనుసరించునని లోడర్ మేయర్ సూచించెను. ఒకదానినొకటి పోలియున్న ద్రవ్యములు ఈ రేఖలపై తుల్యస్థానములను ఆక్రమించెనని గమనించెను. పరమాణుభార క్రమముపై

ద్రవ్యముల గుణములు ఆధారపడియున్నట్లు అతడు నిరూపించెను.

1869 లో మెండేలేయ్ అను రష్యా శాస్త్రజ్ఞుడు 'పరమాణు భారక్రమములో మూలద్రవ్యములను అమర్చినచో వానిగుణములు ఆవర్తక్రమమున పరమాణు భారమును అనుసరించును' అని స్వతంత్రముగా కనుగొనెను. ఈ నియమమును దృఢముగా విశ్వసించి, కూలంకషమైన పరిశోధనల వలన రెండు సంవత్సరములలో దానియొక్క ప్రయోజనమును శాస్త్రజ్ఞులందరకు నచ్చచెప్పెను. ఇందుపూర్వపు వర్గీకరణములో ఉన్న మంచి లక్షణములన్నియు గర్భితములై ఉన్నవి. ఈ నియమము మూలద్రవ్యములకే కాక వాటి యాగికములకు కూడ వర్తించునని, సమగ్రమగు పరిశోధనల వలన మెండేలేయ్ తేల్చెను. అందువలన రాసాయనిక శాస్త్ర విజ్ఞానమంతయు క్రోడీకరించుటకు వీలయ్యెను. ఈ నియమానుసారియగు వర్గీకరణములో మూలద్రవ్యములు అన్నియు ఎనిమిది కుటుంబములుగా ఏర్పడినవి. అందువలన రాసాయనిక శాస్త్ర అభ్యాసమునకు ఒక పన్ను లభించెను. అంతేకాక విశేష విజ్ఞానదాయకములగు నూతన పరిశోధనలకు దారిదొరకెను.

మెండేలేయ్ ఆ వర్తక్రమ పట్టికలోని వర్గీకరణమును (చూ. పటము - పు. 95) గమనించినచో క్రింది లక్షణములు స్పష్టముగా గోచరించును :

1. మూల ద్రవ్యములను పరమాణుభార క్రమమున సర్దినపుడు, వాటిధర్మములో ఒక ఆవృత్తి గోచరించును ;

2. పోలికలుగల మూల ద్రవ్యములు ఇంచుమించు సమానమైన పరమాణుభారము (ప్లాటినమ్, ఇరిడియమ్, ఆస్మియమ్)లనుగాని లేదా క్రమముగా పెరుగుచున్న పరమాణుభారము (సోడియమ్, పొటాసియమ్, రుబిడియమ్)లను కాని కనపర్చును ;

3. పరమాణుభారక్రమమున అమర్చిన మూలద్రవ్యములయొక్కగాని, వాటివర్గములయొక్కగాని యోజనీయత కూడ ఒక నియతక్రమములో మారుచుండును ;

4. చాలతక్కువ పరమాణుభారములుకల మూలద్రవ్యములు ప్రకృతిలో మిక్కిలి విస్తరించియున్నవి. వీటి గుణములు చాల విశిష్టములైనవి. అందుచే వీటిని దృష్టాంత మూలద్రవ్యములు (టిపికల్ ఎలిమెంట్స్) అనవచ్చును. ఆవర్తక్రమములోని లిథియమ్, సోడియమ్ ఆవృత్తులలో ఉన్న మూలద్రవ్యములకు దృష్టాంత మూలద్రవ్యములని మెండేలేయ్ పేరిడెను ;



## మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము

5. మూలద్రవ్య ధర్మవిశిష్టత దాని పరమాణుభార పరిమాణమునుపట్టి ఉండును ;

6. ఇంకను మరికొన్ని కనుగొనవలసిన మూలద్రవ్యములు ఉన్నవి. వాటిని ఈ ఆవర్తక్రమపట్టిక సహాయమున ముందుగా నిర్దేశించవచ్చును ;

7. ఆవర్తక్రమములో చుట్టుపట్లనున్న మూలద్రవ్యముల పరమాణుభారజ్ఞానమును ఉపయోగించి, ఒకమూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణుభారమును యథార్థముగా నిర్ణయించవచ్చును ;

8. మూలద్రవ్యముల విశిష్ట ధర్మములను, వాటిని ప్రయోగముచే నిర్ధారించకమునుపే వాటి పరమాణుభారములపట్టి నిర్ణయించవచ్చును ;

నూతనవిజ్ఞానసేకరణకు అనేక విధముల మెండెలేయఫ్ నియమము సాయపడినది. ఆ రోజులలో అమలులోనున్న రాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులను ఉపయోగించి నిర్ధారణ చేసిన పరమాణుభారములు కొన్ని మూలద్రవ్యములపట్ల సందేహస్పదములుగా ఉండెను. అట్టివాటిని మెండెలేయఫ్ పట్టికయందు ఆద్రవ్యములస్థానమును ఉపయోగించి దిద్దుటకు వీలైనది. బిరిలియమ్, ఇండియమ్ ధాతువుల విషయమున ఇట్టి సందేహము ఉండెను. బిరిలియమ్ నకు రాసాయనిక గుణములలో అల్యూమినియముతో కొంత స్థూల సాదృశ్యముండుటచే, బిరిలియమ్ తృతీయవర్గమునకు చెందిన మూలద్రవ్యమని నాటి రాసాయనికులు భ్రమించిరి. బిరిలియమ్ యొక్క తుల్యభారము 4.5 అని తెలియును. బిరిలియమ్ అల్యూమినియమువలె త్రియోజనీయధాతువు అనుకొనినచో దాని పరమాణు భారము  $3 \times 4.5 = 13.5$  కావలెను. కాని 13.5 పరమాణుభారము గల ధాతువు ఏదియును మూడవవర్గములో ఇముడుటకు చోటులేదు. తుల్యభారమును 2 చే గుణించగా వచ్చిన  $2 \times 4.5 = 9$  పరమాణుభారముగల ధాతువును రెండవ వర్గములో మగ్నీషియమ్ మీద అమర్చవచ్చును. సూక్ష్మ పరిశీలనవలన బిరిలియమ్ నకు అల్యూమినియముతోకన్న మగ్నీషియమ్ వర్గములోనున్న ధాతువులతో పోచు సాదృశ్యము ఉన్నట్లు వ్యక్తమైనది. అందువలన బిరిలియమ్ పరమాణుభారము 9 అని నిశ్చితమైనది. ఇట్లే ద్వియోజనీయతకలది అని భ్రమపడిన ఇండియమ్ విషయమై కూడ దిద్దుబాటు జరిగినది.

తన పట్టికలోఉన్న భాళీస్థలమును గుర్తించి ఇంకను ఆవిష్కృతములుకాని మూలద్రవ్యములు 3వ, అనగా బోరాన్ కుటుంబములో రెండును, 4వది అగు కార్బన్ కుటుంబములో ఒకటియును కలవని 1871లో మెండెలే

యఫ్ ఊహించెను. వాటికి ఆయన ఏకా బోరాన్, ఏకా అల్యూమినియము, ఏకా సిలికన్ నామముల నిడి వాటి గుణములను పూర్వనిర్దేశము కావించెను.

మెండెలేయఫ్ చేసిన పూర్వనిర్దేశములు చుజువైన పిమ్మట ముఖ్యముగా (1898లో) రాష్ట్రీ, ఆయన శిష్యులు గాలిలోఉన్న అపురూపవాయువులను వేరుచేసి శూన్యవర్గమును ఇంకొకవర్గమును మెండెలేయఫ్ ఆవర్తక్రమపట్టికకు చేర్చిన తరువాత (చూ. జడవాయువులు - పు. 340) శాస్త్రలోకమందు దీని ప్రసిద్ధి మిన్నుముట్టినది. జీవశాస్త్రవర్గమందు డార్విన్ యొక్క జీవిపరిణామసిద్ధాంతము ఎంతటి వ్యాపకతా మహత్త్వమును చూరగొన్నదో, అకర్పన రాసాయనికశాస్త్రమందు మెండెలేయఫ్ యొక్క ఆవర్తక్రమనియమమంత వ్యాపకతా ప్రశస్తి వార్జించినది.

పరమాణుభారక్రమము ఆర్గాన్, పొటాసియమ్ కోబాల్ట్, నికెల్, తెలురియమ్, అయిడీన్ విషయములో రాసాయనిక గుణక్రమముతో సంవదించకపోవుటవలన, ఆవర్తక్రమ సన్నివేశమునకు పరమాణుభారము కన్న హెచ్చుసంతృప్తికరమగు బీజము ఒకటి ఉండవలయునన్న ఊహ అంతకంతకు రాసాయనికుల మనములలో రూఢమైనది. ఈ ఊహననుసరించి రాసాయనికక్రమమునుబట్టి పట్టికలోఅమర్చబడిన మూలద్రవ్యములను హైడ్రోజన్ తో ప్రారంభించి, ఉత్తరోత్తర క్రమముగా వృద్ధియగుచున్న సంఖ్యలతో నిర్దేశించి, ఆ సంఖ్యాక్రమమును ఆవర్తక్రమమునకు మూలముగా తీసికొనవలయునని, 1898లో రైడ్ బర్గ్ సూచించెను. ఈ సంఖ్యాక్రమములో మూలద్రవ్యమునకు ఆరోపించబడిన సంఖ్య పట్టికలో దాని స్థానమును తెలియజేయును. ఈ సంఖ్యకు 'పరమాణ్వంకము' అని పేరు.

మూలద్రవ్యములయొక్క X - కిరణవర్ణమాలయందలి రేఖలతరంగదైర్ఘ్యములను ఆధారముగాగొని, ఈ పరమాణ్వంకమును ప్రయోగ పూర్వకముగ నిర్ణయించు విధానమును 1913లో ఇంగ్లీషు భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడగు మోజ్లీ అను యువకుడు స్థాపించెను.

మోజ్లీ నియమము : ఈతడు తనకు అందుబాటులోఉన్న మూలద్రవ్యములన్నిటియొక్క X - కిరణ వర్ణపటములను అన్వేషించి (చూ. X - కిరణములు - పు. 219) ప్రతి మూలద్రవ్యముయొక్క హ్రస్వతమతరంగ దైర్ఘ్యముగల  $K_\alpha$  రేఖయొక్క తరంగదైర్ఘ్యము, చులకని మూలద్రవ్యముల నుండి బరువైన వాటివైపు క్రమపద్ధతిలో తగ్గుచుండునని కనిపెట్టెను. మూలద్రవ్యముల  $K_\alpha$  రేఖయొక్క పౌనఃపున్యము  $\left(\nu = \frac{C}{\lambda}\right)$  ను లెక్కించుటకు ఒకసమీకరణమును



కూడ స్థాపించెను.  $r = A(N-1)^2$  ఇచ్చట  $r$  అనునది  $K_d$  రేఖయొక్క పానఃపున్యము;  $A$  అనునది స్థిరాంకము;  $N$  అనునది ఒకమూలద్రవ్యమునుండి తరువాతి మూలద్రవ్యమునకు ఒక్కొక్క అంకచొప్పున ఎక్కువగుచుండెడి సంఖ్య. ఈసంఖ్య పరమాణ్వంకముతో సమముగా ఉన్నదని గుర్తించబడినది. మోజ్లీ ఇట్లు మొదటిసారి కేవల భౌతిక విధానమును ఉపయోగించి మూలద్రవ్యములయొక్క పరమాణ్వంకములను నిర్ణయించ కలిగెను. మోజ్లీ విజయమువలన ఆవర్తక్రమమునకు



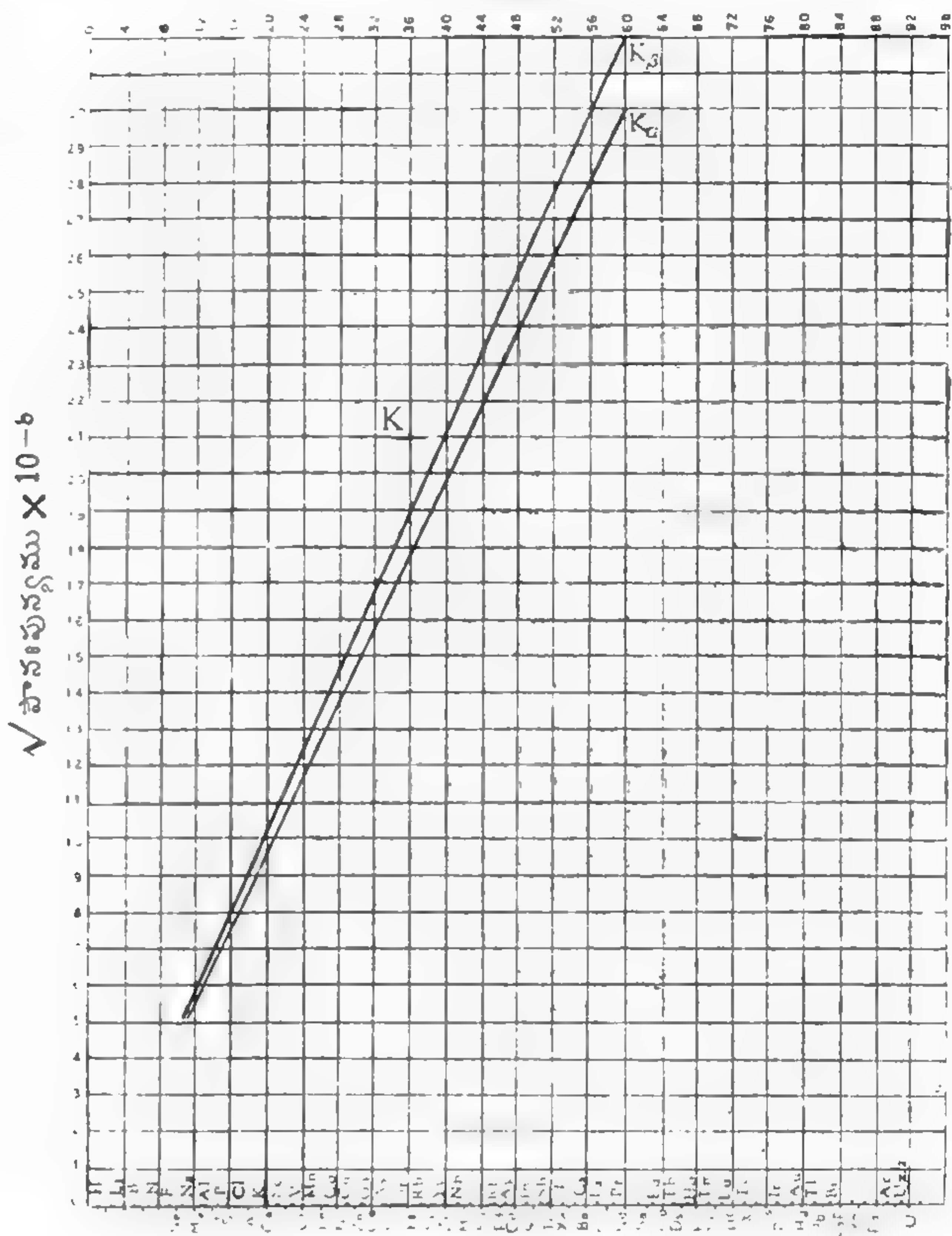
మోజ్లీ నియమము.

చెందిన రెండుగడ్డు సమస్యలు పరిష్కరింపబడినవి-మొదటిది: పరమాణుభారము క్రమముగా ఎక్కువగుచు సాగవలసిన మూలద్రవ్య క్రమములో టెలురియమ్-అయిడిన్; నికెల్-కోబాల్ట్ మొదలగు బంటల వివర్యస్త పరమాణుభార క్రమము. పరమాణుభారక్రమము తారుమారైనను ఈ మూలద్రవ్యముల పరమాణ్వంకనిశ్చయమువలన ఆవర్తక్రమములో వీటిస్థానము సమర్థింపబడినది.

రెండవది: సిరియమ్ నుండి ఆవర్తక్రమములో విస్తరించి ఉన్న అపురూపధాతువులు సరిగా ఎన్నిఉన్నవో తెలియక పోవుటచే వేర్వేరు అన్వేషకులు వేర్వేరు అపురూపధాతువులను ఆవిష్కరించితిమని ప్రకటించుచుండిరి. ఇట్లు ఒక చలుబది వరకు మూలద్రవ్యములు ఆవిష్కృతమైపట్లు పేర్కొన బడినవి. అల్యూమినియము యొక్కయు,

బంగారము యొక్కయు పరమాణ్వంకములను మోజ్లీ నిర్ణయించి సిరియమ్ తరువాత 14 ధాతువులకన్న ఎక్కువ ఉండుటకు వీలులేదని నిరూపించెను. అంతటితో అపురూప ధాతుఆవిష్కరణ సంరంభము శాంతించి వాటి సంఖ్య పదునాలుగునకే పరిమితమైనది.

పరమాణ్వంకము



మూలద్రవ్యములు

మోజ్లీనియమము :

$K_d$  పానఃపున్యమునకు, పరమాణ్వంకమునకు గల సంబంధము.

$K_d$  రేఖయొక్క పానఃపున్యము పరమాణ్వంక వర్గముతో ఇంచుమించుగా ఋజునిష్పత్తిలో వృద్ధిచెందు ననువిషయమును ఈ పై రేఖాచిత్రము చూపించుచున్నది. మోజ్లీవిధానమువలన నిర్ణీతమయిన పరమాణ్వంకము పరమాణు కేంద్రముపై ఉన్న ధనవిద్యుదావేశపు యూనిట్ సంఖ్యతో సమానమని ఫాన్ డెర్ బ్రెక్ 1914 లో సూచించెను. ఈసూచనను తరువాత 1920 లో ఛాడ్విక్ ప్రయోగ పూర్వకముగ కేంద్రక విద్యుదావేశ పరిమాణమును నిర్ణయించి సమర్థించెను.

మెండేలేయఫ్ పట్టికను విస్తరించి ఎక్కువసార్థకతను చూపు పట్టికను ఒక దానిని తామ్సన్, బోర్ అను ఇద్దరు



మూలద్రవ్యములు - యౌగికములు

భౌతికశాస్త్రవేత్తలు రచించిరి (చూ. పరమాణురచన : ఆవర్తక్రమము - పు. 95). హ. ఆ. సె.

**మూలద్రవ్యములు - యౌగికములు :** రాసాయనికపు మార్పులలో సరళద్రవ్యములు సంయుక్త ద్రవ్యములుగా మారినవో, లేదా సంయుక్తద్రవ్యములు సరళద్రవ్యములుగా విడిపోయినవో తెలిసికొనుట ఎట్లు? వేడిచేసినపుడు రససింధూరము అంతరించి దాని స్థానమున ఒక ధాతుద్రవ్యమగు పాదరసముయును, వాయురూపమగు ఆక్సిజన్ యును లభ్యమగుటలో అది రెండు ద్రవ్యములుగ విడిపోయినది కనుక ఫలితద్రవ్యములకన్న రససింధూరము క్లిష్టద్రవ్యమనిగాని, లేదా రససింధూరముకన్న పాదరసము, ఆక్సిజన్ సరళతరద్రవ్యములనిగాని చెప్పవలసివచ్చును.

ఉదకముయొక్క విద్యుత్ విశ్లేషణప్రయోగమందుకూడ నీటినుండి రెండుద్రవ్యములు ఆక్సిజన్ వాయువు, హైడ్రోజన్ వాయువు జనించుటచే ఉదకము సంయుక్తద్రవ్యమనియు, వాయువులు రెండును సరళద్రవ్యములనియు ఊహించుటకు అవకాశమున్నది. సంయోగమువలన ఈ వాయువుల నుండి నీరుజనించిన ప్రయోగము ఈ ఊహను ధ్రువపరచుచున్నది.

మగ్నీషియమ్ తీగను కాల్చినపుడు మగ్నీషియమ్ చూర్ణముయును మరొక కంటికగపడని వాయురూపద్రవ్యముయును - ఈ రెండిటిలోనికి మగ్నీషియమ్ ధాతువు విడిపోయినదో, లేదా మగ్నీషియమ్ ధాతువు, గాలిలో నున్న కంటికగపడని ద్రవ్యముతో సంయోగించి చూర్ణముగా మారినదో కేవల ప్రయోగ ఫలితములగు ద్రవ్యముల గుణపరీక్షచే తెలిసికొనుట సాధ్యము కాదు.

ఫలిత ద్రవ్యమగు మగ్నీషియాచూర్ణము క్లిష్టతరద్రవ్యమో లేదా మొదటి ద్రవ్యమగు మగ్నీషియమ్ ధాతువు క్లిష్టతరద్రవ్యమో తేల్చుటకు వాటిని తూచి నిర్ణయించ నగును. మొదటిద్రవ్యములను, ఫలితద్రవ్యములను తూచినప్పుడు ఫలితద్రవ్యములు ఎక్కువ తూగినచో అవియే క్లిష్టతరములనియు, ప్రక్రియ రాసాయనిక సంయోగమనియు, మొదటి ద్రవ్యములు ఎక్కువ తూగినచో అవియే క్లిష్టతరములనియు, ప్రక్రియ రాసాయనిక విశ్లేషణమనియు నిశ్చయముగా చెప్పవచ్చును. మగ్నీషియాచూర్ణము ప్రయోగప్రారంభమున తీసికొన్న మగ్నీషియమ్ తీగకన్న హెచ్చుతూకముకలది గనుక, చూర్ణము సంయుక్తద్రవ్యము, తీగ సరళద్రవ్యము అని చెప్పుటకు అవకాశముఉన్నది. రాసాయనికులు కావించిన అనేక ప్రయోగములలో మగ్నీషియమ్ ధాతువునుండి,

మగ్నీషియమ్ కన్న సరళతరమైన ద్రవ్యము బయట పడలేదు కనుక మగ్నీషియమ్ ధాతువును బోయిల్ సూచనను అనుసరించి (చూ. సమీక్ష) మూలద్రవ్యమని చెప్పవలెను. ఇట్లే తులాయంత్రమును ఉపయోగించి పాదరసము, ఆక్సిజన్ అను రెండుద్రవ్యముల రాసాయనిక సంయోగమువలన రససింధూరము ఏర్పడినదని నిర్ణయించవచ్చును. ఇట్లే హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ సమ్మేళనము వలన నీరు జనించినదనికూడ చూపవచ్చును. చివర రెండు ప్రయోగములలో సరళద్రవ్యములని నిరూపించిన పాదరసము, ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ సరళతరద్రవ్యములలోని! విడదీయుటకు వీలులేదని ప్రయోగము రుజువుచేయుటచే వీటిని మూలద్రవ్యములని చెప్పవలసియున్నది.

మూలద్రవ్యభావము రాసాయనికునికి ప్రధానతమమయినది. ప్రతి మూలద్రవ్యమును కొన్ని విశిష్ట ధర్మముల సమూహమని అతడు భావించును. మూలద్రవ్యములలో కొన్ని భూమిపై మిక్కిలి విరివిగా దొరకును; కొన్ని చాల అరదుగా కనిపించును. కొన్ని చాల చురుకైనవి; కొన్ని చాల మందస్వభావము గలవి. నేటికిని నూతన మూలద్రవ్యాన్వేషణ యందు శాస్త్రజ్ఞులు నిమగ్నులై ఉన్నారు. నేటికి (1983) రాసాయనికులు మూలద్రవ్యములని రూఢపరచినవి 102 ద్రవ్యములు గలవు. మే. వ. స.

**మూలద్రవ్య-సంయుక్తద్రవ్య విభజన:** ద్రవ్యము యొక్క తాత్త్వికస్వభావపరీక్షను తత్త్వశాస్త్రజ్ఞునికివదలి పెట్టి, ప్రయోగప్రధానములగు ప్రకృతిశాస్త్రములు ద్రవ్యమున్నదని అంగీకరించి ద్రవ్యధర్మములను పరిశీలించును. ప్రకృతిశాస్త్రములలో ఒకటియగు భౌతికశాస్త్రము, ద్రవ్యముయొక్కయు, దానియందు మార్పును కలుగ జేయుశక్తియొక్కయు, స్వభావమును చర్చించును. ద్రవ్యముయొక్క సంఘటనను, ఒకద్రవ్యము ఇంకొక దానితో కూడినపుడు కలుగు మార్పులను, ద్రవ్యభేదములను రాసాయనికశాస్త్రము పరిశీలించును.

శాస్త్రమెప్పుడును అనుభవమూలము. శతాబ్దముల తరబడి చేకూరిన అనుభవమును శాస్త్రకర్త క్రోడీకరించి కార్యకారణ సంబంధ స్థాపనచే దాని హేతుబద్ధ మొనర్చి శాస్త్రముగా పరిణమింపజేయును.

ప్రత్యేకముగా అనుభూతమైన విషయములను పైని చెప్పినట్లు కార్యకారణ సంబంధ దృక్పథమున సవరించినపుడు ప్రకృతिसంఘటనలకు వర్తించు కొన్నిసాధారణ నియమములను శాస్త్రకర్త స్థాపించగలుగును. ప్రకృతిలో ఈ నియమములు ఉన్నట్లు ఎందుకు గోచరించునో అను విషయమును వివరించునందర్భమున, శాస్త్రకర్త తన



శాస్త్రమునకు ప్రధానభూతములైన భావములను కొన్నిటిని కల్పించి, ఆభావములనుబట్టి శాస్త్రసిద్ధాంతములను విస్తరింపజేయును. ద్రవ్యము, పరమాణువు, అణువు, శక్తి, బలము, ఉష్ణత, కాంతి, విద్యుత్తు, అయస్కాంతత్వము, గురుత్వాకర్షణము మొదలగుభావములు భౌతికశాస్త్రమందు ప్రధానములు. ప్రత్యేకముగా మూలద్రవ్యము, యోగికము, రాసాయనికపు మార్పు, యోజనీయత, ప్రేరణము మొదలగునవి రాసాయనికశాస్త్రమందు ముఖ్యములు. ఈభావములు శాస్త్రకర్తచేగ్రహింపబడిన స్వచ్ఛందకల్పనలు. ఈ భావములు సత్యములా, అసత్యములా అను విషయమును శాస్త్రకర్త పరిశీలించడు. వాటి ఉపయోగ్యతానుపయోగ్యతలగురించియే ఆతడు విమర్శించును. ప్రకృతిసంఘటనలను సరళముగా, సులభముగా, సార్థకముగా శాస్త్రవర్ధిని సూత్రీకరించుటకు ఏభావములు ఉపయోగించునో ఆభావములను అతడు ఉపయోగ్యములని ఆదరించును; అట్లు పనికిరాని భావములను అనుపయోగ్యములని నిరాకరించును.

ఏదేనిభావము శాస్త్రనిర్మాణమునకు ఉపయోగించునా, లేదా అను విషయము, దానితో సంబంధించిన సిద్ధాంతము, లేదా శాస్త్రకల్పన (హైపోథిసిస్) ను పట్టి ఉండును. ఉదాహరణమునకు, 'సరళద్రవ్యములలోనికి విడదీయుటకు వీలున్నవి, వీలులేనివి అని ద్రవ్యములు రెండువిభాగములుగా ప్రకృతిలో కలవు' అను సిద్ధాంతముయొక్క సామంజస్యమునుపట్టి రాసాయనిక మూలద్రవ్యభావముయొక్క సార్థకత ఉండును. ఈసిద్ధాంతముయొక్క సత్యతాసత్యతలను ప్రయోగమే నిర్ణయించవలయును. ప్రయోగము ఒకవేళ పైనినిరూపించిన ద్రవ్యముల సరళ, క్లిష్ట విభజనకు తావియ్యనిచో, మూలద్రవ్యభావము పరాహతమైనదని శాస్త్రకర్త అనడు. దాని శాస్త్రీయ సార్థకత కొరవడినది అనియే చెప్పను. అందువలన ఏశాస్త్రమునందైనను, సిద్ధాంతములతో సంబంధములేని భావములు ఉండవు. ఇట్లు రాసాయనిక శాస్త్రభాగములన్నిటను సిద్ధాంతములు, వాటికి సంబంధించిన భావములు పొడసూపుచుండును. ఇందులో కేవలరాసాయనిక అవేక్షణ, ప్రయోగము ఆధారముగాగలవి కొన్ని - భౌతికప్రయోగము, అవేక్షణ ఆధారముగాగలవి మరికొన్ని కలసియున్నవి. ఉదాహరణమునకు మూల, సంయుక్త (యోగిక) ద్రవ్యభావములు, ద్రవ్యస్థితిభావము, రూపాంతరతాభావము, రాసాయనిక మైత్రీభావము, ఇట్టివి కేవల రాసాయనిక భావములు. పరమాణుభావము - అణుభావము, ఎలక్ట్రాన్ భావము, అయన్ భావము-ఇట్టివి పరమాణుశాస్త్రమునకు

చెందిన భౌతికభావములు. ఎంట్రాపీ, క్రియాశీలశక్తి మొదలగునవి భౌతికానుభవజన్యమైన శక్తిశాస్త్రమునకు సంబంధించిన భావములు.

పరమాణువులయొక్క వాస్తవికస్థితిని భౌతికశాస్త్రము ప్రయోగపూర్వకముగ రుజువుచేసి, పరమాణురచనాసిద్ధాంతమును ప్రయోగరూఢము గావించినప్పటినుండియు, భౌతికపరమాణువాదమునందలి భావములు, రాసాయనిక శాస్త్రపురోభివృద్ధికి మిక్కిలి తోడ్పడినవి. కాని రాసాయనికశాస్త్రభావములనన్నిటిని, పరమాణురచనాసిద్ధాంతదృష్ట్యా సమగ్రముగావివరించుటకు ఇంకను వీలుపడలేదు. రాసాయనికమూలద్రవ్యభావము ఇట్లు భౌతికశాస్త్రదృష్ట్యా కొంతవరకు వివరించబడినప్పటికిని, రాసాయనికమైత్రీ, రాసాయనికపు మార్పు, ప్రేరణము మొదలగు రాసాయనికభావములకు ఇంకను భౌతికముగా సమగ్రమైన వివరణ సాధ్యము కాలేదు. మే. వ. న.

మెండెలివియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 101; సంకేతము Md; పరమాణుభారము 256 (స్థూలరాశి). దీని ఉనికిని ఘెయోర్ సోకనుగొన్నాడు. \* \* \*

మెండెలేయఫ్, డ్మిట్రీ ఐవానోవిచ్ (1834-1907): రష్యా రాసాయనికుడు. నైజీరియాలోని టాబాల్స్క్ జన్మస్థానము. సెంట్ పీటర్స్ బర్గ్ (నేటి లెనిన్ గ్రాడ్) నగరమందు విద్యాభ్యాసము. కొన్ని ఉద్యోగములనుచేసి తర్వాత 1888 లో అచ్చటనే రాసాయనిక శాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడైనాడు. ఈ పదవిని ఆతడు 1890 వరకు ఆక్రమించియుండెను. 1889 తన పేరుతో బరగుచున్న మూలద్రవ్యముల ఆవర్తక్రమమును ఒకదానిని స్థాపించెను. ఇతడు అదివరకు తెలియని ఏమూలద్రవ్యముల ఉనికిని గురించిన పూర్వనిర్దేశమును గావించెనో ఆ మూలద్రవ్యములు తరువాత కొద్ది కాలమునకు కనుగొనబడుటచే ఈతని కీర్తి మిన్నుముట్టినది. ఈతడు కేషియా దేశమందు ఉద్భవించు పెట్రోలియమ్ గురించి, వాయు ద్రవీకరణము విషయమై ప్రధాన పరిశోధనలు గావించెను. మే. వ. న.

మెట్రిక్ పద్ధతి : మేయమును కొలుచుటయు, అమేయమును మేయముగా ఒనరించుటయు శాస్త్రలక్ష్యమని ఒకప్పుడు లార్డ్ కెల్విన్ అనినాడు. ఇది కొంత అతిశయోక్తి అయినను మానము (కొలత) విజ్ఞానమునకు ప్రాణము.

భౌతికశాస్త్ర శ్రేత్రమందు, ముఖ్యముగ మనము వస్తువుల చలనమును వర్ణించునపుడు కాలమును, దేశమును కొలుచుట ఆవశ్యకము. ఈ రెండు కాక కొలువవలసినది



## మెట్రీక్ పద్ధతి

ఇంకొకటి ఉన్నది. అది వస్తువుయొక్క ద్రవ్యరాశి. కాని మనము దేశకాలముతో ప్రారంభించి మానవ్యవహారము ఎట్లు సాగునో చూతము.

తొలిని కాలమును కొలుచు విధానము ఒకటి కావలెను. మన కాలమానము ఒక పగలు, ఒక రాత్రి కలిసి ఏర్పడు గోజుయొక్క వ్యవధిపై ఆధారపడి ఉన్నది.

పగలు, రాత్రి కాలములు స్థిరములు కాకపోయినను, వీటికి కారణమగు భూపరిభ్రమణము స్థిరముగా ఉండునని అనుకొనవచ్చును. దీనికికూడ ఒక చిక్కు కలదు. సముద్రపు పాటు పోటులమూలమున అగునీటి ఘర్షణవలన, భూపరిభ్రమణము మెల్లగా మందగిల్లుచున్నదని ఖగోళజ్ఞులు చూపియున్నారు. అయిననూ మన కొలత పనులకెల్ల అహః ప్రమాణము సంపూర్ణ స్థిరరాశి అని అనుకొనవచ్చును.

ఒక రోజును 24 గంటలుగను, 1 గంటను 60 నిమిషములుగను, ఒక నిమిషమును 60 సెకనులుగను విభాగించి వ్యవహరించుచున్నాము.

సెకను విషయమై ప్రపంచమందెల్లడల విజ్ఞులకు గల అభిప్రాయ ఐక్యము తక్కిన దేశభారముల మాన ప్రమాణములపట్ల గోచరించుచు ఉండినచో విజ్ఞానలోకమునకు శ్రమలేకుండ ఉండెడిది; అట్లు జరుగలేదు.

ప్రతిదేశము ఒక ప్రత్యేక మానపద్ధతిని అవలంబించినది. శాస్త్రజ్ఞానము పెంపొంది జాతులు సన్నిహితములై పరస్పర లౌకిక వైజ్ఞానిక వ్యవహారమునకు దొరకొనినపుడు ఈ అస్త్యవ్యస్త మానపద్ధత్యవస్థ శాస్త్రపురోభివృద్ధికి కొంత ప్రతిబంధకముగా ఆచరించినది. ఈ మానపద్ధతి విషమరూపతను తొలగించుటకు ఫ్రెంచ్ విజ్ఞులు తొలిని పొడవుల కొలతకు ఒక సహజ స్థిర ప్రమాణమును సూచించిరి. ఈ పనికై వారు భూమియొక్క యామ్యాత్తర రేఖను నాలుగు భాగములుగా భాగించి, దాని పొడమందలి 1/10,000,000 భాగము పొడవుల కొలతకు ప్రమాణముగా తీసికొనిరి. ఈ పొడవుగల ఒక ప్లాటినమ్ కడ్డీపై రెండు సూక్ష్మరేఖల పొందుపరచి, వాటి మధ్యప్రదేశమునకు 'మీటరు' అని పేరిడిరి. తరువాత ప్లాటినమ్ కన్న శాపక్రమముయందలి భేదములకు తక్కువ మార్పును చూపు ప్లాటినమ్ ఇరిడియమ్ రాతుమిశ్రమును ఈ శలాక నిర్మాణమునందు ఉపయోగించిరి. అట్టి శలాకప్యారిస్ నగరపు ఉపనగరములలో ఒకటి అగు సెవర్స్ లో శుభ్రపరిస్థితుల 0° C వద్ద నేటికిని సంరక్షింపబడుచున్నది. దీని నుండియే లోకమందు గల మీటరు బద్ధలన్నియు నిర్మించబడినవి.

తరువాత 1927లో మానముల భారముల అంతర్జాతీయ సమితివారు యామ్యాత్తర రేఖ కొలచుట యందు

ప్రాయోగిక ప్రమాదమును శంకించి అంతకన్న కచ్చితము, సులభ్యము కొలచుటకు వీలైన ప్రమాణమును నిర్మించిరి. అది కాడ్మియమ్ ధాతువర్ణమాల యందలి ఎరుపుగీతల తరంగ దైర్ఘ్యము ఇది ఎప్పుడును మార్పునకు లోబడకుండుటచే, దీనికిని, మీటరు శలాకకును మాన సంబంధమును కల్పించి, స్థిరప్రమాణమును కల్పించితిమి అని విజ్ఞులు విశ్వసించిరి.

ఇటీవల భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు కాడ్మియమ్ వర్ణమాలకన్న సులభప్రయోగ సాధ్యము విరళతర రేఖాసంపన్నము అగు క్రిప్టాన్ వర్ణమాలనుండి ఎర్రరేఖను ఎన్నుకొని దాని తరంగదైర్ఘ్యమును 'మీటరు' మానమునకు సహజ ఆధారముగ గ్రహించిరి.

నేడు నాగరిక ప్రపంచమంతట మెట్రీక్ మాన పద్ధతికి విజ్ఞానుల ఆమోదము లభ్యమగుట చాల ముదావహ విషయము. ఇందు తక్కిన కొలతల (భార, ద్రవ్యరాశుల) కన్నిటికి మీటరు మానదండముతో సంబంధము కల్పింపబడినది. దీని సౌకర్యమేమన ఒక వస్తువు బరువు, ఘన పరిమాణము ద్రవ్యరాశి ఈ వేరు వేరు కొలతలన్నియు పరస్పర సంబద్ధములగుటచే లెక్కలు సుకరములగును.

మీటరు దండ నిర్మాణము మెట్రీక్ పద్ధతి స్థాపనకు ప్రథమ సోపానము. ఈ మీటరును దాశమిక పద్ధతిని సమ విభాగముచేసి : మీటరు, డెసీమీటరు (మీటరులో 1/10 వ వంతు), సెంటీమీటరు (మీటరులో 1/100 వ వంతు) కల్పించి భిన్నాంశములను; మీటరు కొలతను మరల దాశమిక క్రమమున గుడించి డెకామీటరు (10 మీటరులు), హెక్టా మీటరు (100 మీటరులు), కిలో మీటరు (1000 మీటరులు) అను పెద్ద కొలతలను నెలకొల్పిరి.

ఈ మీటరు కొలతను ఆశ్రయించి ద్రవ్యరాశి కొలతకు మాన యూనిట్ ను కల్పించి దానికి 'గ్రాము' అని పేరిడిరి. ఒక ఘన సెంటీమీటరు జలముయొక్క భారము (4°C వద్ద) గ్రాము అని ఖిసికొనిరి. ఈ గ్రామునుకూడ దాశమిక పద్ధతిని భాగించి, డెసీ-సెంటీ-మిల్లి గ్రాము మొదలగు భిన్న రాశులకు, దానిని అట్లే గుడించి డెకా - హెక్టా - కిలో గ్రాములను గుడిజరాశులను కల్పించిరి.

కాలమును, పొడవును, ద్రవ్యరాశిని కొలుచు ఈ పద్ధతికి సి. జి. ఎస్. పద్ధతి అని పేరు. (ఇచ్చట సి = సెంటీమీటరు; జి = గ్రాము; ఎస్ = సెకను).

ఇటీవల మీటరు (అనగా 1000 ఘన సెంటీ మీటరులు) నీటిద్రవ్యరాశిని, కిలోగ్రామును మానముగా తీసికొని కొలతమానముగా మీటరును గ్రహించి, కొంచెము భిన్నమైన ఎమ్. కె. ఎస్. (మీటరు, కిలోగ్రాము, సెకను) పద్ధ



దీని యాంత్రికశాస్త్రమందు పెద్ద మొత్తముల కొలుచుటకై శాస్త్రలోకమున విజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టిరి. ఈ రెండును శాస్త్రలోకమున ప్రక్కప్రక్కల వాడుకలో ఉన్నవి.

ఒకసారి పొడవు, ద్రవ్యరాశి, కాలము-నీటి యూనిట్ ప్రమాణములను ఎన్నుకొనిన తరువాత న్యూటన్ రెండవ గతినియమమును ( $F = ma$ ) ఆశ్రయించి బలము మొదలగు ఉత్పన్న రాశులను ద్రవ్యరాశి, త్వరణయూనిట్లలో నిర్వచించ వచ్చును; క్రింది పట్టిక చూడుడు :

| రాశి              | నిర్వచనము     | ఎమ్. కె. ఎస్. వ్యవస్థ                     | సి. జి. ఎస్. వ్యవస్థ                   |
|-------------------|---------------|---|--|
| పొడవు<br>(L)      | ఆధార<br>మానము | M   | Cm                                     |
| ద్రవ్యరాశి<br>(m) | ఆధార<br>మానము | Kg  | g                                      |
| కాలము<br>(t)      | ఆధార<br>మానము | సెకను                                     | సెకను                                  |
| వేగము<br>(v)      | $v = L/t$     | M/సెకను                                   | Cm/సెకను                               |
| త్వరణము<br>(a)    | $a = v/t$     | M/(సెకను) <sup>2</sup>                    | Cm/(సెకను) <sup>2</sup>                |
| బలము<br>(F)       | $F = ma$      | 1 న్యూటన్ =<br>Kg. M/(సెకను) <sup>2</sup> | 1 డైన్ =<br>g. Cm/(సెకను) <sup>2</sup> |
| పని<br>(W)        | $W = FL$      | 1 జౌల్ =<br>1 న్యూటన్ × M                 | 1 అర్గ్ =<br>1 డైన్ × Cm               |
| సామర్థ్యము<br>(P) | $P = W/t$     | 1 వాట్ =<br>1 జౌల్/సెకను                  | అర్గ్/సెకను                            |
| గతిభారము<br>(P)   | $P = mv$      | KgM/సెకను                                 | gCm/సెకను                              |

M = మీటరు ; Kg = కిలోగ్రాము ; v = వేగము.

మే. ప. స.

మెరుపు : ఎక్కువ పరిమాణము గల విద్యుచ్ఛక్తి తక్కువ ఆయతనములోనికి కేంద్రీకృతమైనప్పుడు దానిని పరివేష్టించి ఉన్న ప్రదేశము ఒకవిధమైన తన్యత (టెన్షన్) ను అర్జించును. ఈ తన్యతకే శక్తి (చూ. శక్తి) అని పేరు. అట్టి రెండు పరస్పర విరుద్ధములగు శక్తులను కొంత వరకు దగ్గరగా చేర్చినపుడు వాటిమధ్య నొక విద్యుత్ సులింగము ఆవిర్భవించును. రెండు ఆవేశములకు మధ్య గల తన్యతను శక్తివ్యత్యాసమని పేర్కొందురు. ఒక మేఘము నుండి మరియొక మేఘమునకు, లేదా, మేఘము నుండి భూతలమునకు సాధారణముగా రాటు మెరుపులు ఇట్టి పరస్పర విరుద్ధ స్వభావముగల విద్యుత్ కేంద్రీకరణములే. ప్రయోగశాలలో సాగిన పరిశోధనల వలన గాలిలో 1 సెం. మీ. దూరమునగల రెండువస్తువుల

మధ్యగా విద్యుత్ సులింగము ప్రసరించుటకు 30,000 వోల్టుల శక్తి అవశ్యకమని వ్యక్తమైనది. దీనినిబట్టి లెక్కకట్టగా, మేఘమునుండి భూతలమునకు మెరుపు ప్రసరించుటకు 100,00,00,000 వోల్టుల శ్రేణిలోనున్న శక్తివ్యత్యాసము అవశ్యకమని తేలును. ఉరుము మబ్బులలో ఆ మబ్బులలోని నీటికణములలో పైకి, క్రిందికి వీచు ప్రబలవాయు ప్రవాహములు సంఘర్షణచెందుటవలననే అట్టి తీక్షణవిద్యుత్ షేత్రములు జనించుచున్నవి. ఇట్టి ప్రబలవాయుప్రవాహములు 13 మబ్బులయొక్క సహజలక్షణములు.

1 వ పటములో ఉరుము మేఘముయొక్క ఛాయా చిత్రము పొందుపరుపబడినది. అట్టి మేఘములో వాయు ప్రవాహములు, విద్యుదావేశముల పంపకము ఎట్లున్నదో చూడనగును. తీక్షణక్షిర్యవాయు ప్రవాహములు ముఖ్యముగా B అనే సంఘటితమండలమునకే పరిమితమై ఉన్నవి. ఒక్కసారిగా పైకి ఉబికిన గాలి ఈ మండలమునందున్న పెద్దనీటిబిందువులను బహుళసంఖ్యాకములయిన చిన్ననీటి



1 వ పటము : ఉరుముమేఘము.

బిందువులుగ విచ్ఛిన్నమైనప్పుడు, తత్ఫలితముగ ఈచిన్న నీటిబిందువులు ధనవిద్యుదావేశమును, ఆ గాలులు ఋణ విద్యుదావేశమును పొందును. ఈ ఋణవిద్యుదావేశమును B మండలమున కావల A మండలములోనున్న నీటిబిందువులు గ్రహించును. ఈరీతిగా తన విద్యుదావేశమును



మైకేల్స్, ఆల్బర్ట్

కోల్పోయిన వాయుప్రవాహము క్రిందికి దిగును. విచ్చిన్నమైన ఆ నీటిబిందువులు తిరిగి సంయోగమును పొంది పెద్ద బిందువులుగా రూపొందును. ఆ పెద్ద బిందువులు తిరిగి ఒక్కసారిగా పైకి ఉబికిన గాలిచే విచ్చిన్నము నొందును. ఈ ప్రక్రియ కొన్ని సార్లు జరుగు సరికి B మండలము ధనవిద్యుదావేశ పూరితములైన నీటి బిందువులతోను, ఆ మండలమునకు ఆవలనున్న మండలము ఋణవిద్యుదావేశ పూరితములైన నీటి బిందువులతోను నిండును. అందుచే మెరుపు B నుండి A కు లేదా B నుండి ఋణవిద్యుదావేశితమైన భూతలమునకు ప్రవహించగలదు.

మెరుపులోని విద్యుత్పరిమాణము: నిర్దిష్ట పరిమాణములుగల రాగి కడ్డీలకు తటిదుత్సర్గమును సంక్రమింపజేసి వాటిపై మెరుపు ఫలితమును పరిశీలించి తన్మూలముగా వాటి తాపక్రమమును ఎంతవరకు వృద్ధిచెందినదో కనుగొనగలము. ఈ ఫలితముల వలన 1,00,000 ఆంపియర్ల శ్రేణిలో ఉన్న విద్యుత్ ప్రవాహము ఆ కడ్డీలగుండా ప్రవహించినదని, అయితే అది సెకనులో అత్యల్పమైన భాగ



2 వ పటము: భూతలమునకున్న మెరుపు

ములో మాత్రమే ప్రవహించినదని వ్యక్తమైనది. మెరుపు నందు జనించు విద్యుచ్ఛక్తి పరిమాణము చాల హెచ్చని

వైవిషయము వలన స్ఫురించును. కాని చిన్న లెక్కచేసి చూచినచో 220 వోల్టుల శక్తితో పనిచేయు 40 వాట్టుల దీపమును ఒకగంట కాలము అది వెలిగించి ఉంచలేదని తెల్లమగును. మెరుపు ప్రదర్శించు దృశ్యముల కమనీయత సాపేక్షముగా తక్కువ ఆయతనములో విద్యుదావేశము కేంద్రీకరించి ఉండుట వలననే సంభవించు చున్నది.

ఉరుము: మెరుపుయొక్క స్ఫులింగముల వలన ఆ పరిసరవాతావరణ తాపక్రమము ఇంచుమించు 30,000° C వరకు అనగా, సూర్యుని ఉపరితలతాపక్రమమునకు అయిదు రెట్లగు వరకు వృద్ధిచెందును. ఈ అధికతాపక్రమాభివృద్ధిచే ఆ గాలులు ఉద్వేగముతో వ్యాకోచముపొంది ప్రక్కనున్న చల్లనిగాలులతో సంఘర్షించును. ఈ సంఘర్షణ వలన గాలిలో ప్రబలతరంగములు ఏర్పడును; ఇవియే ధ్వనిగా వినబడును.

మెరుపు వలన ప్రమాదములు: మెరుపుయొక్క ఉత్ సోఫీటన ఫలితముగ ఎత్తైన కట్టడములు బ్రద్దలగుట, చెట్లు పడిపోవుట మున్నగు సంఘటనలు సంభవించుట అందరు గ్రహించియే ఉందురు. ఆ వస్తువులు మెరుపుచే విధ్వంసము అగుటకు కారణము: మెరుపుతో ప్రవహించు అధిక పరిమాణము గల విద్యుత్ ప్రవాహములను త్వరగా వాహకము ఒనర్చు సామర్థ్యమును ఆ వస్తువులు కలిగియుండకపోవుటయే. అందుచే మెరుపునుండి భవనములను, పెద్దపెద్ద విద్యుత్ నిర్మాణములను కాపాడుటకై భవనముయొక్క చిట్టచివరకు చేరునంతటి పొడవుగల దళమైన రాగి కడ్డీలను భవనమున ఉచితమగు కొన్నితావులందు నిలుపుగా భూమిలో పాతిడంచుదురు. రాగి మంచి విద్యుద్వాహకము, కాన మెరుపులవలన జనించిన ఆ అధికమైన విద్యుత్తులో చాలభాగమును రాగి కడ్డీలు భూమిలోనికి ప్రవహింపజేసి మెరుపులనుండి భవనములను కాపాడును.

మెరుపు వలన లాభములు: నీటి బిందువులుగల వాతావరణముగుండా మెరుపుప్రవహించినపుడు వాతావరణములోని ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, నీరు-వీటిమధ్య జరిగిన రాసాయనిక ప్రక్రియఫలితముగా నైట్రిక్ ఆసిడ్, అమోనియా ఏర్పడును. ఈ రాసాయనికయోగికములు నేలనున్న మన్నతోకలిసి అమూల్యమైన దోహదములుగా వ్యవహరించు ద్రావణీభూత లవణములను పెక్కింటిని భూమిపై జనింపజేయును. అందుచేత భూమిని సారవంతముగా ఒనర్చుటకు మెరుపుతో కూడుకొనిన వర్షము ఎక్కువగా ఉపయుక్తము కాగలదు. ఎన్. రా. రా.

మైకేల్స్, ఆల్బర్ట్ (1852 - 1931): యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని; మొదట 'అమెరికన్ నేషల్ ఎకా



డమీ ' వారి విద్యాసంస్థలోను, తరువాత బెర్లిన్, హైడిల్ బర్గ్, ప్యారిస్ నగరములలోను విద్యను సాగించి, 1892 లో చికాగో యూనివర్సిటీయందు ఆచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. కాంతి వేగమును గురించి శాస్త్రనిశితములు, ప్రామాణికములు అయిన ప్రయోగములను కావించి, మార్టీతోపాటు ఈతర్ స్థితిని నిరూపించుటకై సుప్రసిద్ధ ప్రయోగమును 1877 లో కావించెను. ఈయన మిథో ఘట్టన మాపకము ఒకదానిని నూతనముగా నిర్మించెను. వర్ణమాలలోని రేఖలు  $300^{\circ}\text{C}$  దగ్గర విఫలమగునని కనుగొనెను. ఈయన 1907 లో నోబెల్ బహుమతిని పడసెను. కె. ఎస్. ల.

మైకేల్సన్ - మార్టీ ప్రయోగము : చూ. ఈతర్ - పు. 218.

మొలిబ్డినమ్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూల ద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 42; సంకేతము Mo; పరమాణు భారము 95.95; విశిష్టగురుత్వము 10.2; ద్రవాంకము  $2820^{\circ}\text{C}$ ; క్వథనాంకము సుమారు  $4700^{\circ}\text{C}$ . మొలిబ్డినమ్ యొక్క ముఖ్యఖనిజము మొలిబ్డినమ్ గ్లాస్స్ అను మొలిబ్డినమ్ సల్ఫైడ్ ( $\text{MoS}_2$ ). మొలిబ్డినమ్ యాగికములలో నీటితో మొలిబ్డిక్ ఆసిడ్ ను ఇచ్చు మొలిబ్డినమ్ ట్రైఆక్సైడ్ ( $\text{MoO}_3$ ) చాల ప్రధానమైనది. మొలిబ్డిక్ ఆసిడ్ యొక్క అమోనియమ్ లవణము  $[(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4]$  ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ తో, మిక్కిలి అద్రావ్యమగు పసుపుపచ్చ రంగు అవక్షేపమును ఇచ్చును. ఇది ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ను గుర్తించుటకు సాధనము. ఈ అవక్షేపముయొక్క రాసాయనిక ఘట్టనమును క్రింది సాంకేతికము తెలియజేయును.  $[(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  (చూ. క్రోమియమ్ వర్ణము-పు. 308). మే. వ. న.

మౌలిక ద్రవ్యకణములు : మానవబుద్ధి ఏకత్వ పక్షపాతి. దృశ్యప్రపంచనానాత్వమును ఏ కొద్ది సంఖ్య పదార్థములతో అది స్వీకరించి వివరించ యత్నించును. ప్రాచీనగ్రీస్, భారతీయ నాగరికతల మౌలిక ద్రవ్యైకత్వ సిద్ధాంతములు ఈ యత్నపరిధిలోనివే. ఈ సిద్ధాంతములు కేవలము ఊహ నాశ్రయించి కల్పితములు.

యూరప్ ఖండమునందు విజ్ఞానము ప్రయోగ మార్గమును అవలంబించిన కాలమునుండి భౌతిక ద్రవ్య నానాత్వము రాసాయనిక విశ్లేషణకు విషయమై 19 వ శతాబ్దమంతమగుసరికి భౌతిక ద్రవ్య సామన్త్యమంతయు ఇంచుమించు 92 మూలద్రవ్యములచే ఘటితమని గుర్తించబడినది; కాని 92 చాల పెద్దసంఖ్య. విజ్ఞానముల ఏకత్వ ప్రవణమగు దార్శనిక దృష్టికి ఈ సంఖ్యా బాహుళ్యము

సమంజసమని తోచలేదు. అందువలన మరల ప్రాచీన విజ్ఞానయుగపునాటి మూలద్రవ్య సంఖ్యాన్యూనీకరణ యత్నములు ప్రారంభింపబడినవి: ఇంతేకాదు. ప్రపంచ ప్రవర్తనకు కారణభూతమగు శక్తిరూపముల సంఖ్యకూడ న్యూనీకరణమునకు గురియైనది. చలనశక్తియు, గురుత్వాకర్షణ బలముగాక తక్కిన శక్తిరూపములు అన్నియు అనగా తాపము, కాంతి, రాసాయనికశక్తి మౌలికముగా విద్యుచ్ఛక్తిరూపములేనని ఊహించబడినది.

ఈ శతాబ్దపు ప్రారంభదశలో ఐన్ స్టయిన్ ఇంతకన్న గంభీరమైన సంయోజనకు కడంగినాడు. ఇదివరకు పరస్పర విజాతీయములని ఎన్నబడుచుండెడిద్రవ్యము, శక్తి అనురూపములు పరస్పర పరివర్తనీయములనియు, ఈ రెండును ఒకే ప్రాథమిక వస్తువుయొక్క భిన్నావతారము లనియు ఐన్ స్టయిన్ ప్రతిపాదించెను. ఈ ప్రతిపాదన చాల మహత్త్వము కలిగినదియైనను ఇంతకన్న మహత్తరమైనది అతడి పర్యవసానమునకు చేరిన పేతు విచార విధానము. దిక్కు, కాలము గురించిన తన అభ్యుపగత భావములను అండగాగొని ఈతడు గ్రహించిన తార్కికచింతన రీతి తరువాత మూలద్రవ్యకణ సిద్ధాంతరచనకు ఆధారమైనది.

జె. జె. థామ్సన్ 'ఎలక్ట్రాన్' ఆవిష్కరణతో (1897) మూలద్రవ్యకణముల అన్వేషణ ప్రారంభించినది. తరువాతి కణమురూతర్ ఫర్డుచే 1911లో ఆవిష్కరించబడిన 'ప్రోటాన్' ఈ రెండింటి ఆవిష్కరణలతోపై జెప్పిన 92 మూలద్రవ్యములును ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్ అను ఈ రెండు ఘటకముల సమ్మేళనములేనని అనుకొనుటలో మూలద్రవ్య కణాన్వేషణ ముగిసినదను ఊహకు త్రోవవీసినది. కాంతి ప్రవర్తనను గురించి ప్లాంక్ చేతను, ఐన్ స్టయిన్ చేతను గావింపబడిన కూలంకష పరిశీలనలు 'ప్రోటాన్' అను మరియొక మూలకణమును ఈ శ్రేణికి చేర్చినవి. ఇది ద్రవ్యకణముకాదు; శక్తికణము.

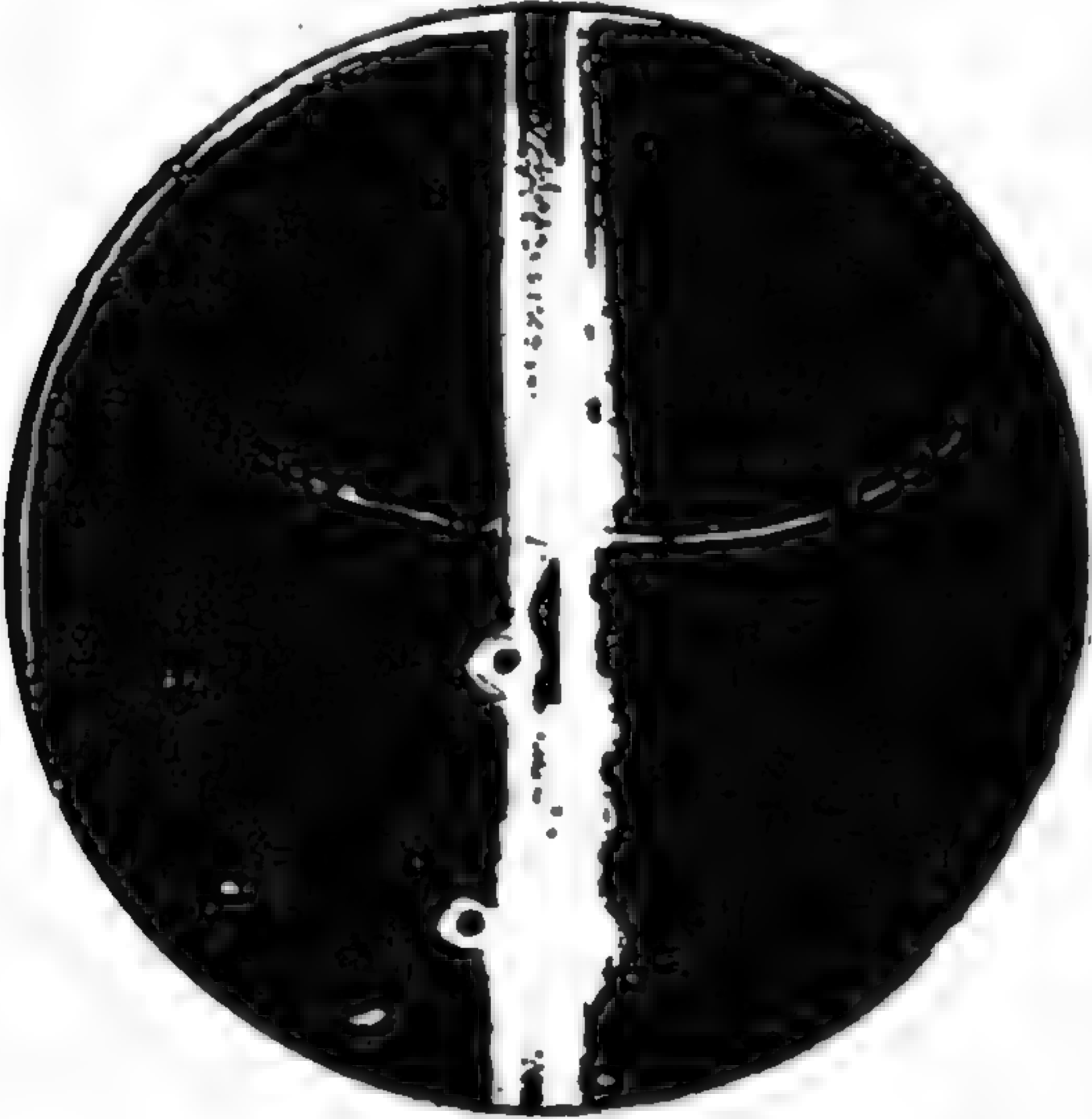
తరువాత వెలుగుచూచిన ద్రవ్యకణము 'న్యూట్రాన్'; పరమాణుకేంద్రక స్థైర్య వివరణకై న్యూట్రాన్ రూతర్ ఫర్డుచే ఆకాంక్షించబడి, చాడ్విక్ చే (1932) ఆవిష్కరింపబడినది.

ఇంచుమించు న్యూట్రాన్ ఆవిష్కరింపబడిన కాలమందే 'పోజిట్రాన్' అను ఒక ఎలక్ట్రాన్ ను పోలినకణము ఆండర్సన్ చే విశ్వకిరణ సంపాతమందు గుర్తించబడినది. మౌలికవిద్యుత్ ధర్మములు విద్యుదావేశ విషయమై సౌష్ఠవ స్థితిసూచకములై ఉన్నప్పుడు ప్రోటాన్ లు ఎప్పుడును ధన విద్యుదావిష్టములుగను, ఎలక్ట్రాన్ లు ఎప్పుడును ఋణ విద్యుదావిష్టములుగను ఉండుటకు కారణమేమి అనుప్రశ్న



## మౌలికద్రవ్యకణములు

భౌతికశాస్త్రజ్ఞులకు తరచుగ తట్టుచుండెడిది. ఈ ప్రశ్నకు సమాధానముగ ఎలక్ట్రాన్ గురించిన క్వాంటం సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిన డిరాక్ ధనావిష్ట ఎలక్ట్రాన్లు సాధ్యసంభవములని సిద్ధాంత దృష్టిలో నిరూపించెను. ఈ ఆకాంక్షిత కణమే పోజిట్రాన్. పోజిట్రాన్ ఆవిష్కరించబడిన వెంటనే పై చెప్పిన విద్యుత్ ధర్మమును సౌష్ఠవస్థితి భావమును అనుసరించి ప్రోటాన్ కు ప్రతియోగియగు 'ఆంటీప్రోటాన్' కూడ ఉండవలసినట్లు ఊహించబడినది. దీని అన్వేషణకై



పోజిట్రాన్

ఆక్సిలరేటర్ (విద్యుదావిష్టకణత్వరక) ఒకటి బెర్క్లీ లో నిర్మించబడినది; ఆంటీప్రోటాన్ అన్వేషణ సఫలమైనది. ఈ పరికరమందే ఆంటీన్యూట్రాన్లు కూడ గుర్తించబడినవి. విద్యుదావేశమును ఎరుంగని న్యూట్రాన్ కు ప్రతియోగికణముండుట ఆశ్చర్యసంఘటనయే. ఈ ప్రతియోగితకు కారణము: న్యూట్రాన్ ఒక చిన్న అయస్కాంతము. అది భూమివలె దాని అయస్కాంత అక్షముపై భ్రమించుచుండును. ఆంటీన్యూట్రాన్ లో విద్యుత్ ధర్మములేగాక అయస్కాంత ధర్మములుకూడ వ్యత్యస్తములైనవి. అందువలన న్యూట్రాన్, ఆంటీన్యూట్రాన్ - రెండును, ఒకే దిశలో భ్రమించుచున్నను, వాటి అయస్కాంత అక్షములు విరుద్ధదిశలను చూపించును. అందువలన ఈ రెండును భిన్న ధర్మములు కలిగినవైనవి.

ఇప్పటికి ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, ఆంటీప్రోటాన్, న్యూట్రాన్, ఆంటీన్యూట్రాన్, పోజిట్రాన్ అను ఆరు కణములు లెక్కకు వచ్చినవి. విద్యుదయస్కాంత వికిరణపు యూనిట్ అగు ఫోటాన్ ఏడవది.

తరువాత వెలుగు చూచినది 'న్యూట్రినో' రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములనుండి ఉద్గతమగు బీటాకిరణముల గురించిన సమస్య ఒకటి ప్రాదుర్భవించినది. ఈ బీటాకిరణములు కొన్ని పరమాణుకేంద్రక ప్రాకారమునుండి కేంద్రక ప్రభవమగు శక్తిచే బహిఃప్రక్షిప్తములు. మరికొన్ని కేంద్రకమునుండియే న్యూట్రాన్ ప్రోటాన్ గా మారు ప్రక్రియలో ఆవిర్భవించునవి. కేంద్రకమునుండి ఇవి ఎంత రాశిశక్తితో ఉద్గతము కావలెనో లెక్కించుటకు వీలున్నది. కాని అవి శాస్త్రముచే ఆకాంక్షించబడిన సంపూర్ణశక్తితో బయటకు నెట్టబడుటలేదు. అందువలన ఈ బీటా వినిమయములలో ఎచ్చటనో ఈశక్తిలో కొంత విలుప్తమగుచున్నట్లు ఊహించవలసి వచ్చినది. ప్రత్యవేక్షణ విషయమైన ఎలక్ట్రాన్ గాక ప్రత్యవేక్షణకు దొరకని ఇంకొక కణరూపముకలదని పాలీ ఊహించినాడు. ఈ లుప్తమైన శక్తిని దొంగిలించుకొని పోవుచున్న కణమును గ్రహించుటకు దాని తోవలో ఉంచబడిన సీసపు పలకలనన్నిటిని ఇది దూసికొని పోవుచుండుటచే ఇది విద్యుదావేశములేని కణము అని భావించవలసి వచ్చినది. దీనికి న్యూట్రినో (పిల్లన్యూట్రాన్) అను పేరు పెట్టిరి. మొదట ఊహగనే సూచించబడిన ఈ కణము యొక్క ఉనికి 1956 లో రుజువు చేయబడినది. మరల పై చెప్పిన సౌష్ఠవధర్మమును అనుసరించి ఆంటీన్యూట్రినోలు ఉండవలసినట్లు ఊహించబడినది.

విద్యుత్ క్షేత్రమందు రెండు విరుద్ధావిష్టకణములను కూడ గట్టిఉంచుటకు ఆ రెండు విరుద్ధ విద్యుదావిష్టకణముల మధ్యఫోటాన్ వినిమయము కారణమగునట్లు, విద్యుదావిష్టకణముకాని న్యూట్రాన్ ను విద్యుదావిష్టమైన ప్రోటాన్ తో బంధించునది ఒక వింత కణము ఉండవలెనని యూకావా (1935) ఊహించి, దీనికి 'మీసాన్' అని పేరిడెను.

ఈ యూకావా కణము తరువాత 1947 లో విశ్వకిరణములందు గుర్తింపబడినది (చూ. విశ్వకిరణములు). ఇవి ఇప్పుడు 'గ మీసాన్'లు లేదా 'పైయాన్' అని పిలువబడుచున్నవి. ఇవి చాల అస్థిరకణములు; అవి న్యూట్రినోక్రింద, 'గ మీసాన్', లేదా 'మ్యూజన్' అను కణము క్రింద విడిపోవును. మ్యూజన్లు పైయాన్లకన్న చులక నైనవి. పైయాన్లు, మ్యూజన్లు ధనావిష్టములు, ఋణావిష్టములు కూడ కలవు. ఇవి పరస్పర ప్రతియోగికణములు. కొనకు 'తటస్థ పైయాన్' కూడ కలదు. ఇది రెండు ఫోటాన్ల క్రింద విడిపోవును. ఫోటాన్ నకు ఫోటాన్ యే ప్రతియోగికణము. ఏలన ఫోటాన్ ప్రవృత్తి క్షేత్రములగు విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రములు అన్నియు వ్యత్యస్తములు గావించబడినపుడుకూడ ఫోటాన్ ధర్మము మారదు.



ఇప్పటికే 14 కణముల లెక్కించితిమి: ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్, మ్యూఆన్, న్యూట్రినో, (వీటిలో ప్రతి దానికి ప్రతియోగికణము కలదు). ఫోటాన్, ధన, తటస్థ, ఋణపైయాన్లు ఇవిగాక మరి 16 కణములు వింతకణములని\* పేరు గన్నవి కలవు. వీటి లక్షణములు క్రింద పట్టికయందు సంగ్రహించబడినవి. ఈ కణములన్నిటి సామాన్యలక్షణము వాటి డినికి విశ్వకిరణప్రసారమందు గుర్తించబడుట. అన్నియు కలసి 1933 నాటికి 30 కణములు పేర్కొనబడినవి.

భావమును ప్రవేశ పెట్టినాడు. దేశకాలసమ్మేళనము సాపేక్షతా సిద్ధాంతము బోధించినట్లు, అవిరత బహురూపము కాదనియు, మనము ప్రయోగ నిర్వహణమందు అలవాటు పడిన దైర్ఘ్యప్రమాణములు అన్నిటికన్న చాల చిన్నది అగు మౌలిక దైర్ఘ్యప్రమాణము కలదనియు, ఈ మౌలిక పరిమాణముకన్న చిన్నదూరములకు లోపున భౌతికమాన క్రియలు భావనకు కూడ అసాధ్యములు అనియెడి ఊహ.

ప్రైజ్ బర్క్ యత్నము ఆంశికముగ ఫలప్రాప్తమైనది. నేడు మౌలికతకు తృప్తికరమగు నిర్ణాయకము మనకు

|  | పేరు                                       | చిహ్నము  | ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్య రాశి యూనిట్లలో కణద్రవ్యరాశి | ద్రవ్యము                       | సమస్తా నీయ ద్రవ్యము            | మధ్యమాన జీవిత వ్యవధి (సెకనులలో)                    |
|--|--|--|---|--------------------------------|--------------------------------|--|
| ఫోటాన్లు                                     | ఫోటాన్                                     | $\gamma$   | 0   | 1                              |                                | స్థిరము (అక్షయము)                                  |
| రెప్టాన్లు చులకనై నవి                        | న్యూట్రినో<br>ఎలక్ట్రాన్<br>$\mu$ - మీసాన్ | $\nu$<br>$e^-$<br>$\mu^-$<br>$\bar{\nu}$<br>$e^+$<br>$\mu^+$ | 0<br>1<br>207                                 | $\frac{1}{2}$                  |                                | స్థిరము<br>స్థిరము<br>$2 \times 20 \times 10^{-8}$ |
| భారయుత బోసాన్లు                              | $\pi$ -మీసాన్లు (పైయాన్లు)                 | $\pi^0$<br>$\pi^+$<br>$\pi^-$                                | 264<br>273                                    |                                | 1<br>1                         | $< 4 \times 10^{-16}$<br>$2.56 \times 10^{-8}$     |
| (బోస్-ఇన్ స్టయిన్ సాంఖ్యికమును అనుసరించినవి) | + K మీసాన్లు                               | K <sup>+</sup> K <sup>-</sup>                                | 967   | 0                              | $\frac{1}{2}$                  | $1.22 \times 10^{-8}$                              |
|  |  | K <sup>0</sup> $\bar{K}^0$                                   | 974   | 0                              | $\frac{1}{2}$                  | $1.00 \times 10^{-7}$<br>$\sim 10^{-7}$            |
| బేర్యాన్లు మిక్కిలి భారయుతములు               | న్యూక్లియాన్లు                             | p $\bar{p}$<br>n $\bar{n}$                                   | 1836<br>1839                                  | $\frac{1}{2}$<br>$\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$<br>$\frac{1}{2}$ | స్థిరము<br>$1.04 \times 10^3$                      |
|  | $\Lambda$ హైపెరాన్లు                       | $\Lambda^0$ $\Lambda^0$                                      | 2183  | $\frac{1}{2}$                  | 0                              | $2.51 \times 10^{-10}$                             |
|  | $\Sigma$ హైపెరాన్లు                        | $\Sigma^+$   | 2328  | $\frac{1}{2}$                  | 1                              | $0.83 \times 10^{-10}$                             |
|  |  | $\Sigma^0$ $\bar{\Sigma}^0$                                  | 2333  | $\frac{1}{2}$                  | 1                              | $< 0.1 \times 10^{-10}$                            |
|  |  | $\Sigma^-$   | 2341  | $\frac{1}{2}$                  | 1                              | $1.59 \times 10^{-10}$                             |
|  | $\Xi$ హైపెరాన్లు                           | $\Xi^0$  <br>$\Xi^-$   | 2566<br>2583                                  | ?<br>?                         | $\frac{1}{2}$<br>$\frac{1}{2}$ | $1.0 \times 10^{-10}$<br>$\sim 10^{-10}$           |

ఇంతేనా కణముల సంఖ్య లేదా ఇంకను ఆవిష్కరింపబడుటకు మిగిలియున్నవా? దీనికి సమాధానము తెలియదని ఇంకను మరియొక తీరని సమస్య మిగిలియే ఉన్నది. వీటిని పరమాణుకణములు లేదా మౌలిక కణములు అంటిమి. వీటి మౌలికతకు నిర్ణాయకమెద్ది? ఈ కణములు అన్నియు మౌలికములేనా లేదా వీటిలో కొన్ని ఇతరకణ సంఘటితములా? ఈ సమస్యను పరిష్కరించుటకు ఇటీవల ప్రైజ్ బర్క్ భౌతికశాస్త్రమందొక సాహసోపేతమైన

\* కనుగొనబడిన వెంటనే ఈ కణముల ప్రవర్తన భ్రాంతి జనకముగ ఉండుటచే వీటికి 'వింతకణము'లని పేరు వచ్చినది.

తెలియదనియే చెప్పట సమంజసతరము. కాని 1928 లో క్వాంటం సిద్ధాంతమందు జరిగిన విప్లవమువలె, ఈ సన్నివేశము శాస్త్రజ్ఞుల ఆంతరదృష్టి ఫలితముగ వచ్చు కాలమందు హఠాత్తుగ మారిపోవచ్చును. మే. వ. న.

యంగ్, టామన్ (1773-1829): ఇంగ్లీషు భౌతిక విజ్ఞాని, వైద్యుడు. అక్షికటక సంస్థానముపై సీలియరీ కండరమునకున్న ప్రభావమును వెల్లడిచేసినందుకై, ఈయన 21 వ ఏటనే రాయల్ సొసైటీ సభ్యత్వదానముచే బహుకృతుడైనాడు. తరువాత లండన్ నగరపు సెంట్ జార్జ్ వైద్యశాలలో చికిత్సకుడుగా నియమితుడయ్యెను.



యంగ్ స్థితిస్థాపక గుణకము

చాలచిన్నతనమందే ప్రతిభను కనవరచి, పెక్కు భాషా వాఙ్మయములందు గణనీయమైన వైద్యువ్యమును సంపాదించగలిగెను. 'అక్షిపటలములోనున్న మూడుగ్రాహకములు (రెనెప్టర్స్) ఎరువు, పసుపు, నీలిమ అను మూడు ముఖ్య వర్ణపానఃపున్యములతో స్పందించుటచే మనము రంగులను చూడగలుగుచున్నాము' అను సిద్ధాంతమును యంగ్ మొదట ప్రతిపాదించెను. ఈవాదమును తరువాత హెల్మ్ హోల్ట్స్ బలపరచెను. 1802 లో రాయల్ ఇన్ స్టిట్యూషన్ లో డేవీతోపాటు సహాచార్యుడుగా చేరెను. కాంతి శాస్త్రమందు మిథోఘట్టనసంఘటనను ఆవిష్కరించి కాంతి తరంగవాదమును ధ్రువపరచెను. పశ్చిమవయస్సునందు రోసెట్టా శిలాశాసనము యొక్క అర్థప్రకాశమునందు ఈయన ప్రదర్శించిన సామర్థ్యము ఈయన సర్వతోముఖ వైద్యువ్యమునకు నిదర్శనము. అ. వెం. సూ. రా.

యంగ్ స్థితిస్థాపక గుణకము : దీనికి 'యంగ్స్ మోడ్యూల్స్' అని వ్యవహారము. వస్తువులగుణములలో స్థితిస్థాపకత చాలప్రధానమైన గుణము. ఏదేనిబలప్రయోగము వలన ఒకవస్తువు ఆకృతిలో మార్పుజనించి, బలమును తీసి వేసినతరువాత ఆవస్తువు మరల మార్పులేని తొంటిస్థితికి చేరగలిగిన, ఆవస్తువు స్థితిస్థాపకతాగుణము కలిగినదని అందుము. ప్రతివస్తువుయును కొద్దిగానైన స్థితిస్థాపకగుణమును కలిగియుండును. ఇచ్చట ఆకారమందుమార్పునకు వికృతి (స్ట్రెయిన్) అనియు, ప్రయత్నమైన బలమునకు ప్రతిబలము (స్ట్రెస్) అనియు పేర్లు. ప్రతిబలమునకును, అది వస్తువులో తెచ్చిపెట్టు వికృతికిని గల నిష్పత్తి, ప్రతివస్తువునకు ఒకస్థిరాంకమై ఉండును. దీనికి 'యంగ్ స్థితిస్థాపక

ఉదా : 20' పొడవు, 12 చదరపు అంగుళముల ఛేదము గల ఉక్కు స్తంభముపై 38 టన్నుల (80,640 పౌనులు) భారమును మోపినప్పుడు దాని పొడవు 0.0558" తగ్గినది. ఉక్కునకుగల యంగ్ గుణకము ఎంత ?

$$\text{చదరపు అంగుళమునకు ప్రతిబలము} = \frac{38 \times 2240}{12} \text{ పౌనులు}$$

$$\text{వికృతి} = \frac{\text{పొడవులో తగ్గుదల}}{\text{అసలు పొడవు}} = \frac{0.0558''}{20'} = \frac{0.0558''}{240''}$$

$$\therefore Y = \frac{\text{ప్రతిబలము}}{\text{వికృతి}} = \frac{38 \times 2240 \times 240}{12 \times 0.0558}$$

= 2,89,40,000 పౌనులు / చదరపు అంగుళము. ఇంచు మించు 2,90,00,000 పౌనులు / చదరపు అంగుళము.

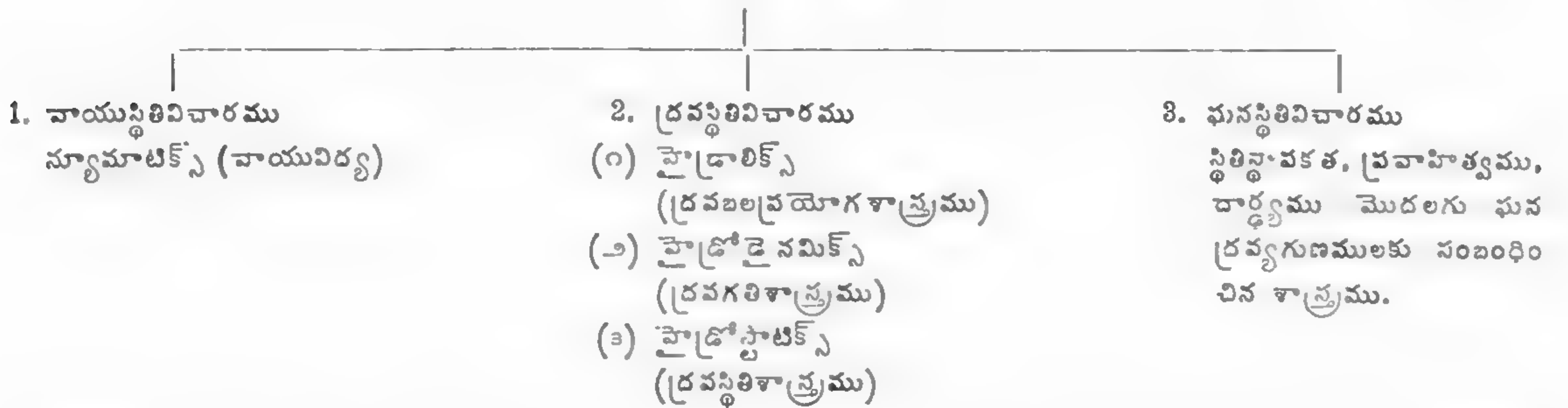
మే. వ. న.

యక్షిణీలాంతరు : చూ. చాతుష పరికరములు - పు. 334.

యశదము : చూ. జింకు - పు. 342.

యాంత్రిక శాస్త్రము (మెకానిక్స్) : కదలకుండ ఉన్నవస్తువులపై గాని, కదలుచున్నవస్తువులపై గాని బల ప్రయోగములవలన కలుగు ఫలముల విచారించు శాస్త్రము. ద్రవ్యమునకుచెందు వాయు, ద్రవ, ఘనస్థితుల మూడింటిని శాసించు నియమములు ఈ శాస్త్రములో అంతర్భూతములు. ఇంజనీరింగు, భౌతిక శాస్త్రము, ఖగోళవిద్య వీటి అనుశీలనకు మౌలికమైనది ఈ యాంత్రిక శాస్త్రము. ఈ శాస్త్రమును క్రిందివిధముగా విభాగించుట సంప్రదాయమై ఉన్నది :

### యాంత్రిక శాస్త్రము



గుణక' మని పేరు. ఈగుణకము వస్తుస్వభావమునుపట్టి ఉండును.

$$\text{యంగ్ స్థితిస్థాపక గుణకము} = Y = \frac{\text{ప్రతిబలము}}{\text{వికృతి}}$$

సాధారణముగా వైని చూపిన 3 వ అంతర్భాగమునకే యాంత్రిక శాస్త్రమును పేరు పరిమితమైనది. సౌకర్యము కొరకై ఈ అంతర్భాగము స్థితిశాస్త్రము, గతిశాస్త్రము, సాధారణీకృతగతిశాస్త్రము అను మరిమూడు అవంతర



భాగములలో విస్తృతమై ఉన్నది. బలములప్రభావమున కదలకుండ సమతలనస్థితిలో నున్న వస్తువులనుగురించిన శాస్త్రము 'స్థితిశాస్త్రము'. వస్తువుల గతిపై గతిబలముల, మోటనబలముల ప్రభావమును తెలియజేయునది 'గతి శాస్త్రము'. ఏవస్తువులకు సంబంధించకుండ కేవలగతినియ మములను వివరించునది సాధారణీకృత గతిశాస్త్రము. నేటి వాడుక గతిశాస్త్రము అను పదముచే యాంత్రిక శాస్త్రమును అంతయు తెలిపి యాంత్రికశాస్త్రమును పరి భాషను కేవల యంత్రములు, భవననిర్మాణము, స్థాపత్యము వీటికి పరిమితముగా చేయుచున్నది. మే. వ. స.

యిట్రైర్బియమ్ : ఇది అపురూప మృత్తుభాతువులకు చెందిన రాసాయనిక భాతుమూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 70; సంకేతము Yb; పరమాణుభారము 173.04; విశిష్ట గురుత్వము 5.5; ద్రవాంకము  $1500^{\circ}\text{C}$ ; దీని ఉనికిని 1878 లో మార్సిన్యో కనుగొనెను. \* \* \*

యిట్రీయమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పర మాణ్వంకము 39; సంకేతము Y; పరమాణుభారము 88.92; ద్రవాంకము  $1490^{\circ}\text{C}$ ; దీని ఉనికిని 1794 లో గెడోలిన్ కనుగొనెను. యిట్రీయమ్ను ఎక్కువగా భాతు పరిశ్రమలో వాడుదురు. \* \* \*

యురేనియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పర మాణ్వంకము 92; సంకేతము U; దీని పరమాణుభారము 238.07; విశిష్టగురుత్వము 18.7; ద్రవాంకము  $113^{\circ}\text{C}$ . దీని ప్రధానముడిఖనిజము పిచ్ బ్లెండ్. దీనిలో లెడ్ ఆక్సైడ్ తో కూడ కలిసి  $\text{U}_3\text{O}_8$  అను క్లిష్ట యురేనియమ్ ఆక్సైడ్ ఉండును. ఈ భాతువును కూడ గోల్డ్ స్మిత్ విధానమున పడయవచ్చును. ఈ భాతువు రాశిలో తెల్లగా ఉండును; సూక్ష్మ విభక్తస్థితిలో నల్లటి చూర్ణమువలె ఉండును. యురేనియమ్ యాగికములన్నియు, జనక భాతువు యొక్క రేడియోధార్మిక గుణములను కనబర్చును. వీటిలో పసుపు పచ్చని ట్రైఆక్సైడ్, సోడియమ్ డైయూరానేట్, భాస్వరమగు యురేనియమ్ గాజును తయారుచేయుటకు ఉపయోగింతురు. అమోనియాను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు హేబర్ సంయోజన పద్ధతిలో యురేనియమ్ భాతువు ప్రేరకముగా పనిచేయును. (చూ. క్రోమియమ్ వర్గము - పు. 303). మే. వ. స.

యురేనియమ్ తర్వాతి మూలద్రవ్యములు : ఈ వర్గమునకు చెందిన 92 కన్న ఎక్కువ పరమాణ్వంకము గల మూలద్రవ్యములు అన్నియు తొలిని నైక్లోట్రాన్ తో జరిపిన కేంద్రక పరిశోధనలలో కృత్రిమముగ సంపాదిత మైనవియే. తరువాత వీనిలో నెప్ట్యూనియమ్, ప్లూటోని

యురేనియమ్ తర్వాతి మూలద్రవ్యములు

యమ్ అను రెండును యురేనియమ్ ఖనిజములలో లభించునని తెలిసినది. కాని ఇవివేరు చేయుటకు వీలు లేనంత అల్పరాశులలో ఉండును.

యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యము అన్నియు అస్థిరములు. వీటిలో చాల వాటికి ఎక్కువ సంఖ్యలో సమస్థానీయములు ఉన్నవి. ఇందులో మిక్కిలి ప్రధాన మైనది ప్లూటోనియమ్; దీని సమస్థానీయములలో ఒక దానికి 5-10 పండ్లు అర్థజీవిత వ్యవధి కలదు. ఇది ఎక్కువరాశిలో వేరు పరచబడినది. దీనికి కారణము ఆటంబాంబులలో దాని ఉపయోగము (చూ. పు. 167). నెప్ట్యూనియమ్ తయారుచేయబడినను అది ప్లూటోనియమ్ సాధనకు ప్రాపకదశ అగుటచే వేరుచేయబడలేదు. ఆవర్త క్రమమందు వీటిస్థానము, ఐదవ ఆవృత్తిలో అగవదు లేంతెనైడ్ మూలద్రవ్యముల వంటిది. వీటి పరమాణు రచన వాటి రచనను అనుకరించును. ఈ వర్గమునకు ఆక్టినైడ్ వర్గమని పేరు. ఇందులో పరమాణ్వంకము ఎక్కువగుకొలది మూలద్రవ్యము లేంతెనైడ్ మూలద్రవ్య ములతో ఎక్కువగా పోలికను కల్గియుండును.

103-108 పరమాణ్వంకములుగల మూలద్రవ్యముల ఆవిష్కరణ ఆసన్నముగ ఉన్నది. ఇవి హీలియమ్ అయన్ ల కన్న ఎక్కువ భారముగల అయన్ లచే యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యముల ఘట్టించుటవలన సంవాద్య ములగునని ఆకాంక్షించబడుచున్నది. ఈ ఆక్టినైడ్ శ్రేణి నోబెలియమ్ 102 తో అంతమగును. 104-108 మూల ద్రవ్యములు 72-76 మధ్యనున్న పరమాణ్వంకములు గల హాఫ్నియమ్ - ఆస్మియమ్ మూలద్రవ్యములకు రాసా యనికముగ సదృశములు కావచ్చును. వీటి వివరములు క్రింది పట్టికలందు పొందుపరువబడినవి :

| పరమాణ్వంకము | మూలద్రవ్యము     | పరమాణు భారము | సంయోజనీయత     |
|-------------|-----------------|--------------|---------------|
| 93          | నెప్ట్యూనియమ్   | 237          | 2, 3, 4, 5, 6 |
| 94          | ప్లూటోనియమ్     | 242          | 2, 3, 4, 5, 6 |
| 95          | అమెరిసియమ్      | 243          | 2, 3, 4, 5, 6 |
| 96          | క్యూరియమ్       | 247          | 3             |
| 97          | బెర్కెలియమ్     | 249          | 3, 4          |
| 98          | కాలిఫోర్నియమ్   | 251          | 3             |
| 99          | ఐస్ స్టెయినియమ్ | 254          | 3             |
| 100         | ఫెర్మియమ్       | 258          | 3             |
| 101         | మెండెలివియమ్    | 258          | 3             |
| 102         | నోబెలియమ్       | 259          |               |



| వరమా<br>ణ్యంకము | సంకే<br>తము | వ్రథవ విధానము  |
|-----------------|-------------|--|
| 93              | Np          | — —  |
| 94              | Pu          | — —  |
| 95              | Am          | ప్లూటోనియమ్ పై తీర్ణమ్యాట్రాన్ అఘాతము.   |
| 96              | Cm          | ప్లూటోనియమ్ <sup>239</sup> పై హీలియమ్ అయన్ అఘాతము వలన.   |
| 97              | Bk          | అమెరిసియమ్ <sup>241</sup> పై హీలియమ్ అయన్ అఘాతము వలన.  |
| 98              | Cf          | క్యూరియమ్ <sup>242</sup> పై హీలియమ్ అయన్ అఘాతము వలన.   |
| 99              | Es          | తెర్మోనూక్లియర్ విచారణలో తాత్కాలిక అతితీర్ణ మ్యాట్రాన్ ప్రవాహమునకు గురియైన యురేనియమ్ నుండి లభ్యము.     |
| 100             | Fm          | తెర్మోనూక్లియర్ విచారణలో తాత్కాలిక మైన అతితీర్ణ మ్యాట్రాన్ ప్రవాహమునకు గురియైన యురేనియమ్ నుండి లభ్యము. |
| 101             | Md          | ఠన్ స్ట్రయినియమ్ పై హీలియమ్ అయన్ అఘాతము వలన.   |
| 102             | No          | బుజురూవ అయన్ త్వరకమందు క్యూరియమ్ <sup>246</sup> పై త్వరయిత కార్బన్ <sup>12</sup> అయన్ తో ఘట్టించుటవలన. |

మే. వ. న

యూ కా వా, హిడ్రే (జననము 1907): జపాన్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త. కియోటో, ఒసాకా యూనివర్సిటీలలో ఆచార్యత్వమును కొన్ని నాళ్లు నెరపి, జపాన్ నుండి యునైటెడ్ స్టేట్స్ కు వెళ్లెను. ప్రిన్స్టన్ యూనివర్సిటీ యందు ప్రవేశించి, తరువాత కొలంబియా యూనివర్సిటీలో విజిటింగ్ ప్రొఫెసర్ గా నియమితుడు అయ్యెను. ఒసాకాలో ఉపాధ్యాయపదవిలో ఉన్న కాలమున (1935) ఎలక్ట్రాన్ కన్న కొన్ని వందల రెట్లు బరువుకలిగిన కణము ఒకటి (మీసాన్) ఉండవలయునని సిద్ధాంతరీత్యా ఆదేశించెను. ఆండర్సన్, నెడ్డర్ మైయర్ మీసాన్ ఉనికిని 1938 లో ప్రాయోగికముగా రుజువుచేసిరి.

ఈ పరిశోధనలకును, కేంద్రకబల ప్రవృత్తిని గురించిన వివరణలకును, క్వాంటం సిద్ధాంతమును బలపరచిన సిద్ధాంత ప్రతిపాదనకును, 1949 లో ఈయనకు నోబెల్ బహుమానము చేకూరినది. ఇట్లు బహుకృతులైన జపాన్ దేశీయులలో ఇప్పటికి (1963) ఈయనే ప్రథముడు. మే.వ.న.

యూరోపియమ్ : అపురూపమృత్తులకు చెందిన ధాతు రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్యంకము 83; సంకేతము Eu; పరమాణుభారము 152.0; దీని ఉనికిని 1800 లో డిమార్ సే, బ్యాట్రాండ్రన్ కను

గొనిరి. యూరోపియమ్ ను పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తిలో వాడుదురు. \* \* \*

యోజనీయతా భావము-I: హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ (HCl), నీరు (H<sub>2</sub>O), అమోనియా (NH<sub>3</sub>), మీతేన్ (CH<sub>4</sub>) మొదలగు యోగికముల అణు సాంకేతికములను పరిశీలించినచో ఒక విషయము తెలియవచ్చును. అది ఏమన క్లోరీన్ పరమాణువు ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువుతో, ఆక్సిజన్ పరమాణువు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను, నైట్రోజన్ మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను, కార్బన్ నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను రాసాయనికముగా సంయోగించును. అనగా క్లోరీన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, కార్బన్ ఈ మూలద్రవ్యముల యొక్క సంయోగసామర్థ్యము హైడ్రోజన్ తో ఒకటినుండి నాలుగు వరకు క్రమముగా పోచినది. ఈ సంయోగసామర్థ్య ప్రమాణమును నిరూపించుటకు సాంకేతికములలో చూపినట్లు హైడ్రోజన్ పరమాణువును మానముగా తీసికొన్నచో క్లోరీన్ సామర్థ్యము ఒకటి, ఆక్సిజన్ రెండు, నైట్రోజన్ మూడు, కార్బన్ సామర్థ్యము నాలుగు అని చెప్పవచ్చును. హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఎప్పుడును, ఒకటి కన్న పొచ్చు ఇతరపరమాణువులతో రాసాయనికముగా సంయోగించదు. అందువలన హైడ్రోజన్ పరమాణువు యొక్క సంయోగ సామర్థ్యమును యూనిట్ మానముగా తీసికొందురు. హైడ్రోజన్ తక్కిన మూలద్రవ్యపరమాణువుల సంయోగ సామర్థ్యములను నిరూపించువట్ల సామర్థ్యపదమునకు బదులుగ నిర్ణీతసంఖ్యను తెల్పు యోజనీయత అను పదమును వాడుదురు. దీనికి (వేలెన్సీ) అని ఇంగ్లీషులో పేరు. ఈ దృష్టిలో మూలద్రవ్యపరమాణువు యొక్క 'యోజనీయత'ను క్రింది విధమున నిర్వచించవచ్చును.

ఏదేని మూలద్రవ్యపరమాణువుతో సంయోగించగల హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంఖ్యకు 'యోజనీయత' అని సంకేతము. ఈ సంకేతానుసారముగా క్లోరీన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, కార్బన్ పరమాణువుల యోజనీయత క్రమముగా ఒకటి, రెండు, మూడు, నాలుగు అగుచున్నది.

యోజనీయతా నిర్ణయము: పరమాణువు హైడ్రోజన్ తో ప్రత్యక్షముగా సంయోగించునపుడు, ఏర్పడు యోగికము యొక్క అణుసాంకేతికములో ప్రతిపరమాణువునకు ఎన్నేసి హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నవో తెలిసికొనిన ఎడల ఆ పరమాణువు యొక్క యోజనీయతను నిర్ణయించగలము. పైని పేర్కొనిన యోగికముల సాంకేతికములే దీనికి ఉదాహరణములు.



అన్ని మూలద్రవ్యములును హైడ్రోజన్ తో రాసాయనికముగా సంయోగించుట సంభవించదు. హైడ్రోజన్ కన్న క్లోరీన్, ఆక్సిజన్ ఎక్కువ మూలద్రవ్యములతో రాసాయనికముగా సంయోగించగలవు. అందువలన ప్రాయోగికముగా క్లోరైడ్ ల యొక్కయు, ఆక్సైడ్ ల యొక్కయు, వీటి అణుసాంకేతిక పరీక్ష మూలద్రవ్యముయొక్క యోజనీయతను నిర్ణయించుటలో ఉపయోగపడును. అనగా హైడ్రోజన్ కి బదులు క్లోరీన్ ను, ఆక్సిజన్ నికూడ మానముగా తీసికొనవలసి ఉండును. ఇచ్చట క్లోరీన్ యొక్క యోజనీయత ఒకటి అనియు, ఆక్సిజన్ యొక్క యోజనీయత రెండనియు ఎరుంగవలెను.

కొన్ని ధాతువులు హైడ్రోజన్ తో రాసాయనికముగా సంయోగించకపోయినను, ఆప్లుములనుండి అవి హైడ్రోజన్ ని వెళ్ళగొట్టగలవు. ఉదాహరణమునకు జింకు ధాతువును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో చేర్చినప్పుడు హైడ్రోజన్ వాయువు ఉదయించును. ఒక పరమాణుభారము గల జింకును తీసికొని దానివలన ఆప్లుమునుండి స్థానచ్యుతిని చెందిన హైడ్రోజన్ యొక్క ఆయతనమును ప్రయోగ పూర్వకముగా నిర్ణయించి, ప్రతి పరమాణుభారము జింకు నకును ఎన్ని హైడ్రోజన్ పరమాణుభారములు విడుదల అయినవో లెక్కించవచ్చును. దీనినిబట్టి జింకుపరమాణువు యొక్క యోజనీయతను నిర్ణయించవచ్చును.

పైచర్చననుసరించి క్రిందివిధముగా 'యోజనీయత' పదనిర్వచనమును విస్తరించవచ్చును :

ఒక మూలద్రవ్యపరమాణువుతో సంయోగించు హైడ్రోజన్ లేదా క్లోరీన్ పరమాణువులసంఖ్యకుగాని, లేదా ఒక మూలద్రవ్యపరమాణువు బహిర్గతముచేయగల హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంఖ్యకుగాని లేదా ఒక మూలద్రవ్య పరమాణువుతో సంయోగించు ఆక్సిజన్ పరమాణువులసంఖ్యకు రెట్టింపునకుగాని సమానమగుసంఖ్య ఆ మూలద్రవ్య పరమాణువుయొక్క యోజనీయతగా భావించవచ్చును.

యోజనీయతా భావము ఎట్లు ఆవిర్భవించినదో సమీక్షలో గణసిద్ధాంతవిస్తరణసందర్భమున తెలిపితిమి. యోజనీయతను నిర్ణయించుటకై అణుసాంకేతికములను పరిశీలింపవలయునని చెప్పిఉంటిమి. అణుసాంకేతికములు ఆవాగాద్రోకల్పనప్రకారము నిర్ణయించబడును. ఆవాగాద్రోకల్పనవాయుస్థితిలోఉన్న యోగికమునకుగాని అన్వయించదు (చూ. అణుభారనిర్ణయము-పు. 126). కొన్ని మూలద్రవ్యములు వాయుస్థితిలోనుండు (బాష్పశీలమైన) యోగికములను ఈయవు. అట్టిమూలద్రవ్యముల యోజనీయతానిర్ణయమునకు రెండుబుజుమార్గములు ఉన్నవి.

అందు మొదటిది డ్యూలాంగ్ విధానము. 6.4 అను సంఖ్యను ఘనస్థితిలోనుండు మూలద్రవ్యము యొక్క విశిష్టోష్ణతచే భాగించినచో పరమాణుభారము స్థూలముగా సిద్ధించునని చెప్పియుంటిమి. ఇట్లు లభ్యమగు పరమాణుభారమును, ఆ మూలద్రవ్యముయొక్క తుల్యభారముతో భాగించినవడల వచ్చుసంఖ్యకు దగ్గరగాఉన్న పూర్ణసంఖ్య దానియోజనీయత అగును.

ఉదా : సీసముయొక్క విశిష్టోష్ణత 0.081

$$\left. \begin{array}{l} \text{డ్యూలాంగ్ నియమప్రకారము} \\ \text{దాని పరమాణుభారము.} \end{array} \right\} = \frac{6.4}{0.081} = 206.5$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{సీసముయొక్క తుల్యభారము దాని} \\ \text{క్లోరైడ్ నుండి లెక్కించబడినది.} \end{array} \right\} = 108.5$$

$$\text{యోజనీయత} = \frac{\text{పరమాణు భారము}}{\text{తుల్యభారము}} = \frac{206.5}{108.5} = 1.905 \approx 2$$

ఉదా : గాలియమ్ సల్ఫేట్ అమోనియమ్ సల్ఫేట్ తో ద్రావణస్థితిలో కలిసి ఏర్పడు ద్వితీయము (గాలియమ్ ఆలమ్) యొక్క స్ఫటికములు, అట్లే అల్యూమినియము సల్ఫేట్, అమోనియమ్ సల్ఫేట్ తో కలిసి ఏర్పడు ద్వితీయము (అల్యూమినియము ఆలమ్) యొక్క స్ఫటికములతో సమరూపతను చూపును. సమరూపతానియమ ప్రకారము స్ఫటికసమరూపతను చూపు రెండుయోగికముల అణురచనకూడ సదృశముగా ఉండవలయును. అల్యూమినియము ఆలమ్ యొక్క అణుసాంకేతికము  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$  అయినప్పుడు గాలియమ్ ఆలమ్ యొక్క అణుసాంకేతికముకూడా అదే మాదిరిని ఉండవలయును. అనగా దాని సాంకేతికము  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4, \text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$  కావలెను. అల్యూమినియము ఆలమ్ లో అల్యూమినియముయొక్క యోజనీయత మూడని ఇదివరకే తెలిసినచో గాలియమ్ ఆలమ్ లో గాలియమ్ యొక్క యోజనీయతకూడ మూడే కావలెను.

గుణిజనిష్పత్తినియమమందు మూలద్రవ్యముయొక్క సంయోగసామర్థ్యము భిన్నపరమాణుములను కలిగియుండునని తెలిసినది. కనుక దానియోజనీయతకూడ మారుచుండునని ఊహించవలెను. కాని వేలకొలది కార్బన్ యోగికములందు పాల్గొను కార్బన్ పరమాణువుయొక్క యోజనీయత ఎప్పుడును స్థిరముగా నాలుగే అయి ఉండును. కార్బన్ పరమాణువుయొక్క స్థిరయోజనీయత తక్కినపరమాణువుల యోజనీయతలకూడ స్థిరముగా ఏదో ఒకసంఖ్యకే పరిమితమై ఉండునను అభిప్రాయమునకు ఎడమిచ్చినది.



**యోజనీయతాభావము-1**

కాని ఈ అభిప్రాయము కార్బన్ కాక ఇతరమూలద్రవ్యములపట్ల సరిపడదని ప్రయోగము రుజువుచేసినది. అందువలన ఒకే మూలద్రవ్యముయొక్క యోజనీయత పరిస్థితులను పట్టి మారుచుండునను ఊహ తప్పదు. కాని కొన్ని మూలద్రవ్యముల యోజనీయత స్థిరముగా ఉండును. కొన్ని సామాన్య మూలద్రవ్యముల యోజనీయతలు క్రింద ఈయబడినవి :

| యోజనీయత | మూలద్రవ్యములు  |
|---------|--|
| 1       | <div> <div>H, Li, Na, K, Rb</div> <div>(హైడ్రోజన్)</div> <div>F, Cl, Br, I</div> <div>(హాలోజన్)</div> <div>Cu, Ag, Au</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> </div>   |
| 2       | <div> <div>Be, Mg</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> <div>Ca, Sr, Ba, Ra</div> <div>(హైడ్రోజన్)</div> <div>Cu, Zn, Hg, Cd, Fe,</div> <div>Mn, Co, Ni</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> <div>O, S, Se, Te</div> <div>(హైడ్రోజన్)</div> </div>  |
| 3       | <div> <div>B, Al, Sc, Ga, Mn, Cr,</div> <div>Fe, Co, Ni</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> <div>N, P, As, Sb, Bi</div> <div>(ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్)</div> </div>  |
| 4       | <div> <div>C, Si, Ge, Sn, Pb</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> <div>Mn, Ni, Ti, Zr, Co, Th</div> <div>(హైడ్రోజన్)</div> <div>S, Se, Te</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> </div>  |
| 5       | <div> <div>N, P, As, Sb, Bi</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> <div>V, Nb, Ta</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> </div>  |
| 6       | <div> <div>S, Se, Te</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> <div>Cr, Mo, W, V, Mn</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> </div>  |
| 7       | <div> <div>Mn, Cl</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> <div>I (పెర్ అయిడిక్ ఆసిడ్ లో <math>\text{HIO}_4</math>)</div> </div>  |
| 8       | <div> <div>Fe, Ni, Co (కార్బోనిల్ లలో)</div> <div><math>=\text{C}=\text{O}</math></div> <div><math>=\text{C}=\text{O}</math></div> <div>Fe <math>=\text{C}=\text{O}</math></div> <div><math>=\text{C}=\text{O}</math></div> <div>Os, Ru</div> <div>(ఆక్సిజన్)</div> </div> |

మూలద్రవ్యముల యోజనీయతలను గురించిన కొన్ని నియమములు ఇచ్చట తెలుపబడినవి.

1. ఆవర్తక్రమమందు వాయవ్యమూలయందు ఇమిడి ఉన్న మూలద్రవ్యములు తప్పకుండా స్థిర యోజనీయతనే కనపరచును.

2. రంగులుగల లవణములను ఇచ్చు బరువైన ధాతువుల విషయమై బహు యోజనీయత ఘట్టముగా కననగును.

(Cr, Mn, Fe, Co Ni Cu) ఇట్టి ధాతువులు లోడర్ మేయర్ సూచించిన ఆవర్త రేఖశ్రేణిలో రేఖలపాదములను ఆక్రమించి ఉండును.

3. సాధారణముగా ప్రకృతిలోను, శోధనాగారమందును తరుచుగా తారసిల్లు స్థిర యోగికములందు :

యోజనీయత I చాలతరుచుగా కనుపించును.

యోజనీయత II తరువాత తరుచుగా ఉండును.

యోజనీయత III పై దానికన్న కొంచెము అరుదు.

యోజనీయత IV పై దానికన్న అరుదు.

యోజనీయత V పై దానివలె ఉండును.

ఇట్లు యోజనీయత హెచ్చగుకొలది, అది తటస్థించుట అరుదగుచుండును.

4. మారునట్టి యోజనీయతగల మూలద్రవ్యముయొక్క యోజనీయత దానిస్వభావమునుపట్టి కాక 1. అది సంయోగించు ఇతరమూలద్రవ్యములు, 2. తాపక్రమ, ప్రేష, ద్రావణ పరిస్థితులనుపట్టికూడ ఉండును. ఉదాహరణములు, 1. నైట్రోజన్ (N) ఆక్సిజన్ తో గరిష్ఠ యోజనీయత అయిదును, హైడ్రోజన్ తో మూడును కనపర్చును; గంధకము (S) హైడ్రోజన్ తో రెండు, ఆక్సిజన్ తో ఆరును గరిష్ఠ యోజనీయత కనపర్చును. 2. ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ లో ఫాస్ఫరముయొక్క పంచ యోజనీయత తాపక్రమము అధికముకాగానే మూడుగా మారిపోవును.

ఫాస్ఫోనియమ్ క్లోరైడ్ ( $\text{PH}_4\text{Cl}$ )లో ఫాస్ఫరముయొక్క పంచ యోజనీయత, బాష్పశీలమగు ఆయోగికము పై ప్రేషము అధికముగా ఉన్నపుడే స్థిరముగా ఉండును. ప్రేషము తగ్గగానే యోగికము  $\text{PH}_3 + \text{HCl}$  క్రింద విడిపోయి ఫాస్ఫరము త్రియోజనీయ మగును. ఆర్సెనిక్ యొక్క పంచ యోజనీయతను గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో విలీనమైయున్న ఆర్సెనిక్ పెంటాసల్ఫైడ్ కనపర్చును. ద్రావణము విలీనమైన వెంటనే ఆర్సెనిక్ త్రియోజనీయత కలదిగా మారిపోవును. ఒకప్పుడు మూలద్రవ్యము బహు యోజనీయతలను కనపర్చునపుడు దాని హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ యోజనీయతలు రెండును కలిసి ఎనిమిదికి సమమగును.

|            | N | S | Cl | C |
|------------|---|---|----|---|
| (యోజనీయత)  |   |   |    |   |
| హైడ్రోజన్. | 3 | 2 | 1  | 4 |
| (యోజనీయత)  |   |   |    |   |
| ఆక్సిజన్.  | 5 | 6 | 7  | 4 |
|            | 8 | 8 | 8  | 8 |



యోజనీయత - విశేషలక్షణములు : యోజనీయతాభావము, రాసాయనికసంయోగభావమునకు అంగముగా చేయబడినది. కాబట్టి మూలద్రవ్యమునకు రాసాయనికప్రవృత్తియే లేనపుడు దానికి యోజనీయతాగణనయే ఉండదు. హీలియమ్ మొదలగు అపురూప వాయువులు రాసాయనికప్రవృత్తిని చూపవు. అనగా అవి ఇతర మూలద్రవ్యములతో రాసాయనికముగా సంయోగించవు. అందువలన వాటి యోజనీయత శూన్యమని భావించవలెను.

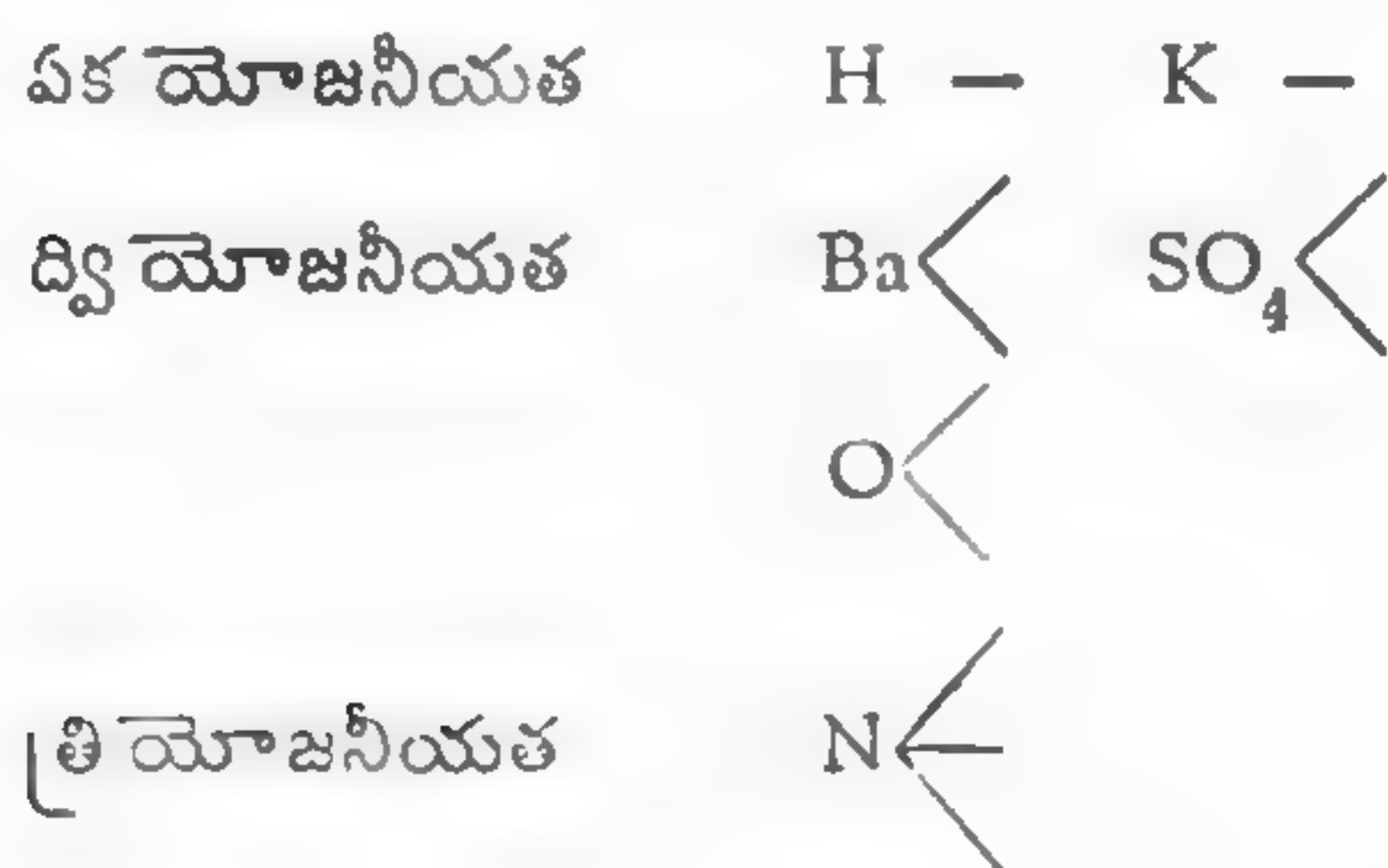
మూలద్రవ్యపరమాణువులకు యోజనీయతను కల్పించినట్లే, ఏయోగికమందైన అగపడు పరమాణుకూటములు లేదా గణములకుకూడ యోజనీయతను ఆరోపించవచ్చును.

గణముల యోజనీయతను లెక్కించుపట్ల మూలద్రవ్యముల యోజనీయతను కనుగొనెడిసూత్రములే పనికివచ్చును. అనగా గణముతో సంయోగించు హైడ్రోజన్ లేదా క్లోరిన్ పరమాణువుల సంఖ్యకు సమమగుసంఖ్యకాని, దానితో సంయోగించు ఆక్సిజన్ పరమాణుసంఖ్యకు రెట్టింపుగాని గణముయొక్క యోజనీయతగా భావించవచ్చును.

బేరియమ్ నైట్రేట్ :  $\text{Ba}^{++}(\text{NO}_3)_2$  లేదా  $\text{Ba}^{++}(\text{NO}_3)_2$

అల్యూమినియము సల్ఫేట్ :  $\text{Al}_2^{+++}(\text{SO}_4)_3$  లేదా  $\text{Al}_2^{+++}(\text{SO}_4)_3$

యోజనీయతను తెల్పు విధానము : మూలద్రవ్యయోజనీయతలను వాటి సాంకేతికముల ప్రక్కను వ్రాసిన గీతలచే తెలుపుదురు. ఈ గీతలను యోజనీయతాబంధములు అందురు.



ఇంతేగాక లవణములు జలద్రావణములలో విద్యుదావేశముగల భాగములుగా విడిపోవును. వీటికి అయన్ లని పేరు (విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము-1). ఈ అయన్ ల యోజనీయత యొక్క స్వభావము వాటి ఆవేశముల

స్వభావమునుబట్టి ధన, ఋణ చిహ్నములచే తెలియపరచెదరు. అదిగాక అయన్ పై ఉండు విద్యుదావేశము దాని యోజనీయతను తెలుపు సంఖ్యకు సమానమగు యూనిట్ ఆవేశముల మొత్తమై ఉండును. ఈ ఆవేశ యూనిట్ ను నిర్ణయించుపట్ల హైడ్రోజన్ పరమాణువును ఆవహించిన ఆవేశమును మానముగా తీసికొందురు. ఫారడే మొదటి నియమ ప్రకారము హైడ్రోజన్ పరమాణుభారము అయన్ రూపమున, అయన్ స్థితిలో, స్వీకరించు విద్యుద్ద్రాశి 96,500 కూలామ్ లు. ఈ విద్యుత్ ద్రాశికి 'ఫారడే' అని పేరు. ఒక అయన్ యొక్క యోజనీయత ఎంత ఉండునో అన్ని ఫారడేల విద్యుదావేశమును అది వహించును. అయన్ లు వహించు ఫారడేల సంఖ్యను, అనగా వాటి యోజనీయతను, వాటి ఋణ, ధన స్వభావమునుబట్టి సాధారణముగా రెండు ప్రకారముల తెలియపరచెదరు.

ధనావేశ యూనిట్ లను (యోజనీయతలను) చుక్కలచేత లేదా '+' గురుతులచేత, ఋణావేశ యూనిట్ లను (యోజనీయతలను) పటవాలుగా ' లచేత లేదా '-' గురుతుచేత తెలియ పరచెదరు. ఉదా :

మెండేలీయఫ్ చే నిర్మితమైన ఆవర్తక్రమపట్టికలో అగపడు వేరువేరు వర్గములు, ఆ వర్గములకు చెందిన మూలద్రవ్యపరమాణువుల యోజనీయతల సంఖ్యనుబట్టి కల్పించబడినవి. ఉదాహరణమునకు శూన్యవర్గమునకు చెందిన అపురూపవాయువుల యోజనీయత శూన్యము. నాల్గవ వర్గమునకు చెందిన కార్బన్ మొదలగు మూలద్రవ్యముల యోజనీయత నాలుగు. ఎనిమిదవ వర్గమునకు చెందిన ఆస్మియమ్ మొదలగు ధాతువుల యోజనీయత ఎనిమిది. ఆ వర్తక్రమపట్టికయందు ఇంకొక విశేషము కాననగును. మూలద్రవ్యముల హైడ్రోజన్ యోజనీయత మొదటివర్గము ఒకటి నుండి నాల్గవ వర్గములో నాలుగువరకు పెరిగి మరల క్రమముగా ఏడవ వర్గములో ఒకటికి తగ్గిపోవును. కాని ఆక్సిజన్ యోజనీయత మొదటివర్గములో ఒకటి నుండి ఎనిమిదవ వర్గములో ఎనిమిదివరకు క్రమముగా పెరుగును. అట్లే హేలోజన్ విషయమైన యోజనీయతకూడ పెరుగును.

#### యోజనీయత

| వర్గము       | 0 | 1                 | 2                | 3                               | 4               | 5                             | 6               | 7                              | 8                |
|--------------|---|-------------------|------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------|
| హైడ్రోజన్ లో | O | NaH               | CaH <sub>2</sub> | (BH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | PH <sub>3</sub>               | SH <sub>2</sub> | ClH                            | O                |
| ఆక్సిజన్ లో  | O | Na <sub>2</sub> O | CaO              | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | CO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SO <sub>3</sub> | Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | OsO <sub>4</sub> |
| హేలోజన్ లో   | O | NaF               | CaF <sub>2</sub> | BF <sub>3</sub>                 | CF <sub>4</sub> | PF <sub>5</sub>               | SF <sub>6</sub> | IF <sub>7</sub>                | OsF <sub>8</sub> |



యోగికముల అనుశీలన విస్తరించినకొలది యోజనీయతయొక్క పలువిధములు బయలుపడినవి. పరమాణువులను పరమాణువులకు (HCl), పరమాణువులను పరమాణు కూటములకు ( $\text{ZnCH}_3)_2$ ,  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  పరమాణు కూటములను, పరమాణు కూటములకు  $(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$  కలుపుచున్న అనేకములగు యోజనీయతా ప్రకారములను వివరించుటకు యోజనీయతా సిద్ధాంతము ఏర్పడినది. ప్రతి పరమాణువునకు, పరమాణుకూటమునకు ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని నిర్దిష్టయోజనీయతలు ఉండును. వాటిని సంతృప్తపరచుకొనుటకే మూలద్రవ్యములు పరస్పరము సంయోగించి యోగికములు ఏర్పడును. సంతృప్తయోజనీయతలుగల పరమాణుకూటములగు యోగికములు రాసాయనికముగా సంయోగించవు. ఈ దృష్టితో కల్పించబడిన యోజనీయతా సిద్ధాంతమునకు సంప్రదాయ సిద్ధాంతమని పేరు.

**క్లిష్టయోగికములు :** కాని పరస్పర సంతృప్తయోజనీయతలు గల యోగికమును అట్టిదే మరియొక యోగికముతో కలుపు యోజనీయతకూడ గలదు. ఉదా :  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$  (నీరు, సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్) అనునవి ప్రత్యేకముగా సంతృప్తయోగికములు. ఆక్సిజన్ యోజనీయత రెండు; రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులచే అది సంతృప్తమైనది. గంధకముయొక్క యోజనీయత ఆరు; సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ అణువునందున్న ద్వియోజనీయములగు మూడు ఆక్సిజన్ పరమాణువులచే గంధకముయొక్క షడ్యోజనీయత సంతృప్తమైనది. అయినను  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$  అణువులు రాసాయనికముగా సంయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ఏర్పడుచున్నది. ఇట్టి యోగికములకు అణుయోగికములు అనియు, లేదా క్లిష్టయోగికములనియు పేరులు. ఇట్టి అణుయోగికములు రాసాయనిక శాస్త్రమందలి అకర్షణ, కార్బన్ భాగములందు మెండుగా ఉన్నవి. అణుయోగికములలో కొన్ని వర్గముల అకర్షణయోగికములు :

(1) క్లిష్ట హేలోజనైడ్లు  $\text{K}_2[\text{SnCl}_6]$ ;  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$

(2) క్లిష్టనై నైడ్లు & సల్ఫోనై నైడ్లు :

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ;  $\text{K}_3[\text{Ag}(\text{CNS})_4]$

(3) హైడ్రేట్లు :  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

(4) బహుళామ్లములు (పాలీఆసిడ్లు) :

$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_3\text{O}_{10}$

(5) అమోనియమ్ యోగికములు :  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{NH}_3$

కార్బన్ యోగికములు  $\text{Cu}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{OCO})_2$  గైకో కోల్ కాపర్  $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{CHNa} \cdot \text{COOC}_2\text{H}_5$  సోడియమ్ ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ మొదలగునవి.

ఇట్టి అణుయోగికములు ఏర్పడు చోప్పును సంప్రదాయ సిద్ధాంతముచే తెలిసికొనలేము. వీటిని వివరించుటకై ఆల్ ఫ్రెడ్ వెర్నర్ అను స్విట్జర్లాండ్ రాసాయనికుడు 1905 లో క్రొత్త సిద్ధాంతమును ఒక దానిని ప్రతిపాదించెను. ఈయన సిద్ధాంతమునకు సమన్వయసిద్ధాంతము అనిపేరు. ఈ పేరు దీనికి ఎందుకు వచ్చినదో మున్ముందు విశదమగును.

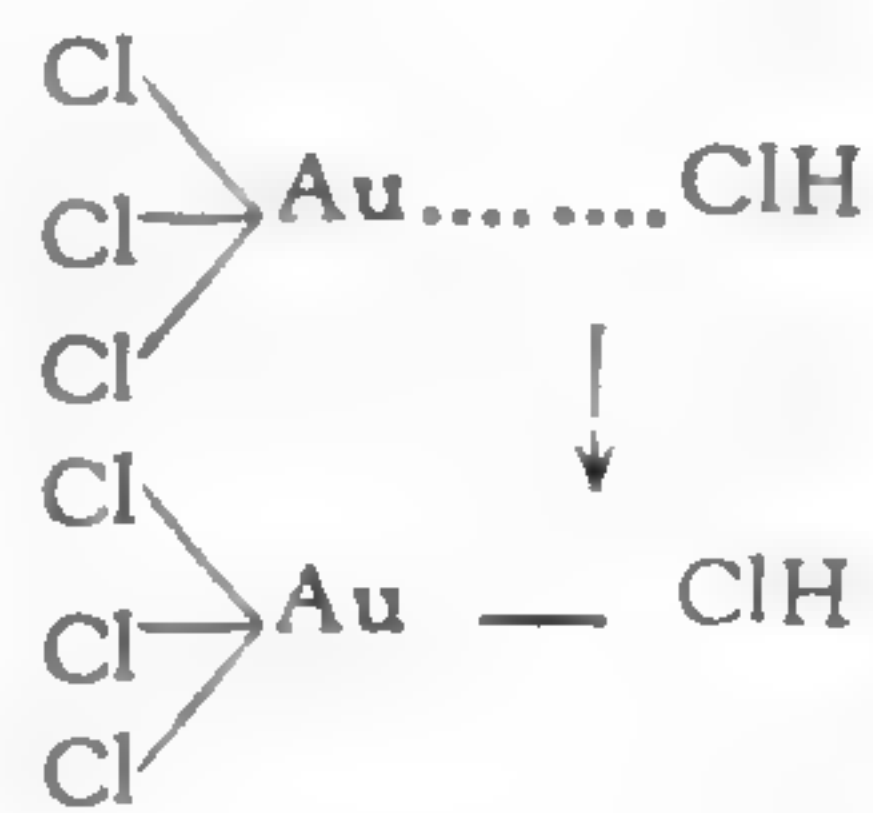
ఈ సిద్ధాంతమునందు వెర్నర్ క్రింది కల్పనలను ప్రతిపాదించెను: I. ప్రతి పరమాణువునకు, ప్రధానయోజనీయత కాక సహకారి యోజనీయత అను మరి ఒకటి ఉండును; II. సరళ యోగికములందు ప్రధాన యోజనీయతలు సంతృప్తములైనను అందు ఏదోఒక పరమాణువు యొక్క సహకారి యోజనీయత సంతృప్తమై ఉండదు. ఈ అసంతృప్తతయే క్లిష్టయోగికములు ఏర్పడుటకు కారణము; III. ఒకమారు సహకారియోజనీయత కారణముగా క్లిష్టయోగికము ఏర్పడిన తరువాత ప్రధానయోజనీయతకు సహకారి యోజనీయతకు గల వ్యత్యాసము అంతరించును. IV. ఏ పరమాణువుయొక్క సహకారి యోజనీయత మూలముగ ఇంకొక యోగికఅణువు ఆ పరమాణువుతో సంయోగించునో దానిచుట్టును ప్రధాన, సహకారి, యోజనీయతలవలన లాగబడిన పరమాణువులుగాని, పరమాణు కూటములుగాని సమన్వితములగును. ఇట్లు సమన్వితములైన పరమాణువుల, లేదా పరమాణు కూటముల సంఖ్యకు 'సమన్వయసంఖ్య' అని పేరు. అందువలన ఈ సిద్ధాంతమునకు సమన్వయసిద్ధాంతము అని పేరు వచ్చినది. ఈసంఖ్య, కేంద్రముగా ఆచరించు పరమాణు స్వభావమునుపట్టి 2, 4, 6, 8 వీటిలో ఏదేని కావచ్చును. ఆవర్తక్రమములో పరమాణువుయొక్క స్థానమునకును, దీనికిని ఎట్టి సంబంధమును లేదు. ఇట్లు కేంద్రపరమాణువు చుట్టు సమన్వితములైన గణములు, దానిచుట్టు ప్రథమ మండలములో స్థావరవిన్యాసములో అమరిఉండును. ఈ మండలమునకు ఆవల సమన్వితములు కాని గణములు ఉండును. దీనికి ద్వితీయమండలము అనిపేరు. ప్రథమ మండలములో కేంద్రపరమాణువుచుట్టు ఘటితమయిన గణములు జలద్రావణములయందు అయన్లుగా విడిపోవు; ద్వితీయమండలములోనివి అయన్లుగా విడిపోవును.

ఈకల్పనలను ఉపయోగించి ఒక క్లిష్టయోగికము యొక్క రచనను వివరింతము :  $\text{AuCl}_3$  అను సాంకేతికము గల గోల్డ్ క్లొరైడ్ అణువు ఒక HCl (హైడ్రోజన్ క్లొరైడ్) అణువుతో సంయోగించి క్లోరారిక్ ఆసిడ్ అను పేరుగల క్లిష్టయోగికము ( $\text{HAuCl}_4$ ) ఏర్పడును. మొదట ఈరెండు అణువులును దగ్గరగా ఉండునప్పుడు, గోల్డ్



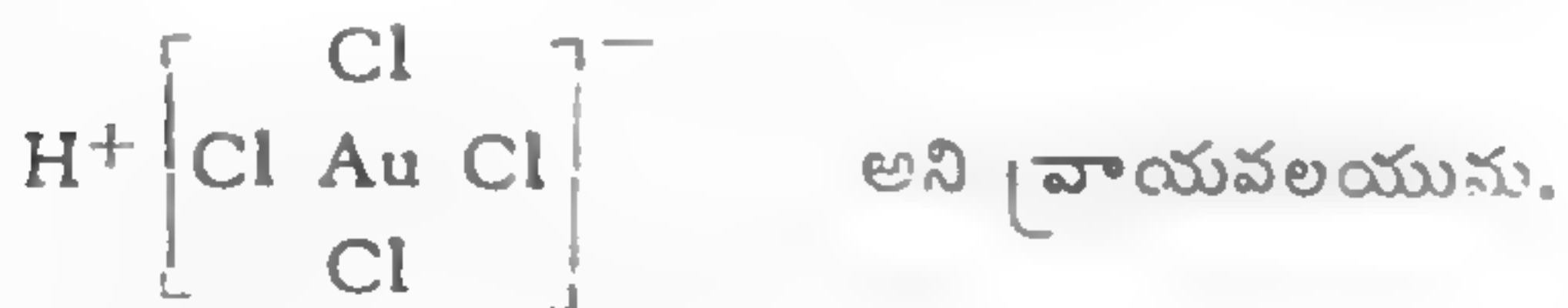
క్లోరైడ్ లో ఉన్న స్వర్ణపరమాణువు యొక్క మూడు ప్రధానయోజనీయతలును మూడుక్లోరిన్ పరమాణువులచే సంతృప్తములైనను, స్వర్ణపరమాణువు యొక్క మిగిలి ఉన్న సహకారియోజనీయతమూలమున HCl అణువు లోని క్లోరిన్ భాగము స్వర్ణపరమాణువువై పునకు ఆకర్షించ బడును.

ఒకసారి హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ లో ఉన్న క్లోరిన్ భాగము స్వర్ణ పరమాణువుచే ఆకృష్టమై బంధితమైన తరువాత, యోజనీయతలో ఏవిధమైన వ్యత్యాసము లేకుండ క్లోరిన్ భాగములు నాలుగును స్వర్ణ పరమాణువుచుట్టు సమన్వితము

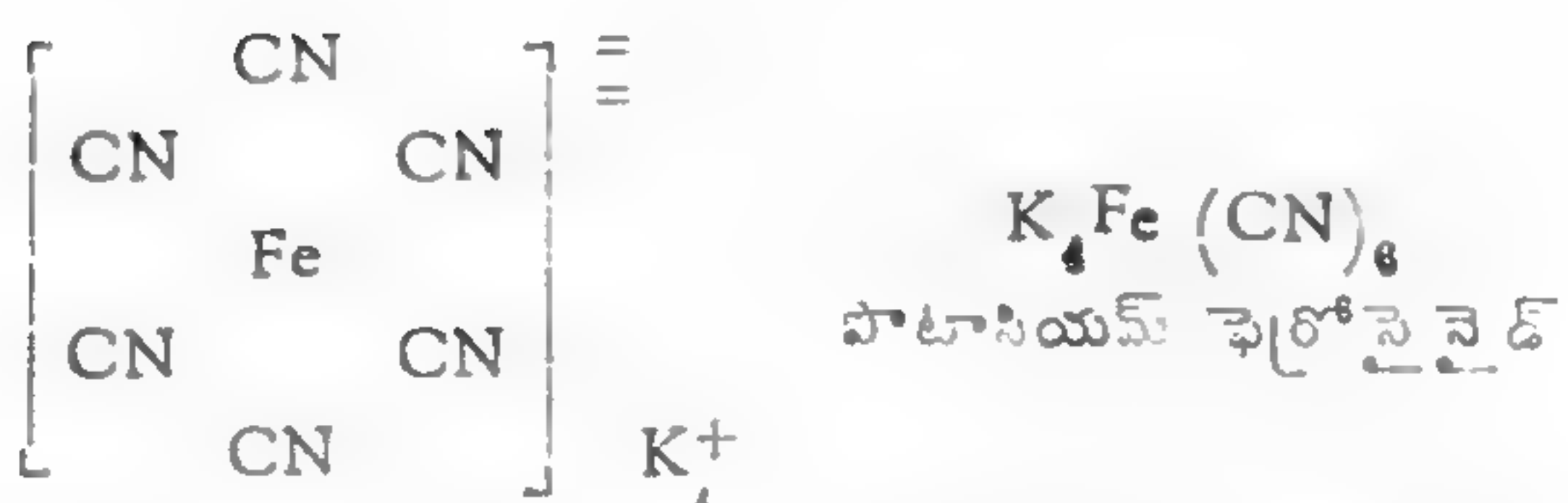
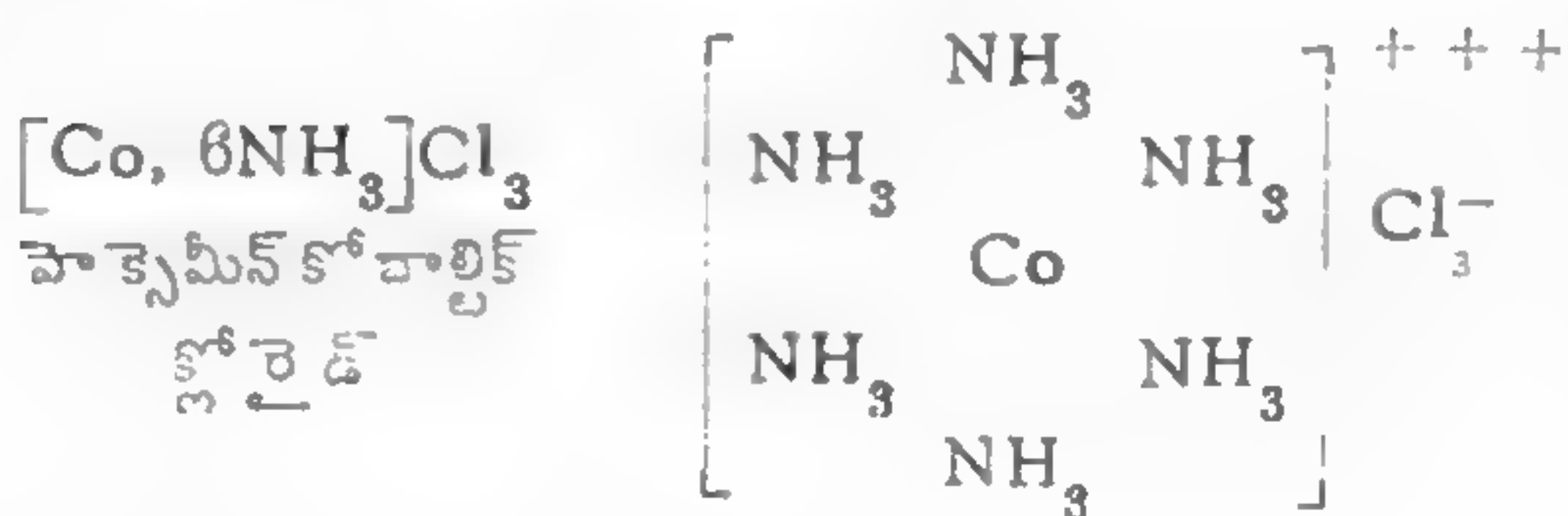


లైపోయినవి. అనగా నాలుగు క్లోరిన్ గణములలో ఏది ప్రధాన యోజనీయతాబద్ధమో, ఏది సహకారియోజనీయతాబద్ధమో పోల్చుకొనుటకు వీలులేదు. స్వర్ణపరమాణువు సమన్వయసంఖ్య నాలుగు. ఇప్పుడు ఈ నాలుగు క్లోరిన్ గణములును స్వర్ణపరమాణువు చుట్టును ప్రథమ మండలములో దృఢఘటితమై ఉండుటచే క్లోరారిక్ ఆసిడ్ ను జలములో విలీనముకావించినపుడు, అయన్లుగా విడిపోవు. ద్వితీయమండలములో ఉన్న ఒక్క హైడ్రోజన్ భాగమే అయన్ గా విడిపోవును. అనగా క్లోరారిక్ ఆసిడ్ నందు  $[\text{AuCl}_4]^-$  అను అయన్  $[\text{H}^+]$  తో కలిసిఉన్నది.

క్లోరారిక్ ఆసిడ్ యొక్క వెర్నర్ సాంకేతికమును



కొన్ని వెర్నర్ యాగికముల రచన :

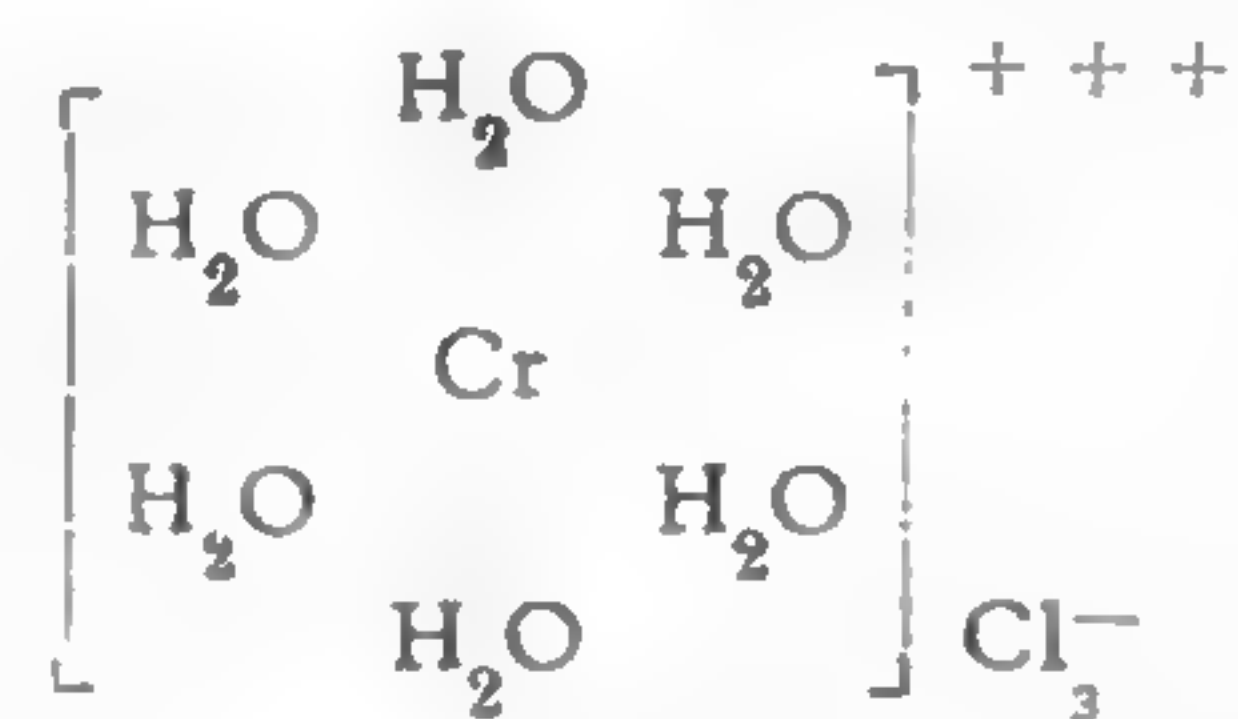


సామాన్యయోజనీయతా సిద్ధాంతము బోధపరచలేని అనేక ఘట్టములను వెర్నర్ సిద్ధాంతము వివరించగలిగినది.

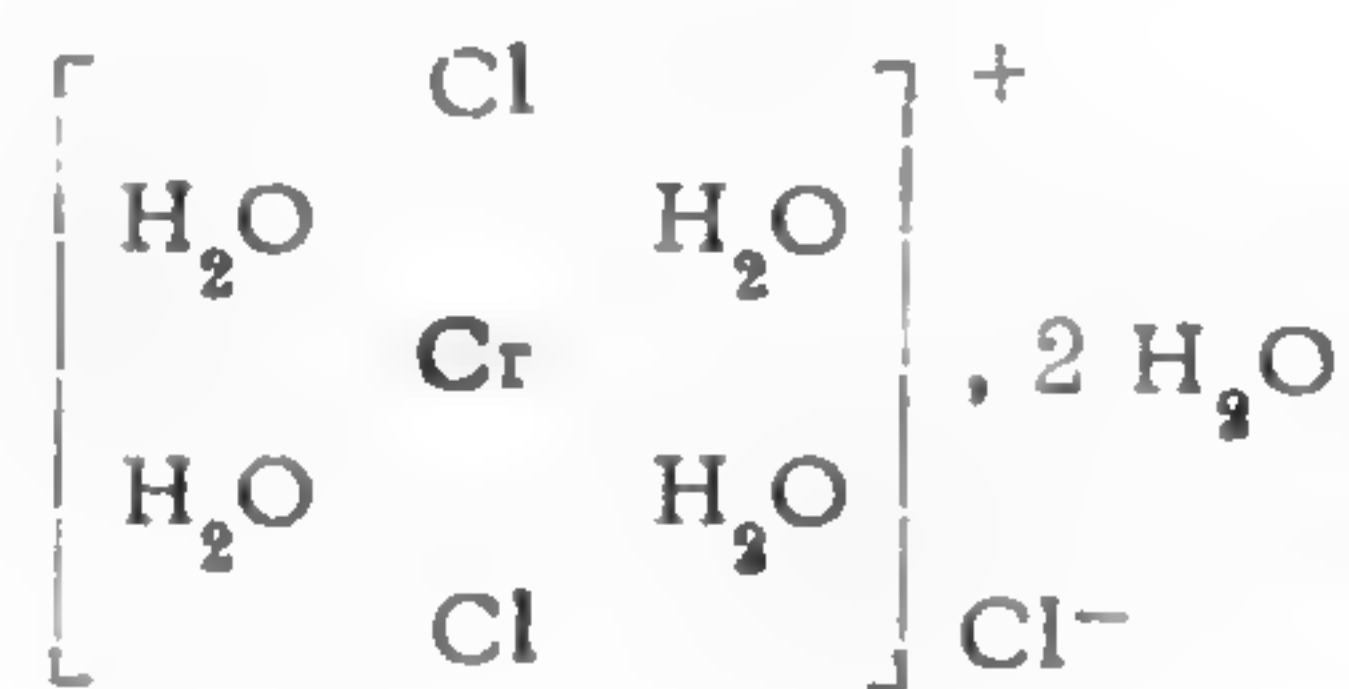
ఒక దృష్టాంతమును తీసికొందము : క్రోమిక్ క్లోరైడ్ అను దిరిసెన పుష్కరంగుగల యాగికము క్రోమిక్ ఆక్సైడ్ ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) ను బొగ్గుపొడితో కలిపి క్లోరిన్ వాయు ప్రవాహముతో వేడిచేసినప్పుడు ఏర్పడును. ఇది నీటిలో మెల్లగా కరగి కొంచెము వేడిచేసినచో ఆకుపచ్చ రంగుగల ద్రావణము ఏర్పడును. ఈ ద్రావణములోనికి హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువును పంపినప్పుడు  $\text{CrCl}_3$ , 6  $\text{H}_2\text{O}$  అను సాంకేతికముగల ఆకుపచ్చటి స్ఫటికద్రవ్యము లభ్యమగును. తొలిద్రావణమును మరికొంతసేపు వేడిచేసి, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువును పంపినపుడు, ఊదారంగు స్ఫటికములు క్రిందకు దిగును. వీటి సాంకేతికముకూడ  $\text{CrCl}_3$ , 6  $\text{H}_2\text{O}$  అనియే తెలిసినది.

ఊదాస్ఫటికముల ద్రావణమునుండి సిల్వర్ క్లోరైడ్ గా అవక్షిప్తమగు క్లోరిన్ రాశి ఆకుపచ్చ స్ఫటికములనుండి అట్లు వేరుచేయవీలగు క్లోరిన్ రాశికి మూడింతలుండును. అనగా ఆకుపచ్చ లవణము ప్రతి అణువు ఒకేక్లోరిన్ అయన్ ను ద్రావణములో విడుదలచేయును. అదే పరిస్థితులలో ఊదా లవణము మూడిటిని విడుదల చేయును.

ఒకే సాంకేతికము ( $\text{CrCl}_3$ , 6  $\text{H}_2\text{O}$ ) గల రెండు లవణములు భిన్నధర్మములను చూపుచున్నవి. దీనికే సమాంగతాసంఘటనము అని పేరు. దీనిని సంప్రదాయ సిద్ధాంతము వివరించలేదు. వెర్నర్ సిద్ధాంత దృష్టిలో క్రోమియమ్ పరమాణువు యొక్క సమన్వయసంఖ్య 6 కనుక ఊదాలవణరచనలో 6 జలాణువులు ప్రథమమండలములో ఆ పరమాణువుచుట్టు చేరిఉన్నవి. యాగికములో ఉన్న మూడు క్లోరిన్ భాగములు ద్వితీయమండలములో ఉన్నవి. అందుచేతనే ఇవి అయన్లుగా విడిపోయినవి. ఆకుపచ్చ లవణములో రెండు క్లోరిన్ అయన్లు ప్రథమమండలమును ప్రవేశించి రెండుజలఅణువులను పైకి పారద్రోలినవి.



దీనిరచనలో ప్రథమ మండలము వెలుపల ఒక్కటే క్లోరిన్ భాగము ఉన్నది. ఇదే అయన్ గా విడిపోవును.

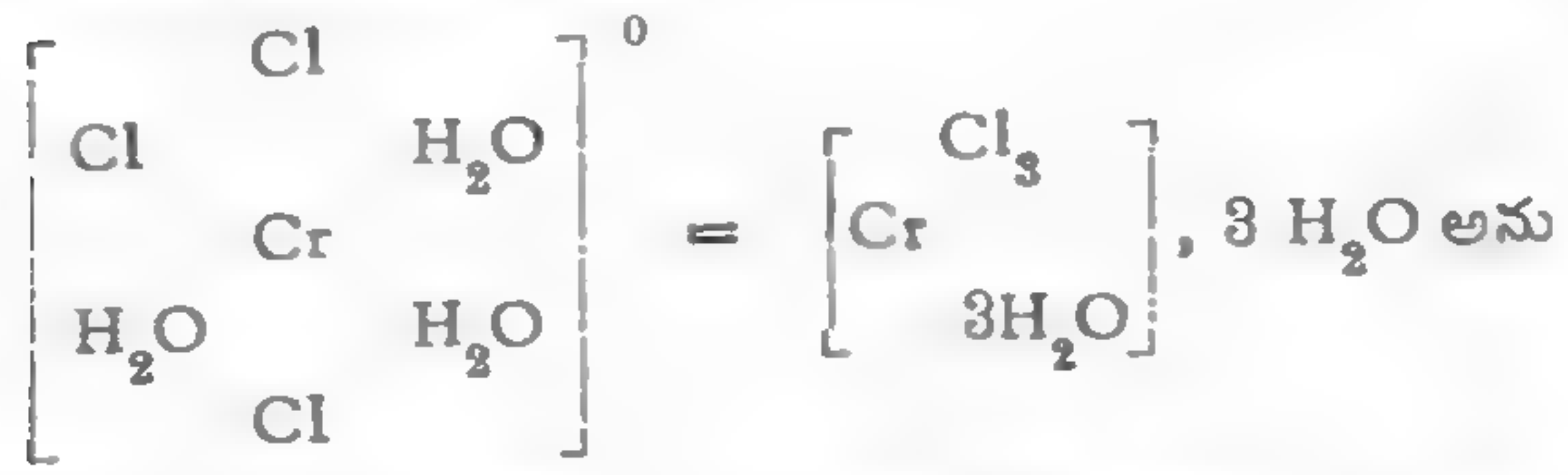


ఈ వైసున్న ఒక్క క్లోరిన్ భాగముకూడ తక్కిన రెండిటివలె ప్రథమమండ



## యోజనీయతాభావము-II

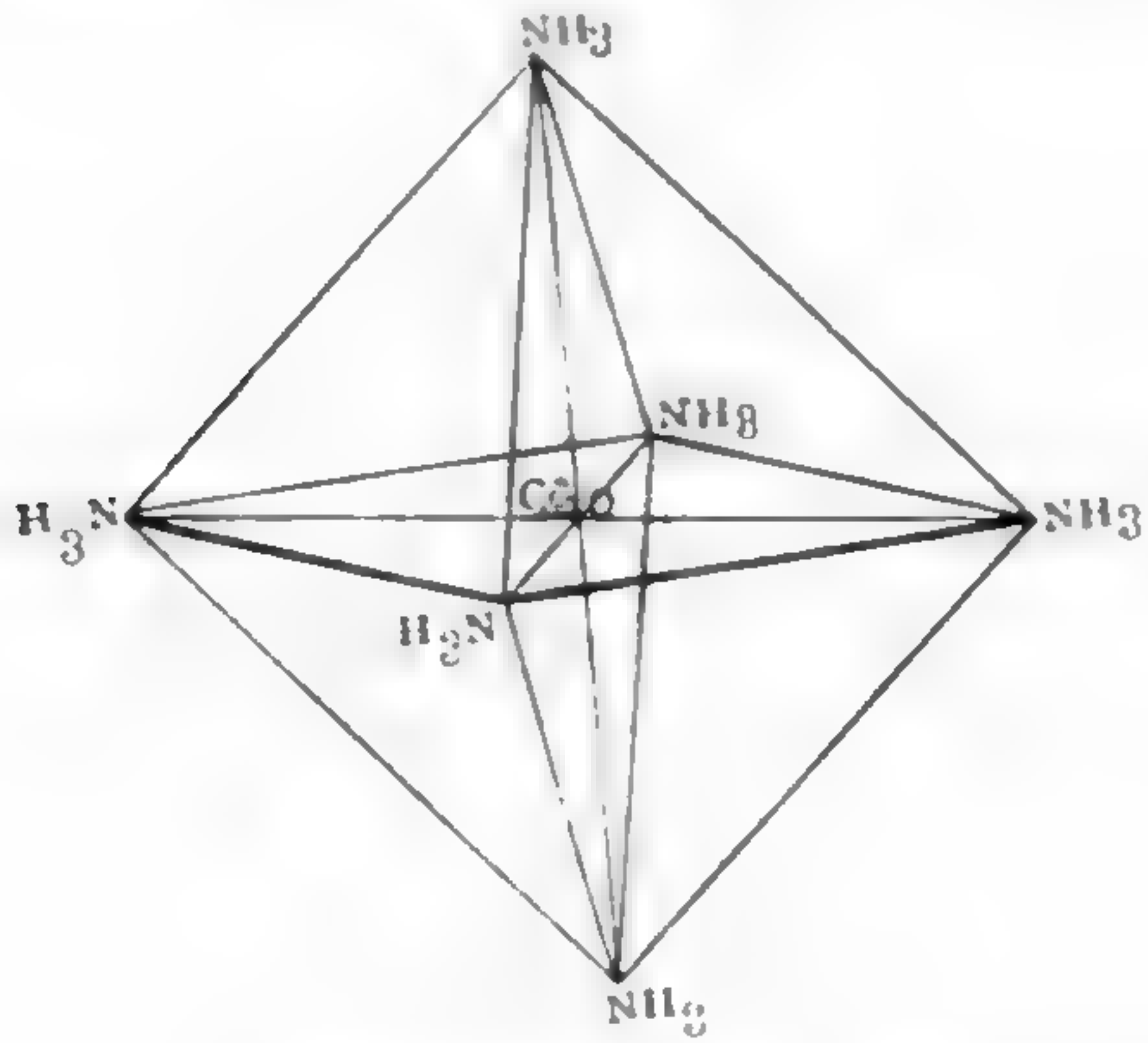
లములోనికి దూరి మరియొక జలాణువును పైకి పార దోలినచో ఏమగును?



అణురచన సిద్ధించును. పైని మరి క్లోరీన్ లేకుండ ప్రథమ మండలములోనే చేరుటచే ఇది అయన్ లను ఈయదు. అనగా ఇది విద్యుత్ వాహకముగా ఆచరించదు.

ఈ యోగికమును తయారుచేయుట సాధ్యమైనదికాదు. కాని సర్వవిధముల దీనిని పోలిఉన్న కోబాల్ట్ యోగిక మును (దీనిలో క్రోమియమ్ నకు బదులుగా త్రియోజనీయకోబాల్ట్, జలాణువులకు బదులుగా అమోనియా అణువులు కలవు) తయారుచేయవచ్చును. ఈ యోగికము అవిద్యుద్వాహకమని ప్రయోగముచే గుఱవైనది.

కేంద్రపరమాణువుచుట్టు వేరువేరు ప్రదేశములలో సమన్వితమైన గణములు సాష్టవక్రమమును అనుసరించి అమరి ఉండునని వెర్నర్ సూచించెను. సమన్విత అంగ



హెక్సామీన్ కోబాల్ట్ క్లోరైడ్ రచన

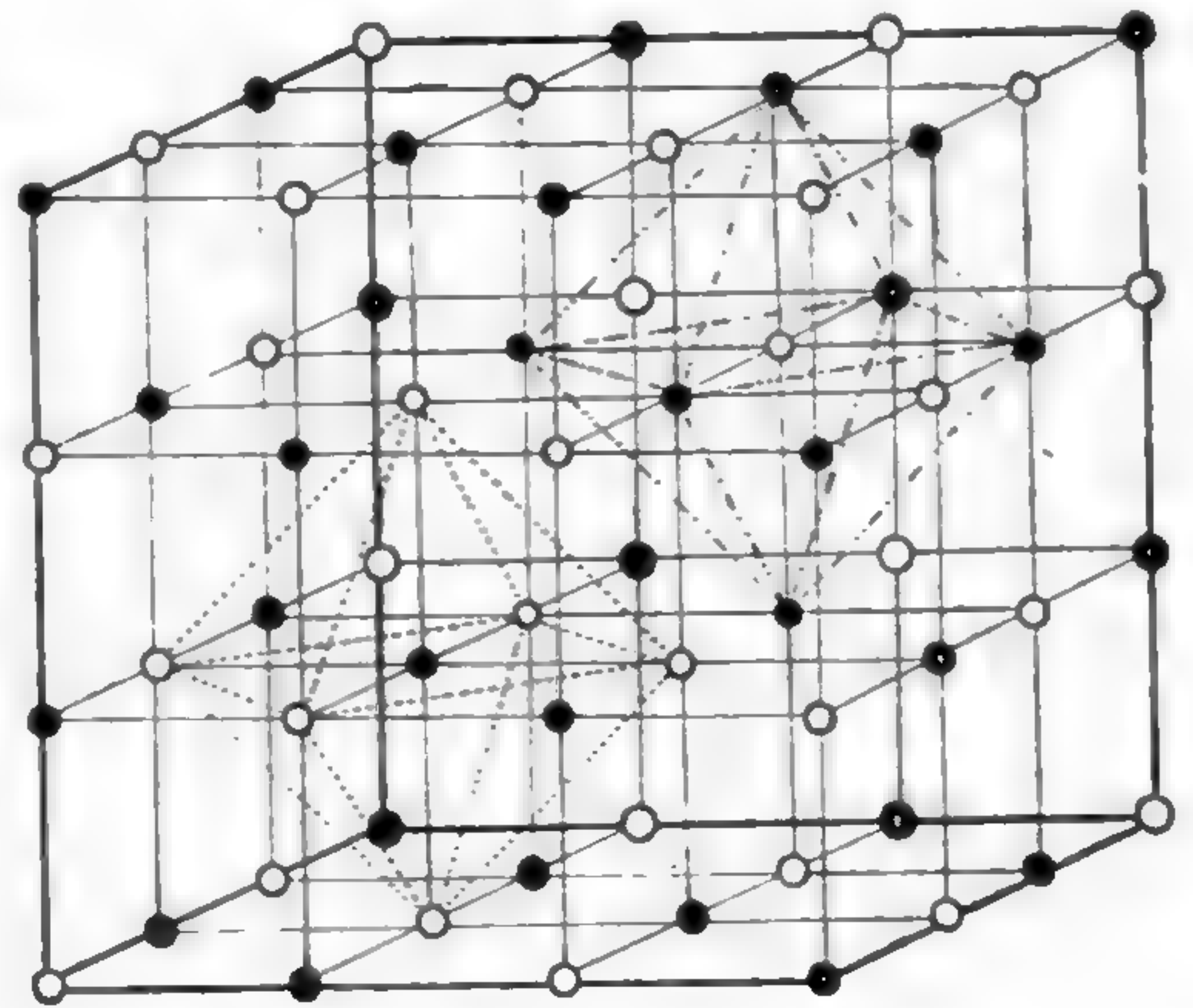
ముల దిగ్విన్యాసమే నిజమైనచో, ఆవిన్యాసమందు సాష్టవక్రములు ప్రమే యోగికాణువు అసాష్టవక్రమును చూపునందర్భము అన్నిట కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రములో పరిచితమగు విన్యాస సమాంగతాభేదములగు జ్యామితీయసమాంగత, చాతుషసమాంగత మొదలగు సంఘటనలు పొడసూపవలెను. ఈ విన్యాససమాంగతా భేదములు అన్నియు, క్లిష్ట యోగికములందు వెర్నర్ చే గుఱవు చేయబడినవి. ఈ దిగ్విన్యాసము వెర్నర్ సిద్ధాంతమునకు దృష్టాంతములైన

క్లిష్టయోగికములందేకాక సోడియమ్ క్లోరైడ్, పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ వంటి సరళయోగికముల స్ఫటికరచనయందు కూడ ప్రధాన అంగమైనట్లు X-కిరణపరీక్షవలన తెలిసినది.

వెర్నర్ చే పరిశోధించబడిన హెక్సామీన్ కోబాల్ట్ క్లోరైడ్ యొక్క రచనను సోడియమ్ క్లోరైడ్ స్ఫటికరచనతో సరిపోల్చి చూచిన పైవిషయము విశదము అగును. మే. ప. న.

యోజనీయతాభావము-II: ఈ విభాగమునందు ఎలక్ట్రానిక్ విన్యాసమునుగూర్చి విశదీకరించబడును (చూ. యోజనీయతాభావము-I - పు. 554). యోగికములందు యోజనీయత మూడు విధములుగ కన్పట్టుచున్నది. ఆయా విధానములు వరుసగా దిగువ చర్చించబడినవి:

లవణాంగముల మధ్య ఉండు యోజనీయత: ప్రతి లవణమును ధాత్వంగము (లేదా లవణాధారాంగము), ఆమ్లాంగము అను రెండు అంగముల సంఘాతము. ఈ రెండు అంగములును విద్యుదావేశములను కలిగి ఉండును. ధాత్వంగము ధనావేశమును, ఆమ్లాంగము ఋణావేశమును కలిగియుండును. ఈ ఆవిష్టాంగములకు అయన్ లు అనిపేరు. (చూ. విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము-I). అందు వలన లవణములను అయన్ యోగికములని మనము



సోడియమ్ క్లోరైడ్ స్ఫటికరచన

భావించవచ్చును. లవణాణువు ధాత్వంగమువైపు ధనావేశమును, ఆమ్లాంగమువైపు ఋణావేశమును కలిగియుండును. కనుక దీనికి ద్విధ్రువకము అనిపేరు. ఏ ద్రవ్యాణువునందు అయిన ధన, ఋణ ఆవేశములు వేరువేరుగా ఉన్నప్పుడు ఆ అణువునకు ద్విధ్రువకము అనిపేరు. ఈ ద్విధ్రువకాంగములను కలిపి ఉంచు యోజనీయతాబంధనమునకు ద్రువకబంధమనియు, యోగిక

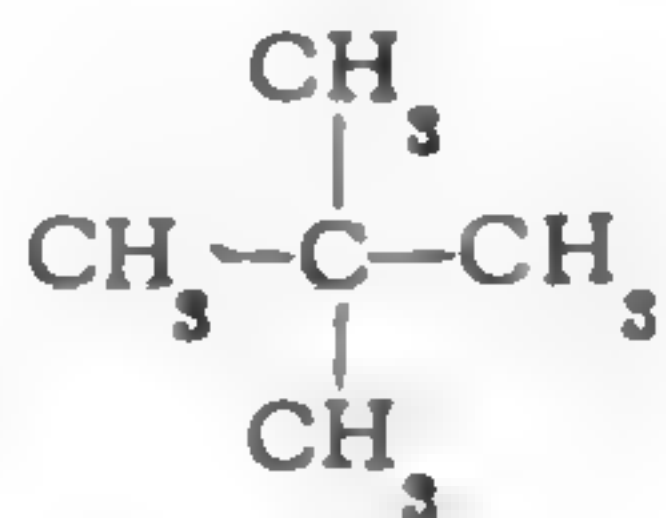


మును ద్రువితయోగికమనియు అందురు. దృష్టాంతము : సోడియమ్ క్లోరైడ్ ( $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ ).

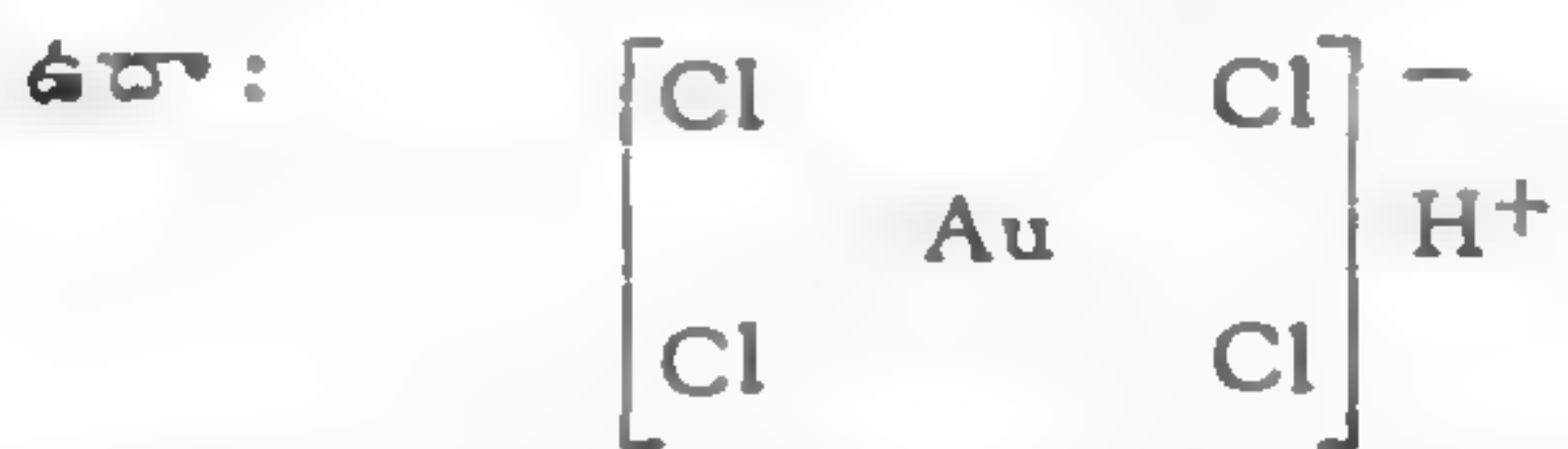
సమయోజనీయత : ఆవేశముల వ్యధక్కరణములేకుండ పరమాణువునకు, పరమాణువును గణమునకు, గణములను గణములకు కలుపు యోజనీయతకు సమయోజనీయత, (కోవేలెన్సి) లేదా అద్రువక యోజనీయత అని పేరు. ఈ యోజనీయతా బంధమునకు సమయోజనీయబంధము లేదా అద్రువకబంధము అని పేరు.

ఉదా :  $\text{H}-\text{H} (\text{H}_2)$ ;  $\text{O}-\text{O} (\text{O}_2)$   $\text{N}-\text{N} (\text{N}_2)$ ;  $\text{CH}_4$ ;  $\text{CH}_3-\text{CH}_3$ :

మొదలైనవి. కార్బన్ యోగికములందు అంతట ఈ సమయోజనీయత చాల ప్రచురముగా ఉండును.



యోజనీయత, సహకారి : వెర్నర్ సిద్ధాంత ప్రకారము సహకారి యోజనీయతమూలమున యోగికమునందుండు కేంద్రపరమాణువుచుట్టు సమన్వితములైన ఘటకములను ఆ పరమాణువునకు కలుపు యోజనీయత మూడవది. ఇదియు ఒక విధమగు సమయోజనీయతయే దీనిని సమన్వయ సమయోజనీయత (కో ఆర్డినేటివ్ కోవేలెన్సి) లేదా సంప్రదాన సమయోజనీయత (డేటెడ్ కోవేలెన్సి) అందురు. ఈ బంధమును సంప్రదానబంధము అందురు.



యోగికముల భౌతిక, రాసాయనిక ప్రవర్తనను అనుసరించి కల్పించబడిన ఈ యోజనీయతా భేదముల సార్థకత పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ రచనయందు సమర్థింపబడినది. ఇప్పుడు ఆ విషయమును పరిశీలింతము.

యోజనీయత-ఆధునిక ఎలక్ట్రానిక్ వివరణ : దీనిని ఎలక్ట్రానిక్ ఇంటర్ ప్రెటేషన్ ఆఫ్ వేలెన్సి అందురు. ఆధునిక భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనల ఫలితముగ ద్రవ్యరచనయందు పరమాణువు అంతిమకణము కాదనియు ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్ అను మౌలికకణముల కూర్పు అనియు, పరమాణువు కేంద్రస్థానమున ధన విద్యుదా విష్టము, భారయుతము అగు కేంద్రము ఉండుననియు, దానిచుట్టు పరమాణు రచనయందు ఇమిడిఉన్న ఎలక్ట్రాన్లు పొరలలో క్రమముగా అమరియున్నవి అనియు, పరమాణు రచన (చూ. పు. 457) లో వివరించి ఉంటిమి. చివరపొరలో ఉండు ఎలక్ట్రాన్ లే మూలద్రవ్యముయొక్క

రాసాయనిక ప్రవృత్తికి కారణములని కూడ అచ్చటనే చెప్పియుంటిమి. వీటికే యోజనీయతా ఎలక్ట్రాన్లు అనిపేరు.

అపురూపవాయు పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ రచనయందు పై పొరలో 8 ఎలక్ట్రాన్లు ఉండునని నిరూపించితిమి. ఆవర్తక్రమములో అపురూపవాయువులకు కుడి ఎడమల నుండు మూలద్రవ్యములు రాసాయనికముగా ఇతరమూల ద్రవ్యములతో సంయోగించునపుడు వాటి పై పొరలలో నున్న ఎలక్ట్రాన్ రచనలను, అపురూపవాయువుల రచనకు సమానముగా చేపికొనుటకు ప్రయత్నించును. అవగాహన ఆఖరు పొరలోనున్న ఎలక్ట్రాన్ సంఖ్యను పై పరమాణువుల నుండి ఎలక్ట్రాన్లను గ్రహించియో లేదా పై పరమాణువులకు వాటి ఎలక్ట్రాన్లను దానముచేసియో అపురూపవాయువుల పై పొరలలోనున్న ఎలక్ట్రాన్ సంఖ్య ఎనిమిదిని గ్రహించ యత్నించును. ఈ అష్టకపూర్తి ప్రయత్నమునందే పరమాణువుల రాసాయనిక ప్రవృత్తి మనకు ప్రత్యక్షమగుచున్నది.

ఆవర్తక్రమములోనున్న మూలద్రవ్యముల మొదటి రెండు వరుసలును, అపురూపవాయువులు మధ్యస్థముగా ఉండునట్లు సర్ది వ్రాసినచో పై విషయము విశదమగును :

| N       | O       | F       | Ne      | Na        | Mg        | Al        |
|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| (2,5)   | (2,6)   | (2,7)   | (2,8)   | (2,8,1)   | (2,8,2)   | (2,8,3)   |
| P       | S       | Cl      | Ar      | K         | Ca        | Sc        |
| (2,8,5) | (2,8,6) | (2,8,7) | (2,8,8) | (2,8,8,1) | (2,8,8,2) | (2,8,8,3) |

పై వరుసలలో మూలద్రవ్యముల సంకేతముల క్రింద ఉన్న అంకెలు ఆ పరమాణువులయొక్క ఎలక్ట్రాన్ రచనలను సూచించును.

పై వరుసలో నీయాన్ పరమాణు రచనను, దానికి కుడి ఎడమలనున్న సోడియమ్, ఫ్లోరిన్ పరమాణు రచనలను పరిశీలింతము. నీయాన్ పరమాణువుయొక్క పై పొరలో 8 ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నవి. ఫ్లోరిన్ పై పొరలో ఏడు ఉన్నవి. సోడియమ్ పై పొరలో ఒకటియే ఉన్నది. సోడియమ్ పరమాణువు ఫ్లోరిన్ పరమాణువుతో సంయోగించుటకు కారణమును 'కాస్మెల్' అను జర్మను రాసాయనికుడు ఇట్లు సూచించెను : సోడియమ్ పరమాణువు పై పొరలోనున్న ఒంటి ఎలక్ట్రాన్ను ఫ్లోరిన్కు ఇచ్చి వేసినచో సోడియమ్ రచనలో రెండవపొరలో ఎనిమిది ఎలక్ట్రాన్లు మిగిలియుండును. అట్లు సోడియమ్ రచన ప్రక్కనున్న నీయాన్ రచన (2,8) లో సమముగానగును. ఫ్లోరిన్ పరమాణువు సోడియమ్నుండి ఆ ఎలక్ట్రాన్ను



యోజనీయతాభావము-II

గ్రహించి తన ఏడింటికి చేర్చి పై పొరలలో ఎనిమిది ఎలక్ట్రాన్లను అమర్చుకొనును. ఇట్లు ఫ్లోరీన్ కూడ నీయాన్ రచనను అర్జించును. ఇట్లు సోడియమ్ ఫ్లోరీన్ పరమాణువుల రెండింటి రచనలలో అష్టకసంఖ్య సిద్ధించినది. ఈ అష్టకసంఖ్యను పై పొరలోనుండ చూచుకొను ప్రయత్నమే మూలద్రవ్యముల రాసాయనిక ప్రవృత్తిగా మనకు ప్రత్యక్షమగుచున్నదని పైని చెప్పియుంటిమి. ఒక ఎలక్ట్రాన్ ను విడిచిపెట్టుటచేత కేంద్రకముపై ఉన్న ధనావేశమును సమీకరించుటకు ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఋణావేశము కొరవడుటచే సోడియమ్ ధనావిష్టమైనది. అట్లే ఫ్లోరీన్ పరమాణువు ఒక ఎలక్ట్రాన్ ను గ్రహించుటచే దాని కేంద్రక ధనావేశమును సమీకరించుచున్న ఎలక్ట్రాన్ల మొత్తపు ఋణావేశముకన్న ఒక యూనిట్ ఎక్కువైన ఋణావేశము కలిగినదైనది :

| సంయోగమునకు ముందు        | సంయోగము తరువాత   |
|-------------------------|--|
| Na + F<br>(2,8,1) (2,7) | Na <sup>+</sup> + F <sup>-</sup><br>(2,8) (2,8)<br>అష్టకపూర్తి అష్టకపూర్తి |

ఇట్లు సంయోగ కార్యఫలముగా ఆవిష్టమైన సోడియమ్-ఫ్లోరీన్ అయన్లమధ్య ఉద్భవించు కూలామ్ విద్యుత్ ఆకర్షణబలమే ఆ రెండు అయన్లను కూడకట్టి యోజనీయతా బంధముగా ఆచరించుచున్నది.

పై రెండవ వరుసలో ఆర్గాన్ కు ఇటుఅటు ఉన్న పొటాసియమ్, క్లోరీన్ రాసాయనిక సంయోగవ్యాపారమును కూడ పై విధముగనే వివరించవచ్చును :

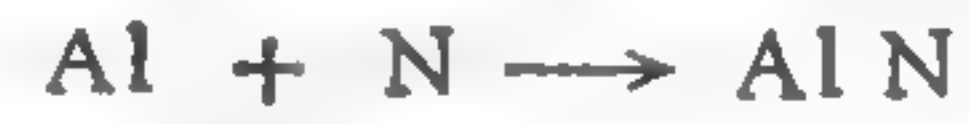
| సంయోగమునకుముందు  | సంయోగముతరువాత  |
|--|--|
| K + Cl<br>(2,8,8,1) (2,8,7)<br>అష్టకమునకు అష్టకమునకు<br>ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఒక ఎలక్ట్రాన్<br>ఎక్కువ తక్కువ | K <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup><br>(2,8,8) (2,8,8)<br>అష్టకపూర్తి అష్టకపూర్తి |

ఇప్పుడు నీయాన్ కు ఇటునటు ఇంకొక గడి దూరములో ఉన్న మగ్నీషియమ్, ఆక్సిజన్ రాసాయనిక సంయోగమును విచారితము :

| సంయోగమునకుముందు  | సంయోగముతరువాత   |
|--|---|
| Mg + O<br>(2,8,2) (2,6)<br>అష్టకపూర్తికి అష్టకపూర్తికి<br>2 ఎలక్ట్రాన్లు 2 ఎలక్ట్రాన్లు<br>ఎక్కువ తక్కువ | Mg <sup>++</sup> + O <sup>-</sup><br>(2,8) (2,8)<br>అష్టకపూర్తి అష్టకపూర్తి |

మగ్నీషియమ్ - ఆక్సిజన్ ద్వియోజనీయత రెండుఎలక్ట్రాన్లను ఇచ్చుట, రెండు ఎలక్ట్రాన్లను పుచ్చుకొనుటలో వ్యక్తమగుచున్నది.

పైని వివరించిన కాస్మెల్ సిద్ధాంతము ధ్రువితయోగికముల (అయన్ యోగికముల) యోజనీయతాబంధములను వివరించుటలో జయమును గాంచినది. కాని నీయాన్ కు మూడుగళ్యదూరములోఉన్న అల్యూమినియము నైట్రోజన్ తో సంయోగించినపుడు, ఈరెండింటిమధ్య జరుగు రాసాయనికసంయోగవ్యాపారమును కాస్మెల్ సిద్ధాంతము వివరించలేకపోయినది. మునుపటియట్లు సమీకరణమును ఈ సంయోగమునకు కూడ వ్రాయుదము :



(2,8,3) (2,5)

అల్యూమినియము తన రెండవపొరలోఉన్న అష్టకము ఉంచుకొని తన పైపొరలోనున్న మూడు ఎలక్ట్రాన్లను నైట్రోజన్ ఇచ్చివేసినచో రెండింటి అష్టకములు కూడ పూర్తయగును. అట్టిచో అల్యూమినియము త్రిథాధనా విష్టము, నైట్రోజన్ త్రిథాఋణావిష్టము కావలయును. అల్యూమినియము నైట్రోజన్ తో రాసాయనికముగా సంయోగించి AlN అను సాంకేతికముగల యోగికము ఏర్పడుట నిజమే. కాని ఈయోగికము అయన్ యోగికము కాదు, ఏలన అయన్ యోగికమునకు ఉండవలసిన భౌతిక రాసాయనికధర్మములు దీనికి లేవు. అనగా ఈ యోగికమును Al<sup>+++</sup> N<sup>---</sup> అని ధ్రువితయోగికముగా వ్రాయుటకు వీలులేదు. అయన్ జనకములు కానట్టి అల్యూమినియము నైట్రైడ్ వంటి అకర్పన, కార్బన్ యోగికములు వేలకొలది ఉన్నవి. వీటి సంఖ్యతో సరిపోల్చిచూచిన అయన్ యోగికములసంఖ్య చాలవరకు సంకుచితముగా ఉన్నది. అందువలన కాస్మెల్ సిద్ధాంతము కొద్దిసంఖ్యలో ఉన్న ధ్రువితయోగికముల యోజనీయతలనే వివరించగలిగినది ; అధ్రువిత యోగికములతోలికి పోనేరదు.

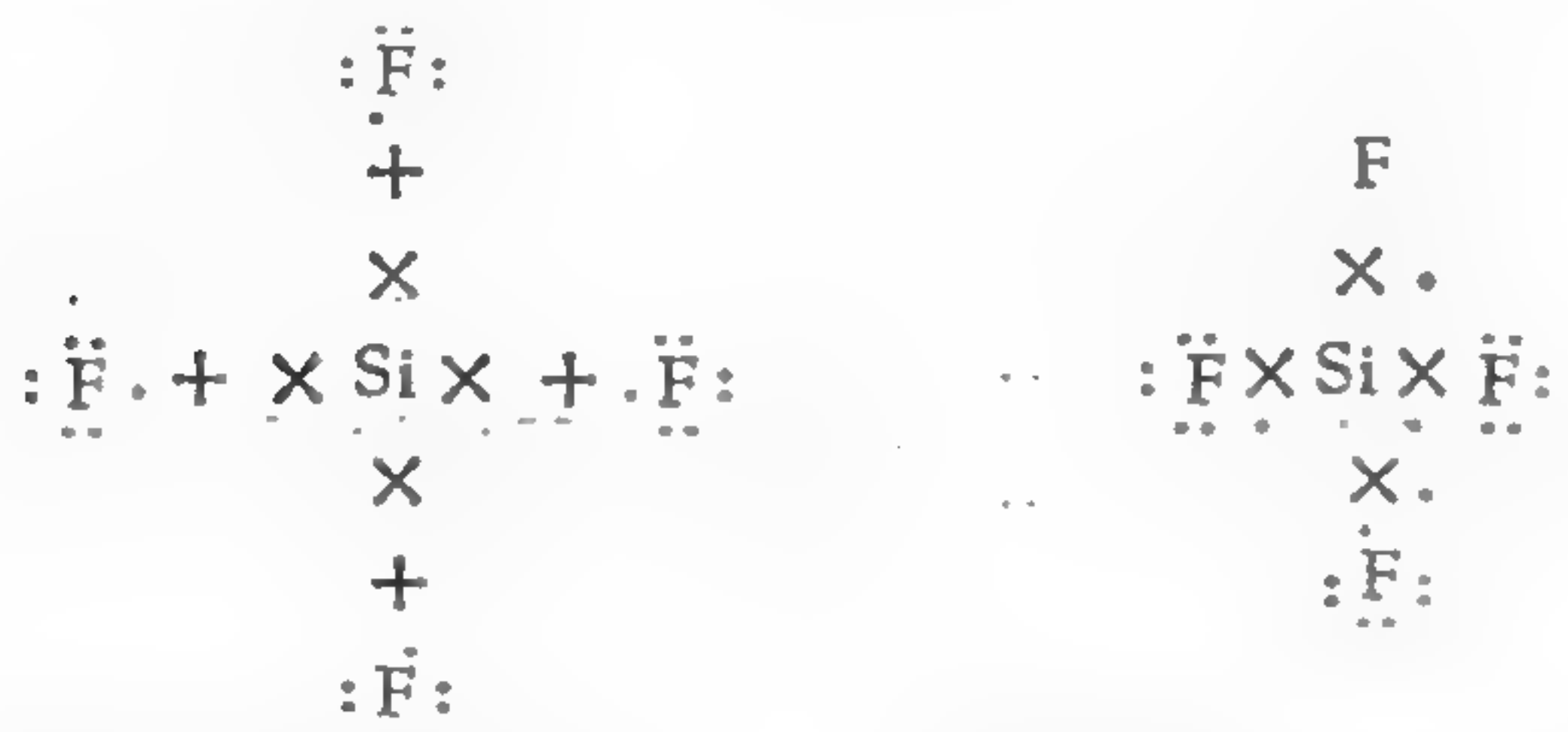
ఇట్టి అధ్రువిత యోగికముల యోజనీయతా బంధములను వివరించుటకు యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికు డగు గిల్బర్ట్ ఎన్. లూయీ వేరొక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. ఈయన ఆభిప్రాయములో అధ్రువిత యోజనీయతాబంధము ఏర్పడినపుడు ఎలక్ట్రాన్లు ఒక పరమాణువు నుండి ఇంకొకదాని మీదికి దాటివేయవు. ప్రతిబంధమునకు రెండేసి ఎలక్ట్రాన్ల చొప్పున పరస్పరము సంయోగించుచున్న పరమాణువులు తమ పైపొరలలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్లను మొత్తముగా పంచుకొని వాటి అష్టక



ములను పరస్పరము పూర్తిచేసికొనును. ఎలక్ట్రాన్లు పరమాణురచనా పరిధినుండి పైకి పోకుండుటచే పరమాణువులు ద్రువితయోగికములందువలె అయన్లుగా మారవు.

అద్రువితయోగికములకు దృష్టాంతమగు సిలికన్ టెట్రాఫ్లోరైడ్ యోగికము ఎట్లుపర్పడునో విచారితము. సిలికన్ ఎలక్ట్రాన్ రచన (2,8,4); ఫ్లోరిన్ ఎలక్ట్రాన్ రచన ఇదివరకే సూచించినట్లు (2,7). ఒక సిలికన్ పరమాణువు నాలుగు ఫ్లోరిన్ పరమాణువులతో సంయోగించును. ఇచ్చటకూడ అష్టకపూర్తియే సంయోగప్రయోజనము. సిలికన్ యొక్క పై పొరలో ఉన్న నాలుగుఎలక్ట్రాన్లును నాలుగు ఫ్లోరిన్ పరమాణువులరచనలో అష్టకపూర్తిని కావించును.

నాలుగుఫ్లోరిన్ పరమాణువులలో ప్రతిదియు తన ఏడవ ఎలక్ట్రాన్ కు చేర్చుగా సిలికన్ నుండి ఒకఎలక్ట్రాన్ ను స్వీకరించుటయేగాక దానితో ఏడవఎలక్ట్రాన్ ను కలిపి, సిలికన్ కు పంచియిచ్చును. ఈపంపకముఫలితముగా ప్రతి యోజనీయతాబంధమునకు రెండేసిఎలక్ట్రాన్లు సిలికన్, ఫ్లోరిన్ పరమాణువులమధ్య ఉమ్మడిగా అందుబాటులో ఉండును. ఈవిషయము క్రింది చిత్రమును చూచిన బోధపడును :

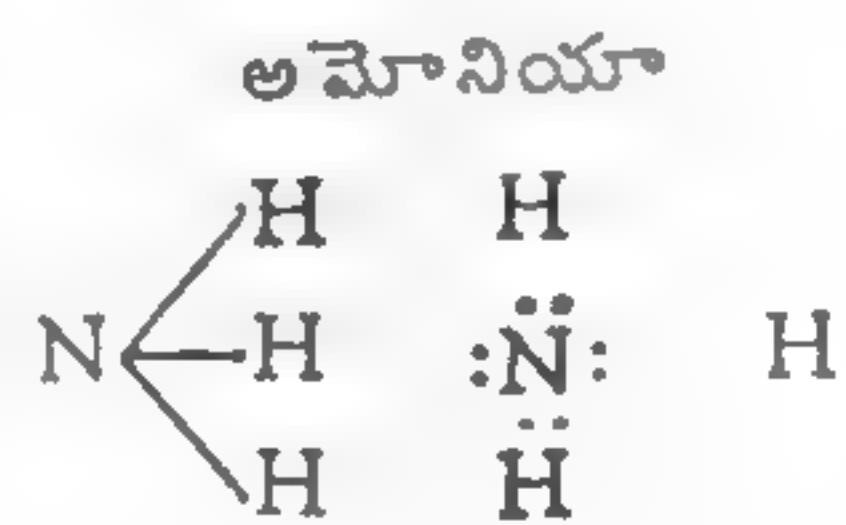
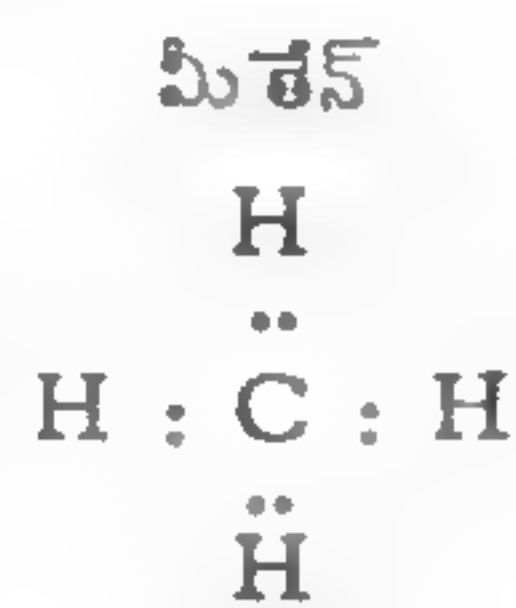


సంయోగమునకుముందు

సంయోగమునకుతరువాత

ఫ్లోరిన్ రచనలోఉన్న ఎలక్ట్రాన్లను సిలికన్ రచనలో ఉన్నవాటికన్న భిన్నములుగా తెలుపుటకు సిలికన్ ఎలక్ట్రాన్లు 'X' గుర్తుచే తెలుపబడినవి. సంయోగానంతరము కేంద్రమందున్న సిలికన్ పరమాణువుచుట్టు బంధమునకు రెండేసి ఎలక్ట్రాన్లచొప్పున నాలుగు బంధములతో కలుపబడి నాలుగు ఫ్లోరిన్ పరమాణువులు ఉన్నవి. సంయోగఫలముగా ఇటు కేంద్రస్థానమునఉన్న సిలికన్ పరమాణువు యొక్క అష్టకము పూర్తియైనది; అటు నాలుగు ఫ్లోరిన్ పరమాణువుల అష్టకములును పూర్తియైనవి. ఈఅష్టకపూర్తి పరమాణువునుండి పరమాణువునకు ఎలక్ట్రాన్ స్థానచలనమువలన గాక ఎలక్ట్రాన్ పంపకమువలన సిద్ధించినది. ఈపంపకమే అద్రువిత, లేదా సమయోజనీయతాబంధమునకు విశిష్టలక్షణము.

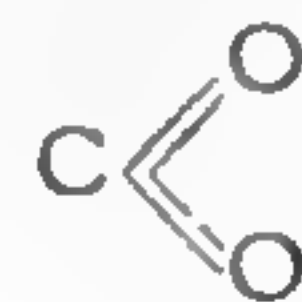
మరికొన్ని అద్రువితయోగికములు, వాటి ఎలక్ట్రాన్ రచనలు :



కార్బన్ చుట్టును ఉన్న నాలుగు బంధములును సమ యోజనీయతా బంధములే.

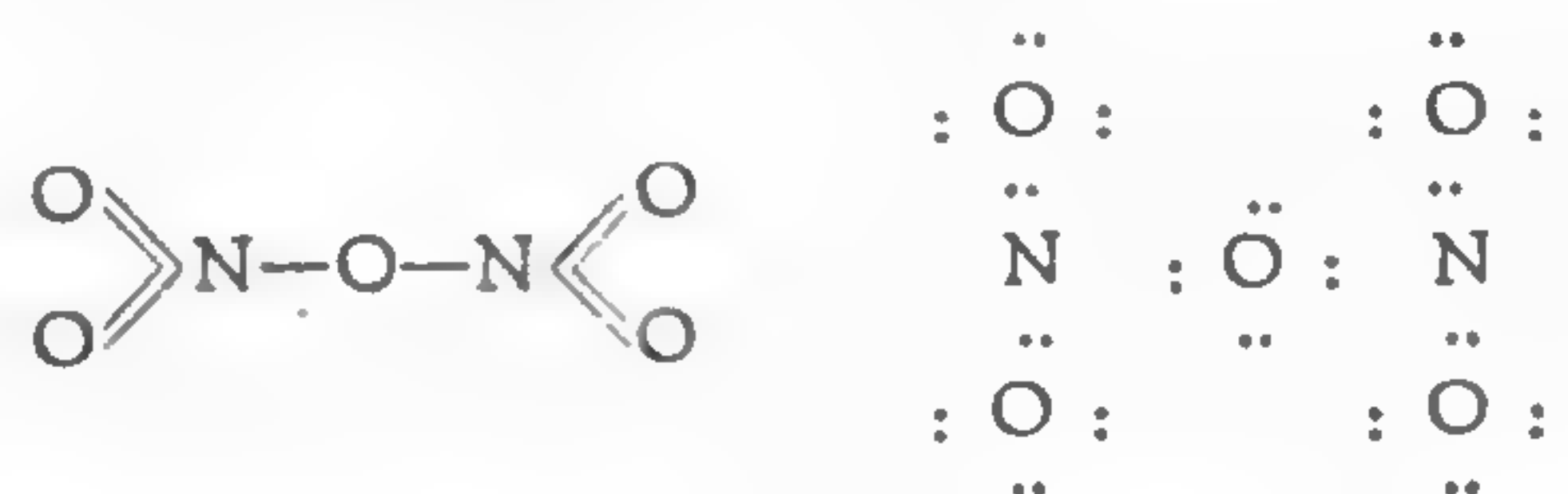
ఇందులో ఎడమన ఉన్న రెండు ఎలక్ట్రాన్లకు బంధము ఏదియులేక విడిగానుండుట కననగును. ఈ రెండు ఎలక్ట్రాన్లకు విడిజంట (లోన్ పేయిర్) అని పేరు.

కార్బన్ డైఆక్సైడ్



అష్టకపూర్తి అష్టకపూర్తి అష్టకపూర్తి  
ఒకప్పుడు యోగికములో అష్టకపూర్తి లేనిపరమాణువులు కూడ ఉండవచ్చును.

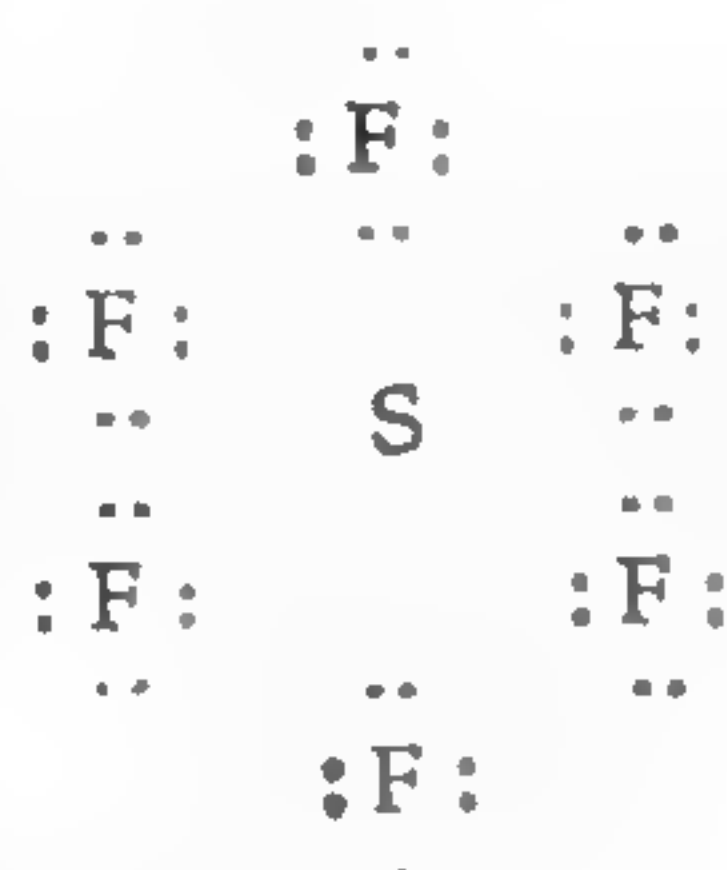
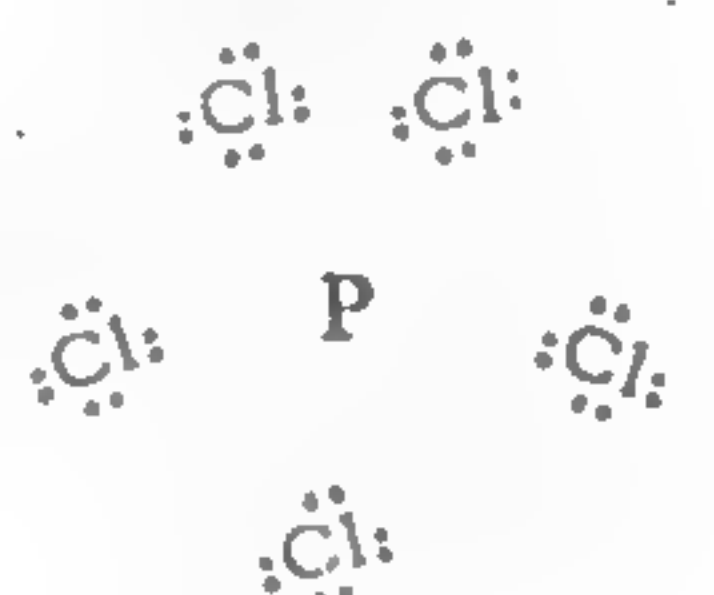
ఉదా: నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్



ఇచ్చట రెండు నైట్రోజన్ పరమాణువులకును అష్టక పూర్తికాలేదు. అష్టకపూర్తికి రెండు ఎలక్ట్రాన్లు కొరవడినవి. సమయోజనీయ యోగికములయందు ఒక పరమాణువు యోజనీయత నాలుగుకన్న ఎక్కువైనపుడు దానిచుట్టు ఎలక్ట్రాన్ల దశకముగాని ద్వాదశకముగాని చేర్చవచ్చును.

దశకము

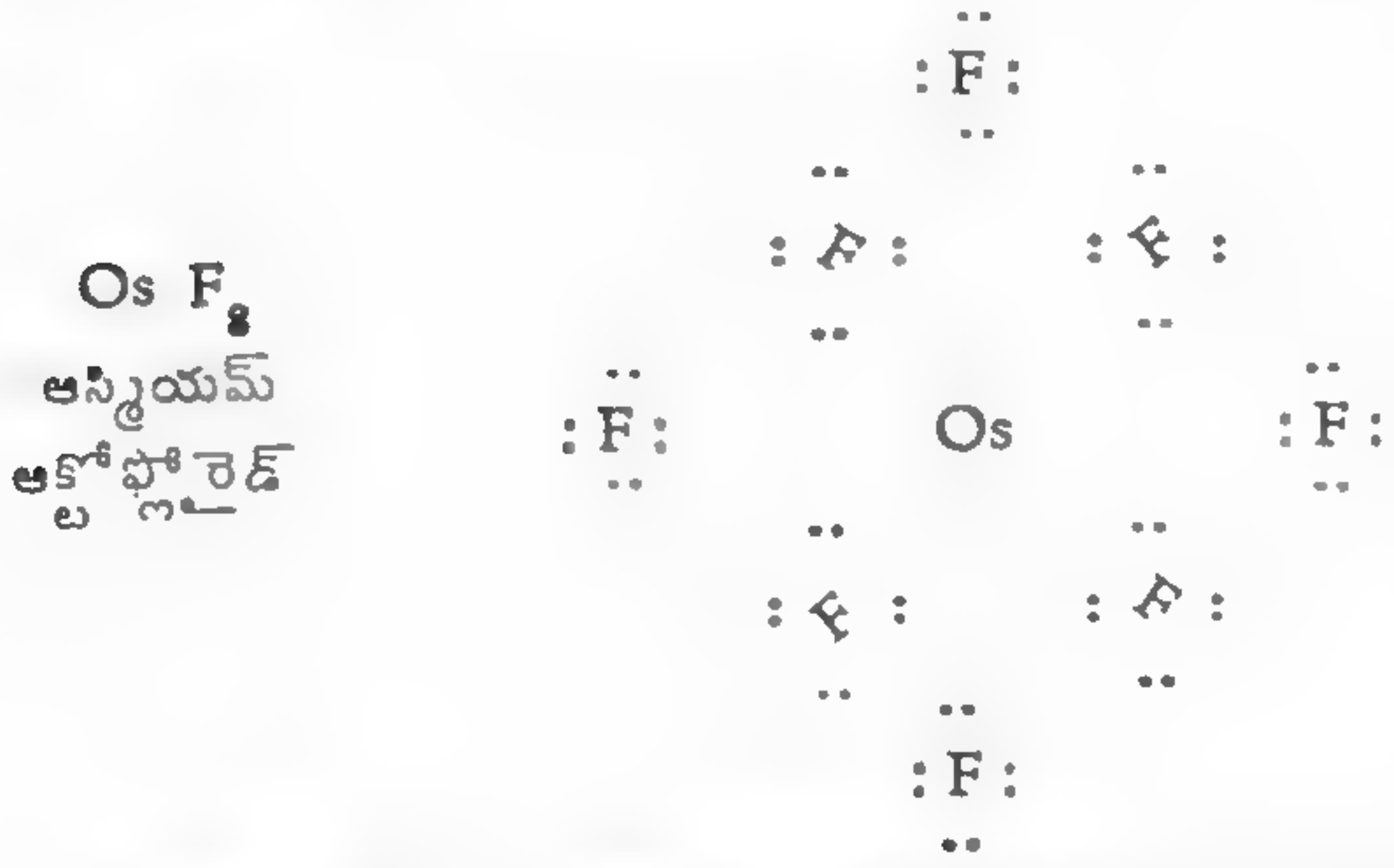
ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ లో  
ఫాస్ఫరము (ఫాస్ఫరస్) చుట్టుచేరినది.



ద్వాదశకము  
సల్ఫర్ హెక్సాఫ్లోరైడ్ లో  
గంధకము (సల్ఫర్)  
చుట్టు చేరినది.



ఆస్మియమ్ ఫ్లోరైడ్లో ఆస్మియమ్ ధాతువు యోజనీయత 8 (ఈ ధాతువు ఆవర్తక్రమములో 8వ వర్గములో ఉన్నది). అందువలన ప్రతియోజనీయతా బంధమునకు రెండేసి ఎలక్ట్రాన్ల చొప్పున ఆస్మియమ్ చుట్టురిఫ్లారిన్ పరమాణువులను బంధించుచు 18 ఎలక్ట్రాన్లు ఉండవలయును; అవగా ఇచ్చట పోడశకము సిద్ధించినది :



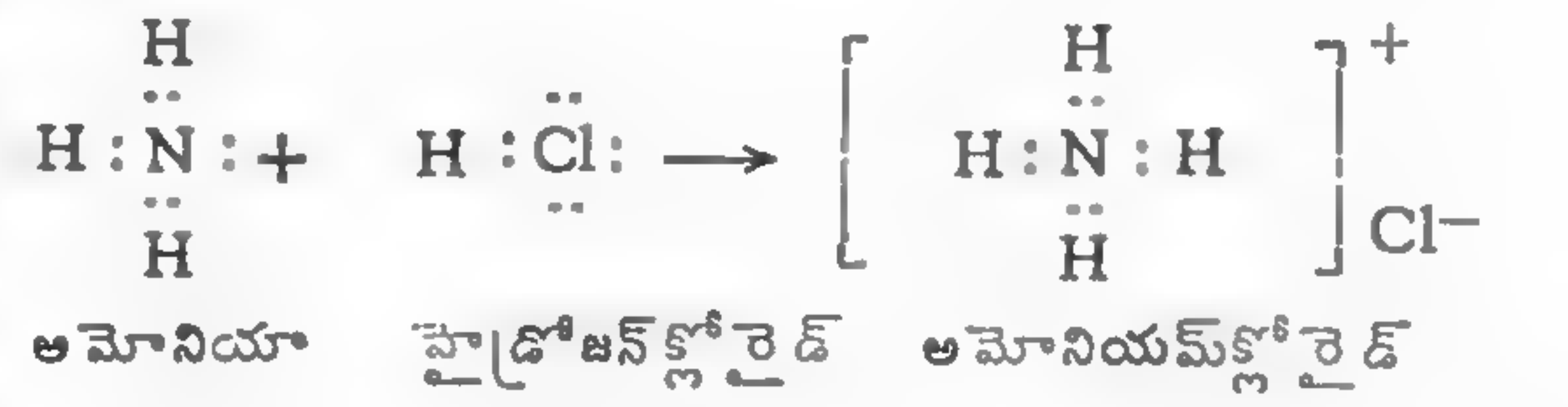
ద్రువిత, లేదా విద్యుత్ యోజనీయతాబంధములచే ఏర్పడిన యోగికములకు, సమయోజనీయతాబంధములచే ఏర్పడిన యోగికములకు గుణములలో చాలవ్యత్యాసము కలదు. మొదటివి ద్రావణస్థితిలో లేదా ద్రవీభూత స్థితిలో మంచివిద్యుత్ వాహకములు. వేడికి అవి సులభముగా ఆవిరిగా మారవు. వాటిద్రవీభవనతాపక్రమము కూడ చాల ఎక్కువే. రెండవరకపు యోగికములు అవిద్యుత్ వాహకములు, బాష్పశీలములు, అనగా తక్కువ తాపక్రమములలోనే ఆవిరిగా మారును. సమయోజనీయతాబంధములు పరమాణువులమధ్య దృఢబంధములను ఏర్పరచుటవలన ఈబంధముల దిగ్విన్యాసమునకు అవకాశము ఉన్నది. ఉదాహరణమునకు కార్బన్ పరమాణువు చుట్టునున్న నాలుగు సమయోజనీయతాబంధములును దానిచుట్టు కల్పించబడిన సమచతుస్రకము యొక్క నాలుగు కోణములవైపు విస్తరించిఉండును. ఇట్టి దిగ్విన్యాసబంధములే కార్బన్ యోగికములందు తరుచుగా అగవడు విన్యాస సమాంగతా (స్టీరియో - ఇసోమెరిజమ్) సంఘటనలకు బీజము (చూ. సమాంగ రూపత).

ఈ రెండు రకముల యోజనీయతాబంధములు కాక మరియొక మూడవరకము వెర్నర్ యోగికములలో మనకు తారసిల్లుచున్నది. దీనికి సహకారియోజనీయతా బంధము అని పేరు. ఇదికూడ రెండవరకపుబంధమువలె సమయోజనీయతాబంధస్వభావము కలిగినదియే. అనగా ఇదికూడ ద్విఎలక్ట్రాన్ బంధమే. కాని, ఈ యోగికములందు సంయుక్తములైన పరమాణువులమధ్య ఏర్పడు ద్విఎలక్ట్రాన్ బంధమునకును, సమయోజనీయయోగికములందు తార

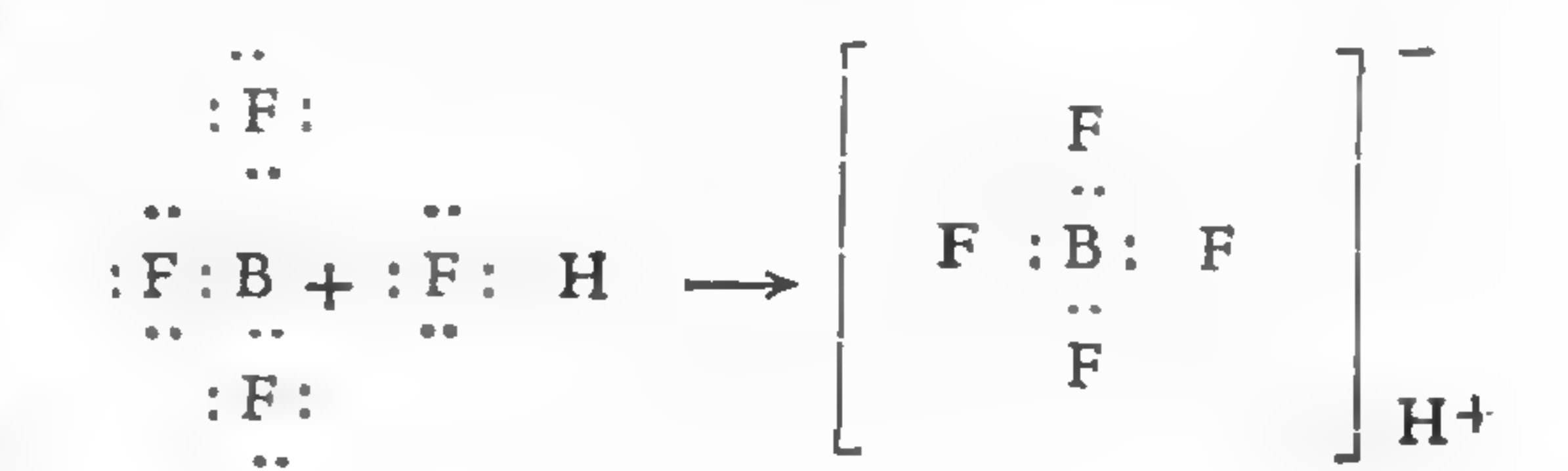
సిల్లు ద్విఎలక్ట్రాన్ బంధమునకును ఒకముఖ్యమైన వ్యత్యాసమున్నది. సమయోజనీయబంధములో పాల్గొను రెండు ఎలక్ట్రాన్లను, బంధితములైన రెండుపరమాణువులును చెరియొక ఎలక్ట్రాన్ చొప్పున ఇచ్చినవి. సహకారియోజనీయతా బంధమందు రెండుఎలక్ట్రాన్లనుకూడ ఒకేపరమాణువు వితరించును. ఈ విషయము ఒకదృష్టాంతముచే బోధ

పరచుకొన యత్నింతము. అమోనియా రచనయందు హైడ్రోజన్ పరమాణువులచే ఆక్రమితముగాని విడి ఎలక్ట్రాన్ జంట ఒకటి కలదు. నైట్రోజన్తో సహకారియోజనీయతా బంధముచే బద్ధమగు ఏ పరమాణువునకైన నైట్రోజన్ ఆ రెండు ఎలక్ట్రాన్లను ఇచ్చుటకు సంసిద్ధముగా ఉన్నది. హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ రచనలోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువుయొక్క అష్టకపూర్తికై తనఒంటిఎలక్ట్రాన్లను సమర్పించి తను ఎలక్ట్రాన్ రహిత స్థితిలోనికి, అనగా అయన్ స్థితిలోనికి మారినది.  $H^+ : Cl^-$

హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ అణువు అమోనియా అణువుతో సంయోగించునపుడు, ఈ ఎలక్ట్రాన్ హీనమైన హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు నైట్రోజన్ తన విడిజంటను ఇచ్చి చేరదీసినది.

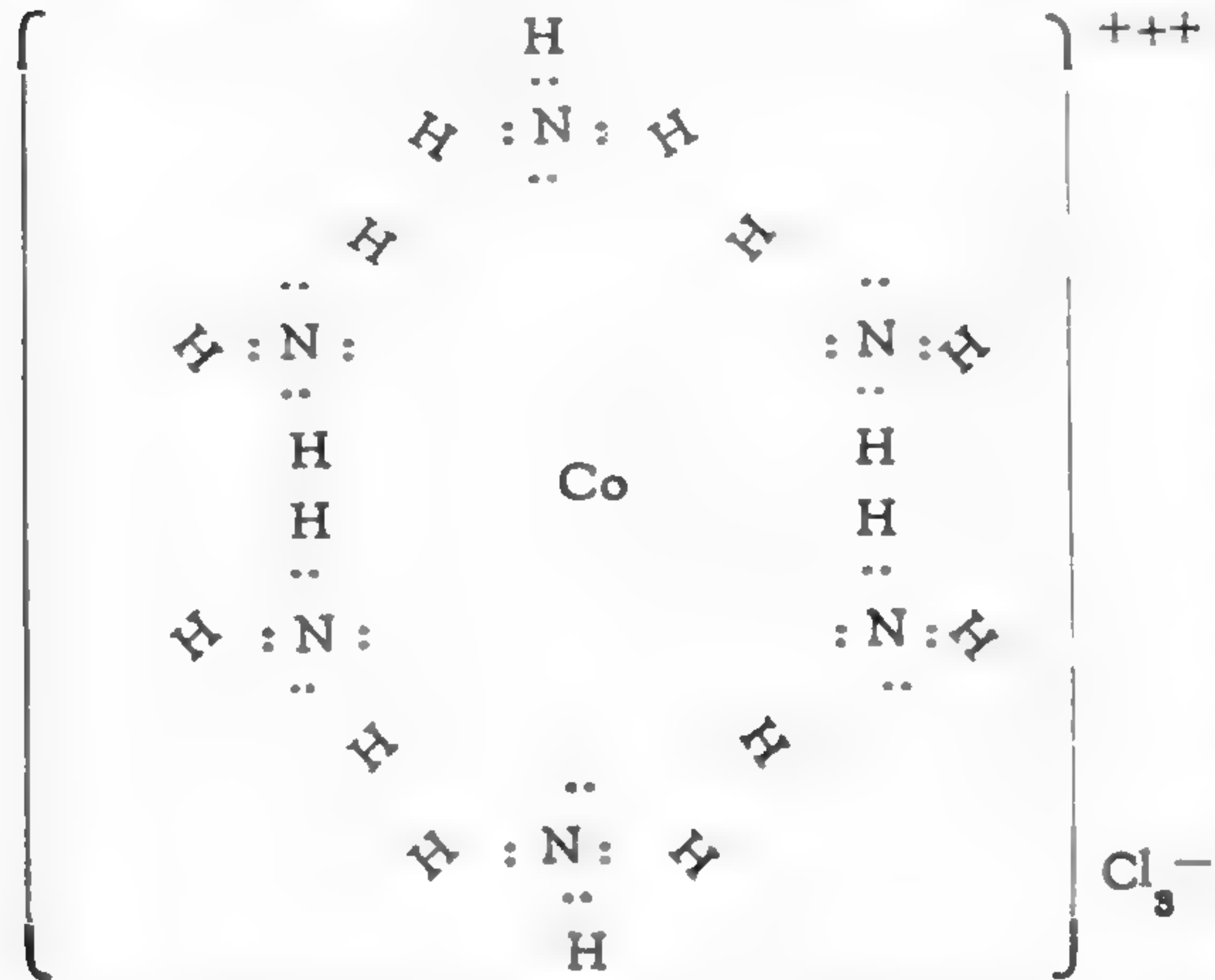


ప్రథమమండలములో సమన్వితములైన హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోపాటు నైట్రోజన్ ఒక సమూహముగా ఏర్పడి అయన్ క్రింద మారినది. అందువలన అమోనియమ్ ఫ్లోరైడ్ కూడ వెర్నర్ యోగికమే అయినది. ఇట్లే బోరాన్ ట్రైఫ్లోరైడ్ (BF<sub>3</sub>)తో హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ (HF) సంయోగించి బోరోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ లేదా హైడ్రోజన్ బోరోఫ్లోరైడ్ (HBF<sub>4</sub>) యోగికము ఏర్పడును. ఇచ్చట ఫ్లోరిన్ ఎలక్ట్రాన్లను ఇచ్చినది; కేంద్రస్థానమున ఉన్న బోరాన్ ఎలక్ట్రాన్లను పుచ్చుకొనినది.





హెక్సామీన్ కోబాల్ట్ క్లోరైడ్ :  $[Co(NH_3)_6]^{+++}Cl_3^-$



ఈ చిత్రముతో సమన్వితములైన అమోనియా అణువు లందున్న ప్రతి నైట్రోజన్ పరమాణువును కోబాల్ట్ పర మాణువునకు రెండేసి ఎలక్ట్రాన్లను ఇచ్చి దానితో పంచు కొనుచున్నది. ప్రతి నైట్రోజన్ కిని అష్టకము ఉన్నది. కేంద్రపరమాణువైన కోబాల్ట్ మాత్రము ఒక ద్వాదశక మును ఆర్జించినది.

హెక్సామీన్ కోబాల్ట్ క్లోరైడ్ వంటి షష్ట సమన్విత యోగికములందు అన్నిట ఎలక్ట్రాన్ల ద్వాదశకగణమే మనకు ప్రత్యక్షమగును.

నిర్జలకాల్సియమ్ క్లోరైడ్ అమోనియా వాయువుతో రాసాయనికముగా సంయోగించి  $(CaCl_2, 8NH_3)$  అను అణు యోగికము ఏర్పడును. ఇచ్చట కేంద్ర పరమాణువు అయిన కాల్సియమ్ చుట్టు రి అమోనియా అణువులు సమన్వితములైనవి. అందువలన కాల్సియమ్ యొక్క సమన్వయ సంఖ్య ఎనిమిది. ఈ సంఖ్య ఎనిమిదికి అనుగుణముగా కాల్సియమ్ పరమాణువు చుట్టు రి అమోనియా అణువులు దానముచేసిన రి జంటల ఎలక్ట్రాన్లు ఉండును. ఆ ఎనిమిది జంటలును కాల్సియమ్ చుట్టు విస్తరించిఉన్నట్లు ఊహించ బడిన ఘనముయొక్క ఎనిమిది కోణములను ఆక్రమించి ఉన్న సౌష్ఠవవిన్యాసముగా భావించవచ్చును.

కాల్సియమ్ పరమాణువుచుట్టు ఎలక్ట్రాన్ల షోడశ కముచేరి ఎనిమిది సమన్వయ యోజనీయ బంధములచే అమోనియా అణువులను కాల్సియమ్ పరమాణువునకు కలుపుచున్నది. ఇటులే రాసాయనిక యోగికముల పర మాణువిన్యాసమును ఎలక్ట్రాన్ బంధములచే వివరించ వచ్చును.

రంజన కిరణములు : చూ. ఎక్స్ (X) కిరణములు. పు. 219.

రవ్వజన్, విల్ హెల్మ్ కానాడ్ (1845 - 1923): జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని. మొదట హాంబుర్గ్ లో, తరువాత జ్యూరిచ్ నగరములో చదువును సాగించి, స్ట్రాస్ బర్గ్ లో 1876 లోను, గీసెన్ లో 1879 లోను, విర్ట్ బర్గ్ లో 1880 లోను ఆచార్యుడుగా పనిచేసెను. తుదకు 1900 లో మ్యూనిక్ విద్యాసంస్థను చేరెను. 1890 లో రమ్ ఫర్డ్ వతకమును, 1901 లో నోబెల్ బహుమానమును ఈయన గ్రహించెను. 1895 లో విద్యుదుత్సర్గ నాళమునుండి బయటికి వచ్చుచున్న వింతకిరణము ప్రభావమున, సమీపమున నల్ల కాగితములో పొదుపుచేయబడిన ఛాయాచిత్రఫలకములు చెడిపోవుటయే కాక, బేరియమ్ ప్లాటినోసైనైడ్ స్పటిక ములు నాళమునకు దగ్గర పెట్టినపుడు వింతకాంతులను ఈయన అనికూడ ఈయన కనుగొనెను. ఈ వింతకిరణములు, ఉత్సర్గనాళములోని కేతోడ్ కిరణములు నాళపుగోడను ఘట్టించినచోటునుండి వచ్చుచున్నవని ఈయన నిరూపించ గలిగెను. అప్పటికి అవిజ్ఞాతములగుటచే వీటికి ఆయన X-కిరణములని పేరిడెను (బీజగణితములో X - అవిదిత రాశికి గురుతు). X-కిరణముల ఆవిష్కరణ భౌతికాన్వేషణ లోను, చికిత్సాశాస్త్రములోను తన యుగమును స్థాపించి నది (చూ. ఎక్స్ (X) కిరణములు-పు. 219). కె. ఎస్. ల.

రవ్వజన్ కిరణములు : చూ. ఎక్స్ (X) కిరణ ములు - పు. 219.

రవ్వోపద్ధతి : చూ. అణుభారనిర్ణయము - పు. 128.

రశ్మ్యుద్ధారిత (సహజ) : చూ. రేడియోధార్మికత (సహజ - పు. 599).

రశ్మ్యుద్ధారిత (కృత్రిమ) : చూ. రేడియోధార్మికత (కృత్రిమ - పు. 602).

రసవాదము : చూ. రాసాయనిక శాస్త్రసమీక్ష-పు. 64.

రాగి (తామ్రము) : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; దీనిని ఇంగ్లీషులో 'కాపర్' అందురు. పరమాణ్వంకము 29; సంకేతము Cu; పరమాణుభారము 63.54; విశిష్ట గురుత్వము 8.98; ద్రవాగము 1083°C; క్వథనాంకము 2500°C. పురాతనకాలమునుండి మానవుని ఉపయోగ ములోఉన్న ధాతువులలో రాగి ఒకటి. ఇంచుమించు అన్ని దేశములందును రాగి లభించును. అన్ని దేశములకన్న యునైటెడ్ స్టేట్స్ యందు రాగినమృద్ధిగా దొరకును. ఇండియాలో ప్రస్తుతము సింగ్ భమ్, బీహారు జిల్లాలలో దొరకు రాగి ఖనిజములనుండి రాగి కొద్దిగా సాధించబడు చున్నను, ఇండియా విదేశములపై ఆధారపడి ఉన్నది.

ప్రాప్తి; ధాతుసాధన : కొంతవరకు శుద్ధధాతువు రూప మున, అధికభాగము యోగిక రూపమున రాగి భూమిలో



దొరకును. ధాతుసాధనకు ముఖ్యమైన రాగి ఖనిజములు : కాపర్ పైరిటేస్ (కాపర్ సల్ఫైడ్ + ఐరన్ సల్ఫైడ్  $\text{CuS}$ ,  $\text{FeS}_2$ ), క్యూప్రైట్ (రాగి ఆక్సిజన్ యోగికము  $\text{Cu}_2\text{O}$ ), మాలకైట్, ఆజురైట్ అను హైడ్రాక్సీ కార్బోనేట్లు  $[2 \text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2; \text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2]$ , కాపర్ గ్లాస్స్ (క్యూప్రస్ సల్ఫైడ్,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ). రాగియొక్క ధాతుసాధన రెండు విధములుగ ఉన్నది :

1. తాపసాధనపద్ధతి, అనగా వేడిచే కరగించిన ఖనిజముల నుండి తయారుచేయుట; 2. ద్రావణ సాధన పద్ధతి, అనగా ఖనిజములపై ద్రావణముల చర్యవలన సాధించుట.

మొదటి పద్ధతి, అనగా తాపసాధన పద్ధతిలో కాపర్ పైరిటేస్ వంటి రాగి ఎక్కువగా ఉన్న ఖనిజములకు ఉపయోగింతురు. ఈపద్ధతిని రాగిని తయారుచేయుటలో ఐదు మజిలీలు కలవు. 1. ధాతుసాంద్రీకరణము; 2. ఖనిజమును గాలిలో కాల్చుట; 3. కాల్చిన ఖనిజమును ద్రవీకరించుట - ఇందు మేట్టి అను పేరుగల ఇంచుమించు శుద్ధమయిన క్యూప్రస్ సల్ఫైడ్ ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) లభించును; 4. మేట్టిని మరల గాలిలో కాల్చి ధాతువు (బ్లిస్టర్ రాగి) గా మార్చుట; ఈ ధాతువు శుద్ధముగా ఉండదు; 5. పై మజిలీలో లభ్యమైన మలినయుతమైన ధాతువును (బ్లిస్టర్ రాగిని) శుద్ధపరచుట. సాంద్రీకరణ మనగా ఖనిజమును దానితో కలిసి ఉన్న మలినద్రవ్యముల నుండి వేరుచేయుట. ఇందు మరల అనేక పద్ధతులు కలవు (చూ. ముడి ఖనిజములు, ధాతుసాధన - పు. 534).

రెండవ మజిలీలో ఖనిజమును గాలిలో కాల్చుట. ఈ ప్రక్రియవలన ఖనిజములో ఉన్న గంధకము ఆక్సికరించబడి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ గా పైకి పోవును. అందుండు ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని కూడ ఆక్సికరించబడి బాష్పరూపమున పైకి పోవును. కొంత ఖనిజము కాపర్ ఆక్సైడ్ గా మారును. ఖనిజములో ఉన్న ఐరన్ సల్ఫైడ్ కూడ ఐరన్ ఆక్సైడ్ ( $\text{FeO}$ ) గా మారును. నేటివిధానమందు ఈ గాలిలో కాల్చు ప్రక్రియను, ఖనిజమిశ్రమును బాగుగ యంత్రములతో కలుపుచు అనేక కొలుముల సముదాయమగు పెద్దకొలిమిలో జరిగింతురు. ఖనిజమును తగిన పరిమితికి కాల్చుటవలన అందుండు గంధకముయొక్క రాగిని కావలసిన కనిష్ఠ పరిమితికి తగ్గింతురు.

తరువాతి ప్రక్రియ ఖనిజమును ద్రవీభవించుట. రెండవ మజిలీలో గాలిలో కాల్చిన ఖనిజమునకు, అవసరము ఉన్నచో దానికి ఇసుకను కలిపి, రివెర్బరేటరీ కొలిమిలో (చూ. పు. 534) కాల్చుదురు. ఈ ప్రక్రియలో,

గాలిలో కాల్చుటవలన ఏర్పడిన ఐరన్ ఆక్సైడ్, సిలికాతో కలిసి స్లాగ్ గా ఏర్పడును. కాపర్, ఐరన్ సల్ఫైడ్ ల మిశ్రము కరగి స్లాగ్ క్రింద పారగా ఏర్పడును. దీనికే మేట్టి అని పేరు. ఖనిజములో ఉన్న బంగారము, వెండి, ప్లాటినమ్ ఈ మేట్టిలో కరగి ఉండును.

తరువాత ఈ కరగి ఉన్న మేట్టిని కన్వర్టర్ (పరివర్తకము) అను ఒక కొలిమిలోనికి (చూ. పు. 534) మార్చి గాలిని దానిగుండా ఒత్తిడిలో పంపుదురు. ఈవనికి కావలసిన వేడిమి మేట్టిలో ఉన్న ద్రవ్యములను ఆక్సికరించుట వలన జనించును. వేరుగా ఇంధనమేదియు అక్కరలేదు. మేట్టిలోనున్న గంధకము సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ గాను, ఐరన్ సల్ఫైడ్ ఐరన్ ఆక్సైడ్ గాను ఆక్సికరించబడును. ద్రవముగా ఉన్న రాగి ధాతువులో సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ విలీనమై ఉండి, ధాతువు చల్లారి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ పైకివచ్చునపుడు ధాతువుపైతలమంత పొక్కియున్నట్లు అగును. అందువల్ల దీనికి 'బ్లిస్టర్ రాగి' అని పేరు (బ్లిస్టర్ అనగా పొక్కులు). ఈ ప్రక్రియలో ధాతువు ఏర్పడుటకు క్రింది రాసాయనిక ప్రక్రియలు కారణములు :

ఇనుము రాగికన్న శీఘ్రముగా ఆక్సికరించబడుటచే అది ముందుగా ఆక్సైడ్ అగును :



ఈ ఐరన్ ఆక్సైడ్ స్లాగ్ లో కరగిపోవును. కొంత కాపర్ సల్ఫైడ్ ఆక్సికృతమై కాపర్ ఆక్సైడ్ అగును.



తరువాత మిగిలిన కాపర్ సల్ఫైడ్, ఈ కాపర్ ఆక్సైడ్ తో సంయోగించి ధాతువు ఏర్పడును :



కన్వర్టర్ నుండి లభ్యమైన ధాతువు ఉపయోగమునకు వలసినంత శుద్ధముగా ఉండదు. అందువలన దీనిని శుద్ధిచేయుట ఆఖరు మజిలీ. కొన్ని ఉపయోగములకు మిక్కిలి శుద్ధముగా ఉన్న ధాతువు అక్కరలేదు. అట్టిచో శుద్ధముచేయుటకగు వ్యయము తక్కువగా ఉండును; దీనిని అగ్ని శుద్ధి అందురు. ఇందు మలినములతో కూడుకొనిన రాగిని కొలిమిలో కరగించి, దానిపై గాలి ప్రసరించునట్లు చేయుదురు. ఈ ప్రక్రియలో రాగిలో ఉన్న మలినములు ఆక్సికృతములై పైకి తెచ్చెవలె తేలును. ఈ తెచ్చెను సులభముగా ధాతువుపై నుండి ఒడ్డిగిలింపవచ్చును. ఆ మలినములు ఆక్సికరించబడు ప్రక్రియలో కొంత రాగి కూడ ఆక్సికరించబడును. ధాతువులో కాపర్ ఆక్సైడ్ మిగిలి పోయినచో ధాతువుకు పెళుసుదనమును ఇచ్చును. అందువలన ఈ ఆక్సైడ్ లను మరల ధాతువులుగా ఆక్సిక



రించుటకై, కొలిమిపై కరగిఉన్న ధాతువును పచ్చికర్రలతో కలుపుదురు. పచ్చికర్రలు కరగిఉన్న ధాతువు వేడిమికి కాలినపుడు అందుండివచ్చు హైడ్రోకార్బన్ వాయువులు కాపర్ ఆక్సైడ్ ను తిరిగి రాగిలోనికి ఆక్సిహరించును. చివరకు లభ్యమగురాగి 99.5% శుద్ధముగా ఉండును.

ముడిరాగిలో వెండి, బంగారము వంటి విలువగల ధాతువులు ఉన్నప్పుడు, లేదా విద్యుద్వాహక తంత్రులుగా చేయుటకు రాగి కావలసినపుడు దానిని విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానమువలన శుభ్రపరచుదురు. విద్యుత్ విశ్లేషణవిధానమున రాగినిశుద్ధిచేయుటలో ఒక పెద్దతొట్టెలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కలిపిన కాపర్ సల్ఫేట్ జలద్రావణమును ఉంచి, అపరిశుద్ధమైనరాగిపలకలను ధనాగ్రములుగాను, పరిశుద్ధమైన పలుచనిరాగిరేకులను ఋణాగ్రములుగాను, ఆ తొట్టెలోనిద్రావణములో అమర్చెదరు. రాగి ధనద్రువము వద్ద విద్యుత్ ప్రవాహ ప్రభావమున ద్రావణములో విలీనమై, ఋణాగ్రముపై పొరగా ఏర్పడును. బంగారము, వెండి, ప్లాటినమ్ వంటి మలినములు ధనాగ్రమునకు చుట్టబెట్టిన గుడ్డసంచులలో మడ్డివలె ప్రోగగును. ఈ విలువగలధాతువులను సంపాదింపగలుగుటచే ఈవిధానము చాల లాభసాటిగా జరుగును. విద్యుత్ విశ్లేషణవిధానమున తయారయిన రాగి 99.95% వరకు శుద్ధముగా నుండును. ఇంతపారిశుద్ధ్యముండినగాని రాగి మంచి విద్యుద్వాహకము కానేరదు. ఇనుముతక్కు తక్కినధాతువులలో రాగియొక్క ప్రాముఖ్యము దాని విశిష్టగుణములచే కలిగినది. ఈగుణములలో ముఖ్యమైనవి ప్రశస్తమైన విద్యుద్వాహకత్వము, గాలిలో శేమలో చెడకుండుట, శాపవాహకత, జింకుతోను సత్తుతోను, ఇత్తడి, కంచు మొదలగు ధాతుమిశ్రములు ఏర్పడుట. తయారగురాగిలో అధికభాగము విద్యుత్ వాహక కార్యమునకు ఉపయోగపడుచున్నది. ఇదికాక నాణెములకు, మోటారుకారుభాగములకు, భవనములకు, పోతపనులకు, నౌకానిర్మాణములకు, టెలిఫోన్, టెలిగ్రాఫు పరిశ్రమలందు, రైల్వేరిపరికరములకు వాడుకలో ఉన్నది.

కాపర్ సల్ఫేట్ : దీనికి మైలుతుత్తము అనియు మయూరతుత్తము అనియు వ్యవహారనామము. ఇది రాగిలవణములలో చాలముఖ్యమైనది. పారిశ్రామికముగా అధికముగా తయారగుచున్నది. కాపర్ సల్ఫేట్ ఖనిజపుముక్కలను తడిపి గాలిలోపెట్టినపుడు, సల్ఫేట్ సల్ఫేట్ గా ఆక్సికరించబడును :



ఈప్రోగునుండి నీటితో కాపర్ సల్ఫేట్ ను ద్రావణముగా

వేరుచేయుదురు. ద్రావణమును ఇగిర్చినచో స్ఫటికములు ఏర్పడును. బ్యాటరీలలో (డేనియల్ బ్యాటరీ), రాగి మలామా చేయుటకును, రంగులువేయుటలో మోర్డెంట్ గాను, కలపను సంరక్షించుటకును, బోర్డోమిశ్ర (కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణము + సున్నము) రూపమున పండ్లచెట్ల చీడలను పోగొట్టుటకును ఈలవణము చాల ఉపయోగించును. రాగి రేకులపై, రాగిపాత్రలపై నీటి సంపర్కమున సాధారణముగా ఏర్పడు ఆకుపచ్చటిపొర (కిలుము) జేసిక్ కాపర్ సల్ఫేట్ గాని, క్లోరైడ్ గాని అగును.

కాపర్ సల్ఫేట్-నవీనవిధానము : రాగి ముక్కలను నీనపు రేకుతో కప్పిన గోడగల గోపురములో ఉంచి క్రింద నుండి గాలిని పైకి పంపుదురు. మీదనుండి విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణముపారము గోపురములోనికి దిగుచుండును. కావలసిన లవణసాంద్రత లభ్యమగువరకు గోపురము అడుగున ప్రోగైన ద్రావణమును గోపురముమీద నుండి మరల క్రిందకి దిగునట్లు చేయుదురు. ఈ ద్రావణమును ఇగుర్చుటచే కాపర్ సల్ఫేట్ స్ఫటికములు ఏర్పడును. ఇవి నీలి ఆకుపచ్చరంగు గల స్ఫటికములు. నీటి రాసాయనిక సంఘట్టన  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ .

కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణమునకు అమోనియాద్రావణము కొంచెము కొంచెముగా కలిపినపుడు మొదట క్యూప్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్  $[\text{Cu}(\text{OH})_2]$  అను నీలిరంగు అవశేషము ద్రావణము నుండి వేరగును. అమోనియా అధికముగా కలిపినచో క్యూప్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ అవశేషము ద్రావణములో విలీనమై, గాఢమైన నీలిరంగుగల ద్రావణము ఏర్పడును. దీనికి మైక్రోస్కోపిక్ ద్రావణమని పేరు. సెల్యులోస్ (కాప్ట్రద్రవ్యము)ను విలీనముచేసికొను విశిష్టగుణము ఈ ద్రావణమునకు కలదు. ఈ సెల్యులోస్ ద్రావణమును సన్నటి రంధ్రములగుండా ఆప్లుములోనికి ప్రవేశపెట్టినప్పుడు పట్టువలె తళతళమను సెల్యులోస్ చొరము ఏర్పడును. కృత్రిమపట్టు తయారుచేయు విధానములలో ఇది ఒకటి.

కాపర్ సల్ఫేట్ నకు అమోనియా అధికముగా కలిపినప్పుడు లభ్యమగు గాఢ నీల ద్రావణమునకు సారాయిని కలిపినచో పొడవైన నీలిరంగు స్ఫటికములు లభించును. ఈ స్ఫటికద్రవ్యము యొక్కసాంకేతికము  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$ .

ఇది ఒక వెర్నర్ క్లిష్టయోగికము. (చూ. యోజనీయతా భావము-I : వెర్నర్ యోగికములు : పు. 554; రాగివర్గము) చి. గో. కృ.

రాగివర్గము : ఇందు రాగి, వెండి, బంగారము కలవు; ప్రాచీనకాలమునుండి రాగి, వెండి, బంగారము



రాబీ, ఇసిడోర్ ఐజక్

నాణెముల నిర్మాణమునకు వాడుకలో ఉండుటచేత వీటికి నాణకధాతువులని పేరు వచ్చినది. Ia వర్గమునకు చెందిన ఊరధాతువువలె ఏకయోజనీయ స్వభావములో తప్ప, తక్కిన విషయములలో ఊరధాతువుల (Ia వర్గము)తో వీటికి సాదృశ్యములేదు.

కాని, ఈ మూడు ధాతువులును ఒకదానినొకటి పోలి యుండుటయేగాక, ఇరు ప్రక్కల నాశ్రేణిలోనున్న ధాతువులతోకూడ గణనీయమైన సాదృశ్యమును చూపును. ఆ వర్తక్రమములో ఈ మూడు ధాతువులను క్రమముగా స్కాండియమ్ - రాగి, యిట్రీయమ్ - వెండి, లేంతెనెమ్ బంగారము అను మూడు పరివర్తన శ్రేణులకు చెందిన ధాతువులు అగుటయే ఇందుకు కారణము. పరివర్తన శ్రేణులలోనున్న మూలద్రవ్యములమధ్య గాఢసాదృశ్యములు ఉండునని పరమాణురచనలో చూపబడినది. అందువలన రాగికి దానికి ఇరుప్రక్కలనున్న నికెల్, జింకు ధాతువులతో సాదృశ్యము ఎక్కువ గలదు.

| ధాతుధర్మములు                    | రాగి<br>Cu | వెండి<br>Ag | బంగారము<br>Au |
|---------------------------------|------------|-------------|---------------|
| పరమాణ్వంకము                     | 29         | 47          | 79            |
| పరమాణుభారము                     | 63.54      | 107.88      | 197           |
| విశిష్టగురుత్వము<br>(20°C వద్ద) | 8.96       | 10.50       | 19.8          |
| పరమాణ్వాయతనము                   | 7.10       | 10.80       | 10.20         |
| ద్రవాంకము °C                    | 1088.0     | 960.8       | 1063.0        |
| క్వథనాంకము °C                   | 2500.0     | 2180.0      | 2950.0        |

ఈ మూడు ధాతువులును అత్యధిక విశిష్టగురుత్వము, కఠినత్వము, ఉన్నతద్రవాంకము, విశేషతన్యత, విస్తార్యత కలవి. ఇవి తాపమునకు, విద్యుత్ నకు కూడ ఉత్తమ వాహకములు. రాగి ఎరుపువర్ణము, వెండి తెలుపువర్ణము, బంగారము పసిమివర్ణముగల ధాతుకాంతులను చూపును. ఈ గుణములలో ఇవి ఊరధాతువులకు మిక్కిలి భిన్నములై ఉన్నవి.

ఈ మూడు ధాతువులును విశేషముగా రాసాయనిక ప్రవృత్తికలవి కావు. అందులో ముఖ్యముగా వెండి, బంగారము రాసాయనికముగా మిక్కిలి జడములు. అందువలననే వీటికి శ్రేష్ఠధాతువులు అనిపేరు. విద్యుత్ రాసాయనిక శ్రేణిలో వీటి స్థానములకూడ ఈగుణమునే సూచించును. ఈ శ్రేణిలోనివి ప్రాడ్రోజిన్ కి చాలక్రింద నున్నవి. ఊరధాతువులు ఆ శ్రేణిలో శీర్షస్థానములను ఆక్రమించి ఉన్నవి (చూ. విద్యుత్ రాసాయనికశ్రేణి పు. 120). ఈ ధాతువులు గాలిలో మార్పును చెందవు.

గాలిలో కాల్చినపుడు ఒక్కరాగితప్ప, తక్కిన రెండును కగ్గవు. బంగారము సిలీనిక్ ఆసిడ్ లో తప్ప తక్కిన ఏ ఆమ్లములోను కరగదు. మహాద్రావకములో బంగారము సులభముగా కరగును. ఈ ధాతువులన్నియు బహుళ యోజనీయతను కనవచ్చును. రాగి ఏక, ద్వియోజనీయతలను, బంగారము ఏక, త్రియోజనీయతలను ప్రదర్శించును. వెండి విషయములో ద్వియోజనీయ యాగికములు ఇటీవల తెలిసినను అవి చాల అస్థిరములగుటచే వెండి ప్రచురముగా ఏకయోజనీయ మూలద్రవ్యమే అనదగును. ఈ ధాతువులన్నియు అమోనియాతో నైసైడ్, క్లోరైడ్ గణములతో క్లిష్టయాగికములు ఏర్పడుటకు కేంద్రపరమాణువులుగా ఆచరించగలవు (చూ. బంగారము - పు. 500; రాగి - పు. 545; వెండి). వి. గో. కృ.

రాబీ, ఇసిడోర్ ఐజక్ (జననము 1898): యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. ఆస్ట్రీయాలో జన్మించినను చిన్నతనములోనే స్వదేశమును విడిచిపెట్టి యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోని కార్నెల్, కొలంబియా విద్యాసంస్థలలో మొదట చదువు ప్రారంభించి, తరువాత యూరప్ లో అనేక యూనివర్సిటీలలో విద్యాభ్యాసము ఒనర్చెను. 1937 లో కొలంబియా యూనివర్సిటీయందు ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. అయస్థాంతత్వము, క్వాంటంయాంత్రిక శాస్త్రము, కేంద్రక భౌతికవిజ్ఞానము మొదలగు పరిశోధన క్షేత్రములలో ఈయన కాంచిన విజయములు ఈయనను జగద్విఖ్యాతునిగా నొనర్చినవి. న్యూట్రాన్ ల స్వభావమును గురించి ఈయన కావించిన నిశితపరిశోధనలకై ఈయనకు 1944 లో నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది. కె. రం.

రామన్, చంద్రశేఖరవెంకట (జననము 1888): ప్రసిద్ధ భారతీయ భౌతిక విజ్ఞానవేత్త. మద్రాసు యూనివర్సిటీయందు ఎమ్. ఏ పట్టభద్రుడైన తరువాత, ప్రభుత్వోద్యోగమందు ప్రవేశించెను. ఈయనకు చదువుకున్న రోజులలోకూడ నూతనాన్వేషణయందు అభిరుచి మెండు. ఉద్యోగమును నిర్వహించుచు, సీలరతన్ సర్కార్ చే ప్రతిష్ఠించబడిన 'ఇండియన్ అసోసియేషన్ ఫర్ ది అడ్వాన్స్ మెంట్ ఆఫ్ సైన్స్' మందిరములో శాస్త్రఅన్వేషణలను సాగించుచుండెను. కలకత్తా యూనివర్సిటీకు వైస్ చాన్సలర్ గా పనిచేయుచున్న అషుటోష్ ముఖోపాధ్యాయ ఆహ్వానముపై భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ఉండుటకు అంగీకరించెను. ఇచ్చట 1917 నుండి 1933 వరకు పని చేసిన తరువాత బెంగళూరులోని 'ఇండియన్ ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ సైన్స్' సంస్థకు డైరెక్టర్ గా ఎన్నుకొనబడెను. 1929 లో ప్రభుత్వము ఈయనను 'సర్'గా



బిరుదమును ఇచ్చి సమ్మానించినది. ఈయన పేరు మోయుచున్న 'రామన్ ఫలితము'ను ఆవిష్కరించి నందులకై ఈయన 1930 లో నోబెల్ బహుమతిని అందుకొనెను. ఈయన ప్రథమాభిమానాన్వేషణక్షేత్రము సంగీత పరికరములను గురించిన ధ్వనిశాస్త్ర సిద్ధాంతము; తరువాత కాంతి పరిక్షేపణ; రామన్ ఫలితము ఈ రంగము లోనిదే.



చంద్రశేఖర వెంకటరామన్

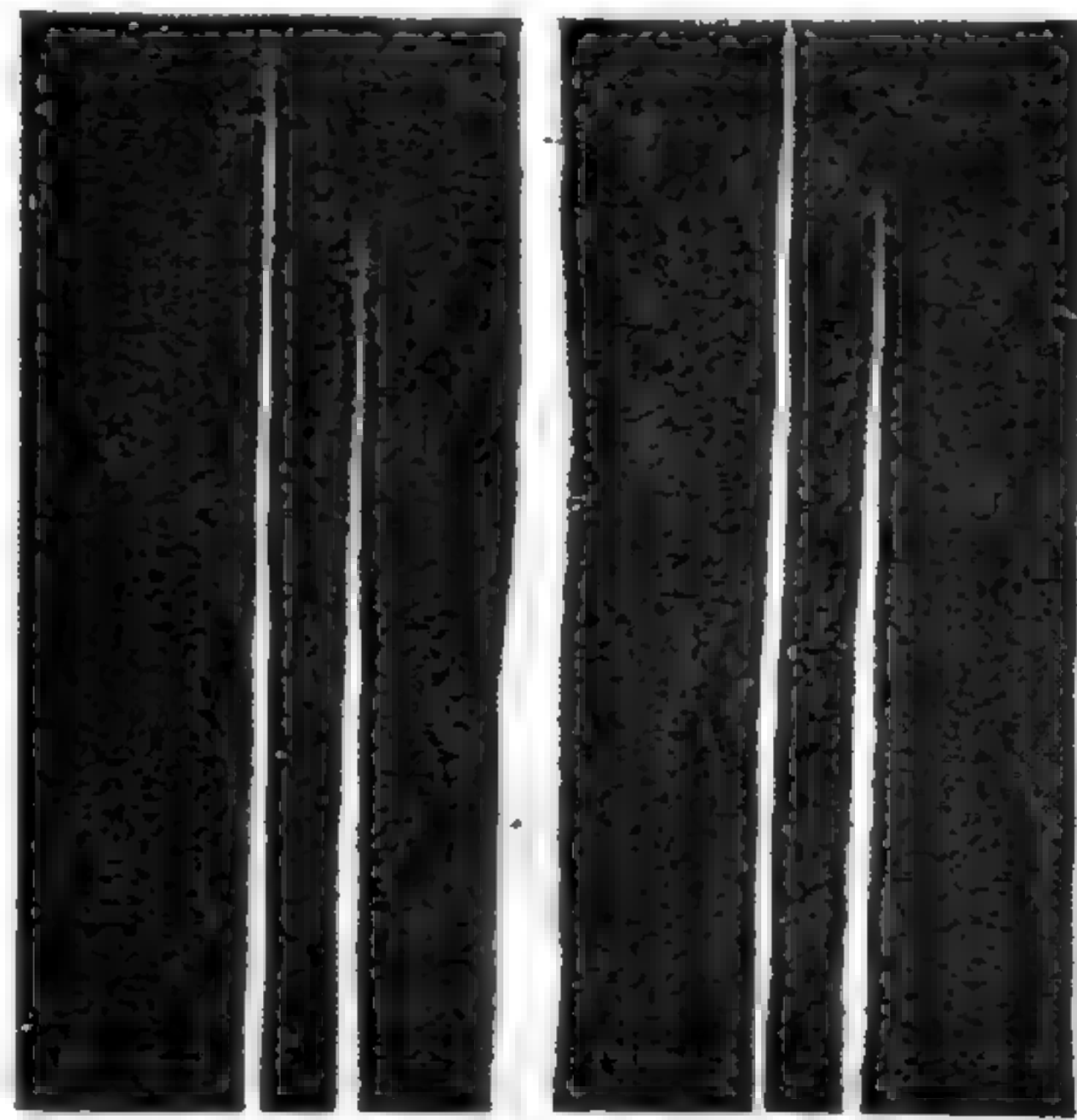
1947 తరువాత, బెంగళూరులోనే స్వంతముగా 'రామన్ రిసెర్చ్ ఇన్ స్టిట్యూట్' అను పేర పరిశోధనా సంస్థను ఒకదానిని నెలకొల్పి తాను పరిశోధనలను చేయుటయే కాక పెక్కుమంది విద్యార్థులను తరిపిదు చేయుచున్నాడు. ప్రస్తుతము (1983) రామన్ సంస్థలో స్పటిక స్వభావమును గురించి కూలంకషపరిశోధన జరుగుచున్నది. 'భారత రత్న' బిరుదాంకితులలో డాక్టరు రామన్ ఒకడు.

కె. ల.

**రామన్ ఫలితము :** కాంతి పరిక్షేపణము అను వ్యాసములో ఒక పారదర్శకవస్తువు కాంతిని పరిక్షేపించునని తెలిసికొంటిమి (చూ. కాంతి పరిక్షేపణము-పు. 245). కాంతి ఏకవర్ణము కానప్పుడు అందులో కొన్నితరంగములు హెచ్చుపరిక్షిప్తమగుటయు, మరికొన్ని తక్కువ పరిక్షిప్తమగుటయు తటస్థించినను, సాధారణముగా పతితకాంతి కిని, పరిక్షిప్త కాంతికిని తరంగ దైర్ఘ్యములో భేదమేమియు ఉండదు. ఈరీతి పరిక్షేపణమునకు అత్యంతభిన్నమగు పరిక్షేపణసంఘటనను ఒక దానిని 1928 లో సి.వి. రామన్ కనుగొనెను. అప్పటినుండియు ఈ సంఘటనకు 'రామన్ ఫలిత' మని పేరు. ఏకవర్ణకాంతితో ఒక ద్రవద్రవ్యమును ప్రకాశింప జేసినపుడు పరిక్షిప్త కాంతిలో కొంత భాగము పతితకాంతికన్న తరంగ దైర్ఘ్యములో భిన్నముగా ఉన్నట్లు ఈయన కనుగొనెను. తన శక్తిలో కొంతభాగము ద్రవాణువులకు ఇచ్చియు, లేదా వాటి నుండి కొంత శక్తిని తాను స్వీకరించియు, కాంతి ద్రవాణువులతో ప్రతికరించి తరంగ దైర్ఘ్యములో మార్పును చెందగలదు. కాంతిధర్మవివరణములో కాంతి

కిరణపు శక్తికిని, దాని తరంగ దైర్ఘ్యమునకు విలోమ నిష్పత్తి సంబంధము ఉండునని తెలిసికొంటిమి. అందువలన పైని పేర్కొనిన సందర్భములో పరిక్షిప్త కాంతియొక్క తరంగ దైర్ఘ్యము పతిత కాంతితరంగ దైర్ఘ్యముకన్న అధికముగాకాని, అల్పముగాకాని ఉండవచ్చును. పరిక్షిప్త కాంతితరంగ దైర్ఘ్యములో జరిగిన ఈమార్పును కొలువ గలమేని కాంతిని పరిక్షేపించు ద్రవాణువుల శక్తిసోపానములను లెక్కించ వచ్చును. అణువులవిషయమున ఇంకొక విధముగా ఈ శక్తి సోపానగణన సులభముకాదు.

ద్రవ్యావస్థలన్నియును (అనగా ఘన, ద్రవ, వాయు అవస్థలు) ఈ రామన్ ఫలితమును ప్రదర్శించును. కాని, దీనికై ద్రవ్యము పారదర్శకముగా ఉండుట అవశ్యకము. ప్రాయోగికముగా ఈఫలితమును నిర్ణయించు విధానము ఈదిగువది: పాదరసపు విద్యుచ్ఛాపమువంటి ఏకవర్ణ కాంతినిప్రసరించు సాధనమునుండి నియత తరంగ దైర్ఘ్యము గల కాంతిని ద్రవ్యముగుండా ప్రవేశపెట్టుదురు. పతన కాంతికిరణదిశకు లంబముగాఉన్న దిశలో పరిక్షిప్తమైన కాంతి వర్ణపట్టికను వర్ణమాలలేఖని సహాయమున లిఖింతురు. వర్ణమాలచిత్రములో పతనకాంతిజన్యమగు రేఖకు



రామన్ వర్ణపటము

ఇరువైపుల క్రొత్త రేఖలు కొన్ని కానగును. ఈ నూతన రేఖల సన్నివేశము, వీటిస్వభావము పతన కాంతి రేఖల నుండి వర్ణమాలలో వీటిదూరము -

ఇవిఅన్నియును

అనుశీలనకు ఉపయోగించిన ద్రవ్యమునుబట్టి ఉండును. ఏలన ఈ పైసంఘటనలన్నియు కాంతిని పరిక్షేపించు ద్రవ్యముయొక్క అణువుల స్పందనశక్తినిబట్టి ఉండును. అణు స్వభావమును విప్లవముగా చిత్రించగలదగుటచే రామన్ వర్ణమాలద్రవ్యమును రాసాయనికముగా గుర్తించుటకు సాధనముగా ఉపయోగం పడుచున్నది. నిజముగా గుణాత్మక, రాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులయందు రామన్ ఫలితము అధికముగా ఉపకరించుచున్నది.

ఈ వినియోగములేగాక పరమాణువులను పరమాణువులకు సంధించి అణునిర్మాణమునకు కారణమైన ఆకర్షణ



## రాష్ట్రీ, విలియమ్

బలములు లేదా అణువులను అణువులతో సంధించి, స్పటికములుగా పరిణమింపజేయు అణుబలములు - వీటి స్వరూప స్వభావములను అనుశీలించుటకు రామన్ వర్ణమాలమిక్కిలి సహకరించుచున్నది. ఏలన, ఒక ద్రవ్యములోని ప్రత్యేక అణువులు పరిస్పందించు ప్రకారములు వాటికి కారణమగు పరమాణు ఆకర్షక, వికర్షక బలముల బట్టి ఉండును. అట్టి స్పందనప్రకారముల స్వభావమును తెలిసికొనుటలో రామన్ ఫలితమునకు సాటియగు సాధనము ఇంకొకటి లేదు.

రామన్ ఫలితసంప్రదాయము ననుసరించి అణునిర్మాణమందు పాల్గొను బలములయొక్క స్థిరాంకములను నిర్ణయించుట వలన యౌగికముల రాసాయనిక నిర్మాణము మనకు కరతలామలక మగును. రామన్ ఫలిత ప్రయోగ విధానములో ఒక నూతనపద్ధతి ననుసరించి విద్యుదుత్తేజితమైన పాదరస శాష్పము ప్రదర్శించు 2537 Å ల తరంగదైర్ఘ్యము గల అనునదనవికిరణము కాంతి ప్రభవస్థానముగ వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఈ విధానము ముఖ్యముగా స్పటికముల అనుశీలనలో వినియోగమగుచున్నది. ఈ అనుశీలననుండి వెలువడిన ఫలితముల మూలముగ చాలనవీనవిషయములు బయటపడినవి. ఈ బయటపడిన విషయముల దృష్టిలో స్పటికములలో అణువులు, పరమాణువులు పరిస్పందించు వైఖరులను గురించిన మునుపటి ఊహలన్నియు నేడు తారుమారైనవి. రామన్

రాష్ట్రీ, విలియమ్ (1852 - 1916): స్కాట్లండ్ రాసాయనికుడు. గ్లాస్గోలో జననము. గ్లాస్గో యూనివర్సిటీ యందు విద్యను ప్రారంభించి జర్మనీలో హైడెల్ బర్గ్ లో బున్ సెన్ వద్దను, ట్యుబింగన్ లో ఫిట్టిగ్ వద్దను రాసాయనిక శాస్త్రమును అభ్యసించెను. తరువాత వివిధ విద్యా సంస్థలలో ఉద్యోగములు నిర్వహించి, కొనకులండన్ యూనివర్సిటీ కాలేజీలో ఆచార్యుడుగా నియుక్తడాయెను. తొలిని కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రమందు



విలియమ్ రాష్ట్రీ

ఆదరము చూపి భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రపరిశోధనకు మరలెను. ఇందు ఈయన సిడ్నీయంగ్ తో సహా ద్రవముల

శాష్పికరణము, స్వేదనముపై పరిశోధనల జరిపి ఈవని నుండి ద్రవముల తలశక్తి అనుశీలనకు తరలెను. తరువాత గాలి సాంద్రతల యథార్థ మూల్య నిర్ణయమందు అభినివిష్టమైన రాలి ప్రభువు నేతృత్వమున గాలిలో ఇదివరకు ప్రచున్నముగా నుండిన అపురూపవాయువుల నన్నింటిని గుర్తించెను. దీనికై ఇతనికి ఇతర గౌరవములతోపాటు నోబెల్ బహుమతి గౌరవముకూడ 1904 లో లభించినది. మే. వ. న.

రాలి, జాన్ విలియమ్ స్ట్రట్ (1842 - 1919): ఇంగ్లీషు భౌతికవిజ్ఞాని. కేంబ్రిడ్జిలోని ట్రినిటీ కళాశాలలో విద్యను ముగించి అచ్చటనే 1879 లో ప్రాయోగిక భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను. 1887 లో రాయల్ ఇన్ స్టిట్యూట్ లో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1873 లో రాయల్ సంఘసభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడెను. 1908 లో కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీకి ఛాన్సెలర్ గా నియమితుడయ్యెను. రాష్ట్రీతోపాటు 1894 లో గాలినుండి అదివరకు తెలియని 'ఆర్గాన్' అను మూలద్రవ్యమును కనుగొనెను. 1904 లో భౌతిక శాస్త్రమందు ఈయన కావించిన పరిశోధనలకై నోబెల్ బహుమానము ఈయనకు లభ్యమైనది. మే. వ. న.

రాసాయనిక పరివర్తనము-I: ఇందు మొదట పరివర్తనీయ ప్రతిక్రియల (రివర్సిబిల్ రియాక్షన్స్) ను గూర్చి చర్చింతము. నీటి ఆవిరిని ఎర్రగా కాలుచున్న చిన్న ఇనుపముక్కలపై పంపినచో జరుగు రాసాయనిక సంయోగము వలన కాంతలోహము (మాగ్నెటిక్ ఆక్సైడ్ ఆఫ్ ఐరన్), హైడ్రోజన్ యు ఏర్పడును:



ఎర్రగా కాల్చిన కాంతలోహముపై హైడ్రోజన్ వాయువు ప్రవహింపజేసినప్పుడు నీటి ఆవిరి, ఇనుములభించును.



మొదటి మార్పునందు సంయోగించు ద్రవ్యములు, రెండవ క్రియయందు ఫలితములనియును, రెండవదాని యందు సంయోగించు ద్రవ్యములు మొదటిదానియందు ఫలితములు అనియును వ్యక్తమగుచున్నది. పై రెండు క్రియలను ఒక సమీకరణమునందే చేర్చి సాంకేతికముగ క్రింది విధమున నిరూపించవచ్చును:



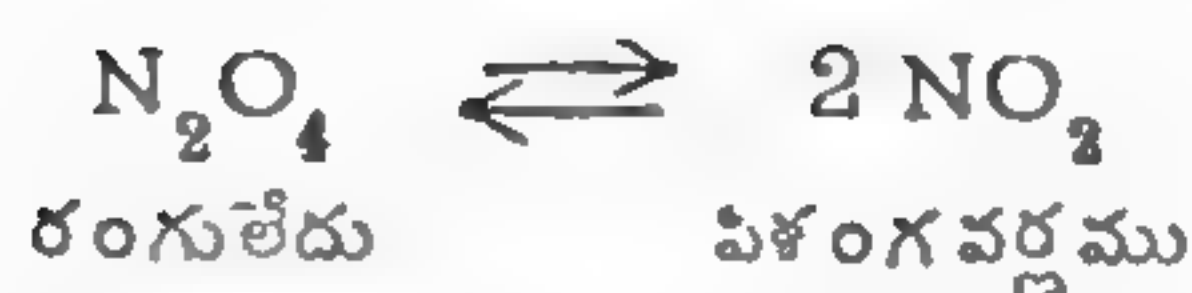
పరిస్థితులను మార్పుటవలన పై క్రియలను కుడి ఎడమలుగ ప్రవర్తింపజేయ వచ్చును. ఇట్లు శాస్త్రపరిస్థితులను సవ



రించుటవలన సవ్యావసవ్యములుగా ప్రవర్తించు ప్రక్రియలను పరివర్తనీయ ప్రక్రియలు అందురు. పై సమీకరణమునందు ఇటునటువ్రాయబడిన జాణపు ( $\rightleftharpoons$ ) గుర్తులు ప్రక్రియల పరివర్తనీయతను తెలుపును. పై మార్పునందు హైడ్రోజన్ వాయువును నిరోధింపకుండిన ఇనుము పూర్తిగా కాంత లోహముగ మారును. అప్పుడే హైడ్రోజన్ ఉత్పత్తికూడ ముగియును. కాని ఫలితద్రవ్యమైన హైడ్రోజన్ వాయువును వెలికి పోనీకుండ నిరోధించినచో అది పునస్సంయోగము వలన ఆది ద్రవ్యములను సిద్ధిపఱచేయును. ఆరంభమున లవమాత్రమైననులేని ఫలిత ద్రవ్యములు కాలము గడుచుకొలది క్రమముగా హెచ్చగుచుండును. వాని పరిమాణము హెచ్చగు కొలది ఎదిరి మార్పు రానురాను వేగవంతమగు చుండును. ఆరంభమున మిక్కిలి వేగముగా నడచుచుండిన సవ్యప్రక్రియ సంయోగించు ద్రవ్యముల పరిమాణము క్రమముగా క్షీణించుటవలన పోనుపోను మందమగుచుండును. చివరకు ఎదిరిమార్పు యొక్క వేగము సవ్యప్రక్రియయొక్క వేగమునకు సమానమగును. ఆ తరువాత ప్రక్రియలో పాల్గొను ఫలిత ద్రవ్యముల యొక్కయు, ఆది ద్రవ్యముల యొక్కయు పరిమాణములు మార్పునందకుండుట వలన స్థూలదృష్టికి మార్పు ముగిసినట్లు గోచరించినను వాస్తవముగ సవ్యావసవ్య ప్రక్రియలు సమానవేగములతో ప్రవర్తించుచుండును. ఇట్టి పరిస్థితిని సమచాల్యస్థితి (డైనమిక్ ఈక్విలిబ్రియమ్) అందురు.

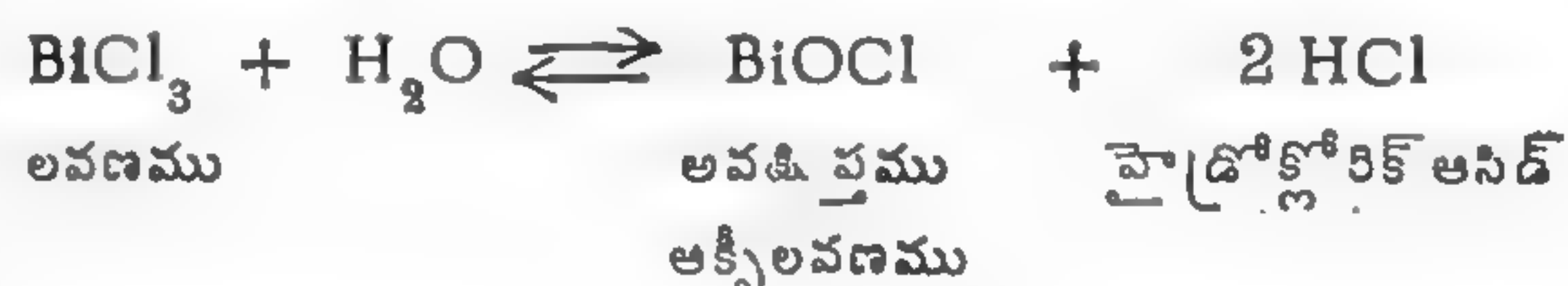
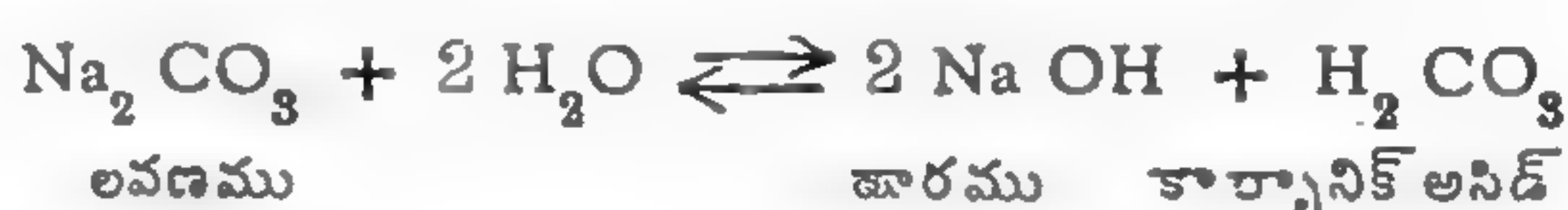
సంయోగద్రవ్యముల సాంద్రతను అధికముచేయుట వలనగాని, ఫలితద్రవ్యముల సాంద్రతను తగ్గించుటవలన గాని మార్పును ఇంచుమించు పరిసమాప్తి నొందించ వచ్చును. ఫలితములుగా ఏర్పడిన వాయు ద్రవ్యములను ప్రక్రియా స్థానమునుండి వేరుచేయుట వలనకూడ మార్పు ముందుకు సాగును. సంయోగఫలితముగా ఘనద్రవ్యములు ఏర్పడినపుడు అవి తమంతట తామే ప్రక్రియ నుండి తొలగును. కనుక, అప్పుడుకూడ ప్రక్రియ పరిసమాప్తినందును.

కొన్ని రాసాయనిక యోగికములు వేడివలన తాత్కాలిక విచ్ఛేదనమును పొందును. అనగా వేడివలన విచ్ఛిన్న ములైన ద్రవ్యములు చల్లారినతోడనే పూర్వసంయుక్త స్థితిని పొందును. ఇట్టి పరివర్తనీయ క్రియలను తాప విఘటనములు (తెర్మల్ డిస్సోసిషన్) అని అందురు. రంగులేని నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్ ( $N_2O_4$ ) వేడివలన పిశంగ వర్ణముగల నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్ గా మారుట, ఘనద్రవ్యమగు అమోనియమ్ క్లోరైడ్ - అమోనియా, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువులుగా మారుట, ఈ తాప విఘటనకు ఉదాహరణములు.



నీరు మున్నగు ద్రవ్యములందు కరగియుండుట వలన యోగికములందలి అయన్లు (చూ. విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము-I) స్వేచ్ఛగా విడివడియుండు స్థితిని విద్యుత్ విశ్లేషణము అని అందురు.

కొన్ని యోగికములు నీటితో సంయోగించుట వలన విశ్లేషణమును పొందును. ఇట్లు ఏర్పడిన పరివర్తనములను జలవిశ్లేషణము (హైడ్రాలిసిస్) అందురు. ఉదా :



పై ని వివరించిన పరివర్తనీయ ప్రక్రియలన్నియు ఉచిత పరిస్థితులలో సమతాస్థితిని స్వీకరించగలవు. అందువలన ఈ ప్రక్రియలు అన్నిటికిని అణుసాంద్రతా నియమము వర్తించును. డి. సు. రా.

రాసాయనిక పరివర్తనము - II : ఈ విభాగము నందు సజాతీయ విజాతీయ వ్యవస్థలను గూర్చి చర్చించ బడును. సజాతీయ వ్యవస్థలందు అణుసాంద్రతా నియమము (లా ఆవ్ మాస్ యాక్షన్) ముఖ్యము. రాసాయనికపు మార్పులను పాలించు నియమమును 'అణుసాంద్రతా నియమము' అందురు. దీనిని 'నియతపరిస్థితులయందు ఒకద్రవ్యము పొందు మార్పుయొక్క వేగము దాని అణుసాంద్రతను బట్టి ఉండును' అని చెప్పవచ్చును. అణుసాంద్రత అనగా లీటరు ఆయతనములో ఉన్న ద్రవ్యముయొక్క అణుభార సంఖ్య అని గ్రాహ్యము. ఒకటికన్న హెచ్చు ద్రవ్యములు కలిసి ఒకేకాలమున రాసాయనికపు మార్పును చెందు చున్నప్పుడు ఈ ప్రక్రియయొక్క వేగము ఆ ప్రత్యేకద్రవ్యముల అణుసాంద్రతలను ఒకదానితో ఒకటి గుణించగా వచ్చిన ఫలమునుబట్టి ఉండును. రాసాయనిక సంయోగ క్రియావేగము, అందు పాల్గొను ద్రవ్యముల యథార్థ పరిమాణమునుబట్టి కాక వాటి సాంద్రతను బట్టియే ఉండునని పై నియమముయొక్క తాత్పర్యము.

V లీటరుల ఆయతనములో A అను ద్రవ్యము యొక్క a అణుభారములు, B అను ద్రవ్యముయొక్క b అణు



రాసాయనిక పరివర్తనము - II

భారముతో సంయోగించును అనుకొందము. వాటిసాంద్ర

తలు క్రమముగా  $\frac{a}{V}, \frac{b}{V}$  అగును. ఈ సాంద్రతలను  $[A],$

$[B]$  అని సంకేతించుట సంప్రదాయము. సవ్యక్రియా వేగము  $v_1$  అణుసాంద్రతానియమప్రకారము, ఇందు పాల్గొను A, B ల అణుసాంద్రతల యొక్క గుణనఫల మునుపట్టి మారును. ఈ సంబంధమును బీజగణితవిధాన మున క్రింది విధమున తెలియజేయుదురు :

$v_1 \propto [A] \times [B]$  ఇందులో  $\propto$  అనునది 'పట్టి మారును' అని పైవాక్యములోవచ్చిన భావమునకు గురుతు. ఈ పైసంబంధమును తెలుపు మార్పునకు గురు తగు  $\propto$  కు బదులు K అను స్థిరాంకమును ఉంచి క్రింది సమీకరణరూపమున వ్రాయుట పరిపాటి :

$$v_1 = K_1 [A] \times [B]$$

ఇటులనే  $mA + nB + \dots \rightleftharpoons xP + yQ + \dots$  అని సంకేతించబడిన పరివర్తనీయప్రక్రియవిషయమై

$v_1 = K_1 [A]^m \times [B]^n$  అను సమీకరణము సవ్యక్రియా వేగమును తెలియజేయును.

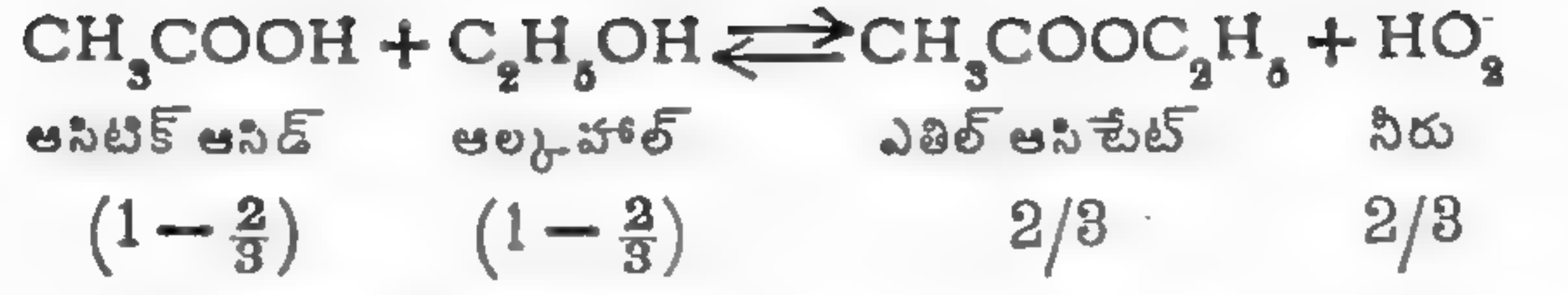
ఇటులనే  $v_2 = K_2 [P]^x \times [Q]^y$  అను సమీకరణము అపసవ్యక్రియా వేగమును తెలియజేయును. సమచాల్య స్థితియందు ఎదురెదురుప్రక్రియల వేగము ( $v_1, v_2$ ) లు సమానములు.

$$\text{కావున } K_1 [A]^m \times [B]^n = K_2 [P]^x \times [Q]^y$$

$$\text{లేదా } \frac{[P]^x \times [Q]^y}{[A]^m \times [B]^n} = \frac{K_1}{K_2}$$

ఇచ్చట  $K_1, K_2$  లు రెండును స్థిరాంకములు కనుక వాటి నిష్పత్తిని K అను ఇంకొకస్థిరాంకముచే తెలియజేయ వచ్చును. ఇచ్చట  $K_1, K_2$  లు ప్రక్రియా వేగస్థిరాంకము లనియు, K ను సమతాస్థితి స్థిరాంకమనియు వ్యవహరిం తురు. ప్రక్రియా వ్యవస్థయొక్క తాపక్రమము స్థిరముగా ఉన్నంతకాలము, సమతాస్థితి స్థిరాంకము మారదు. క్రింది ఉదాహరణము పైనియమముయొక్క ప్రయోజనమును విశదముచేయును.

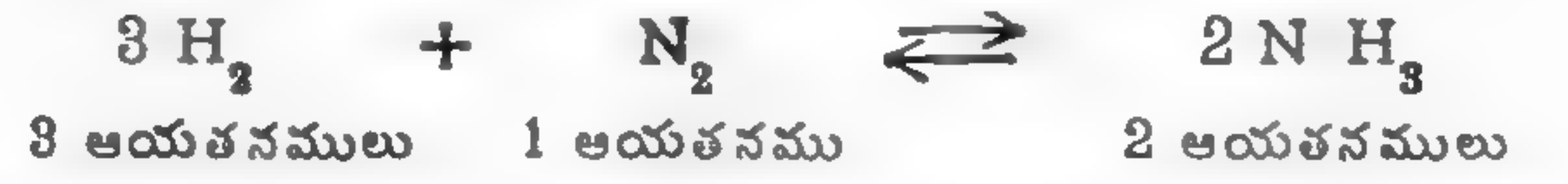
25°C తాపక్రమమున ఒకఅణుభారము ఆసిటిక్ ఆసిడ్, ఒకఅణుభారము ఆల్కహాల్ తో సంయోగించుటవలన సమతాస్థితియందు 2 క్రి అణుభారముల ఎతిల్ ఆసిటేట్, దీనికి సమానమగు అనగా 2 క్రి అణుభారముల నీరు సిద్ధిం చును. ఈప్రయోగఫలములను ఉపయోగించి సమతాస్థితి స్థిరాంకమును లెక్కింతము; సమతాస్థితియందు వివిధ ద్రవ్యముల సాంద్రతలు :



సమతాస్థితి స్థిరాంకము :

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]} = \frac{\frac{2}{3} \times \frac{2}{3}}{\frac{1}{3} \times \frac{1}{3}} = 4$$

వాయుద్రవ్యములు సంయోగించు సందర్భములందు సాంద్రతలకుబదులుగ ఆంశికప్రేషములను (చూ. ద్రావణ ములు-I - పు. 412) వాడవచ్చును. పలన వాయువుయొక్క సాంద్రత దాని ప్రేషమునుపట్టి మారుచుండును. 3 : 1 అను ఆయతననిష్పత్తిలోనున్న హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్ ల నుండి రాసాయనిక సంయోగమువలన అమోనియా సిద్ధించు సన్నివేశమును పరిశీలంతము :



సమతాస్థితియందు x అణుభారముల అమోనియా ఏర్పడి నది అనుకొందము. అప్పటి ద్రవ్యములసాంద్రతలను ఆంశిక ప్రేషములలో క్రింది విధమున వ్యక్తపరచవచ్చును. వ్యవస్థలో

$$\begin{aligned} (1-x) & \text{ అణుభారములు నైట్రోజన్} \\ 3(1-x) & \text{ అణుభారములు హైడ్రోజన్} \\ 2x & \text{ అణుభారములు అమోనియా} \end{aligned}$$

ఉన్నవి. అందున్న మూడువాయువుల మొత్తపు అణుభార సంఖ్య  $(1-x) + 3(1-x) + 2x = 2(2-x)$  అగును. ఈ మొత్తపు అణుభారసంఖ్యనుపట్టియే వ్యవస్థలోనున్న మూడువాయువుల మొత్తపుప్రేషము ఉండును. ప్రతి వాయువుయొక్క ఆంశికప్రేషము దాని అణుభార సంఖ్యనుపట్టి ఉండును. అందువలన మొత్తపుఅణుభార సంఖ్యలో ప్రత్యేకవాయువుయొక్క అణుభారసంఖ్య ఎన్నవవంతో, మొత్తపుప్రేషము (P) లో దాని ప్రత్యేక ప్రేషము అన్నవవంతై ఉండును కావున

$$\frac{P_{\text{N}_2}}{P} = \frac{1-x}{2(2-x)}; \frac{P_{\text{H}_2}}{P} = \frac{3(1-x)}{2(2-x)}; \frac{P_{\text{NH}_3}}{P} = \frac{2x}{2(2-x)}$$

ఈనిష్పత్తులనుండి మూడువాయువుల ఆంశికప్రేషములను సాధించవచ్చును.

$$P_{\text{N}_2} (\text{నైట్రోజన్ ఆంశికప్రేషము}) = \frac{1-x}{2(2-x)} P$$

$$P_{\text{H}_2} (\text{హైడ్రోజన్ ఆంశికప్రేషము}) = \frac{3(1-x)}{2(2-x)} P$$

$$P_{\text{NH}_3} (\text{అమోనియా ఆంశికప్రేషము}) = \frac{2x}{2(2-x)} P$$



ఈ ఆంశికప్రేషముల విలువలను సమతాస్థితిని తెలియ జేయు ఆంశికప్రేష సమీకరణమందు ప్రవేశ పెట్టినచో

$$\frac{P_{NH_3}^2}{P_{H_2}^3 \times P_{N_2}} = K_p = \frac{\left(\frac{2x}{2(2-x)}P\right)^2}{\left(\frac{3(1-x)}{2(2-x)}P\right)^3 \left(\frac{1-x}{2(2-x)}P\right)} = \frac{16x^2(2-x)^2}{27(1-x)^4} \cdot \frac{1}{P^2} = K_p \text{ అను సమీకరణము సిద్ధించును.}$$

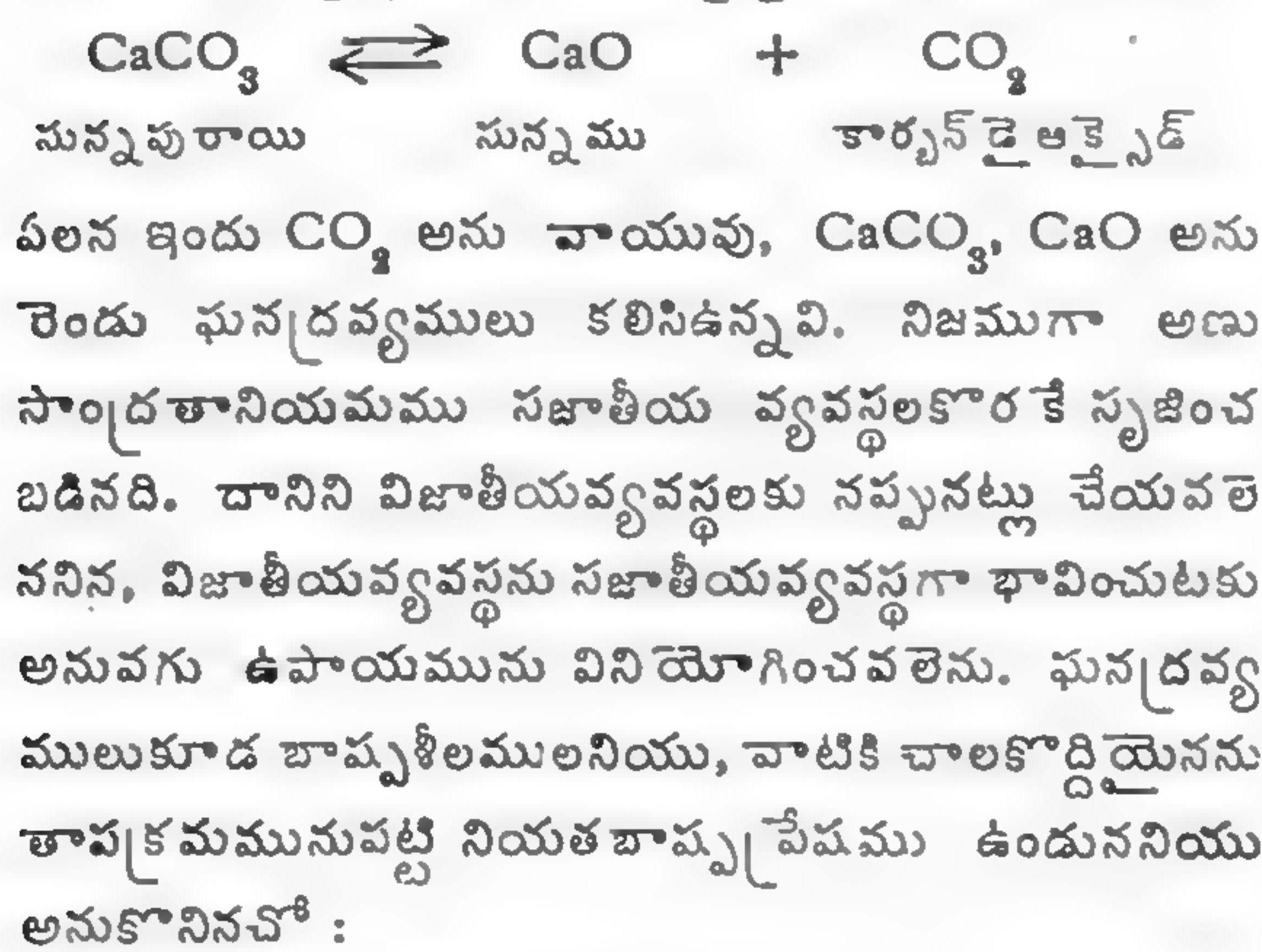
ప్రయోగఫలితముగా లభ్యమైన అమోనియా రాశిని ఒకటితో సరిపోల్చి చూచినపుడు చాల చిన్నభిన్నాంక మైనచో పై సమీకరణమును సంక్షేపముగా

$$K_p = \frac{64x^2}{27P^2} \text{ అని వ్రాయవచ్చును. దీనినుండి}$$

$$x^2 = \frac{27}{64} K_p \times P^2 \text{ అను సమీకరణము సిద్ధించును.}$$

చివరసమీకరణమువలన ముఖ్యవిషయము ఒకటి తేలును. అది ఏమనగా లభించు అమోనియా ఉపయోగించిన మొత్తపుప్రేషమునుపట్టి ఉండును. ఈ నిష్కర్ష లీషాట్లియర్ సూత్రమునకు అనుగుణముగా ఉన్నది. పలన లీషాట్లియర్ సూత్రప్రకారము ప్రేషమును హెచ్చించినపుడు అణుసంఖ్య ఎటువైపు తగ్గునో సమతాస్థితి ఆ వైపునకు మారును. అణుసంఖ్య తగ్గుట అమోనియా ఏర్పడుటచే జరుగును. అందుచేత ప్రేషమును హెచ్చించినచో అమోనియా పరిమాణము హెచ్చును.

విజాతీయ పరివర్తనీయ ప్రక్రియలయొక్క సమతాస్థితికి పైనియమము కొద్దిమార్పులు చేసినగాని వర్తించదు. సున్నపురాతిని కార్బినపుడు సున్నము, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ఏర్పడును; ఈప్రక్రియ విజాతీయప్రక్రియకు ఉదాహరణము:



అను సమీకరణముచే నిరూపితములగు రాసాయనిక సవ్యావసర్యప్రక్రియలు వాయుస్థితిలోనున్న ద్రవ్యముల

మధ్యనే జరుగునని ఊహించవచ్చును. ఈ ఊహవలన విజాతీయవ్యవస్థలో సంభవించుచున్న రాసాయనిక ప్రక్రియను

సజాతీయప్రక్రియగా భావించుటకు వీలైనది. ఇట్టి పరిస్థితులలో అణుసాంద్రతా నియమము వర్తించును. పై ఊహను అనుసరించి కార్బియమ్ కార్బోనేట్ కు, కార్బియమ్ ఆక్సైడ్ కు నియతబాష్పప్రేషములను ఆరోపించి సమతాస్థితిసమీకరణమును క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును :

$$K_1 = \frac{[\text{CaO}][\text{CO}_2]}{[\text{CaCO}_3]} = \frac{P_{\text{CaO}} \times P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CaCO}_3}}$$

స్థిరతాపక్రమములో  $P_{\text{CaO}}$ ,  $P_{\text{CaCO}_3}$  స్థిరమైన విలువలను కలిగియుండును గనుక  $\frac{P_{\text{CaO}}}{P_{\text{CaCO}_3}}$  అను నిష్పత్తిని

స్థిరాంకము ( $K_2$ ) చే తెలియజేయవచ్చును.

$$\text{కావున } \frac{P_{\text{CaO}} \times P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CaCO}_3}} = K_1 \text{ అనునది}$$

$$K_2 \times P_{\text{CO}_2} = K_1 \text{ అగును ; లేదా } P_{\text{CO}_2} = \frac{K_1}{K_2} \text{ అగును.}$$

ఈ రెండు స్థిరాంకముల నిష్పత్తిని ఇంకొక స్థిరాంకము  $[K]$  తో తెలియపరచి

$$P_{\text{CO}_2} = K \text{ అని వ్రాయవచ్చును.}$$

ఈసమీకరణము స్థిరతాపక్రమపరిస్థితిలోనే వర్తించును కనుక సున్నపురాయి వేడివలన విచ్ఛేదించునపుడు ప్రతి తాపక్రమమునకును నియతమైన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ప్రేషము ఉండవలయును; ప్రయోగముకూడ అట్లే చూపుచున్నది. ఈప్రేషమును విచ్ఛేదన ప్రేషము (డిసోసిషన్ ప్రెషర్) అని అందురు.

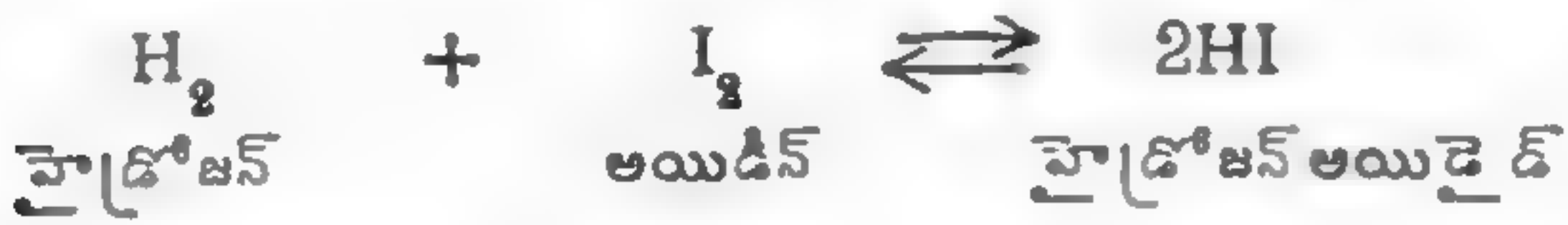
సంయోగపరిస్థితులు మారుటవలన ఒక్కొక్కప్పుడు సమతాస్థితి మారవచ్చును. ఇట్లు సమతాస్థితిని, అందు పాల్గొను వివిధ ద్రవ్యముల సాంద్రతలను మార్చగల కారణములు; 1. తాపక్రమము; 2. ప్రేషము; 3. ఆయతనము; 4. సంయోగద్రవ్యముల అణుసాంద్రత; 5. ప్రవేశ పెట్టిన ఉదాసీనవాయువులు; 6. ప్రేరకద్రవ్యములు.

తాపక్రమమును మార్పుటవలన ప్రక్రియల వేగము మారును. ప్రతి  $10^\circ\text{C}$  హెచ్చుదలకును వేగము దాదాపు ఇనుమడించును; ఒక్కొక్కప్పుడు ముమ్మడించును. బహిర్గతమగు ఉష్ణతగల ప్రక్రియ (ఎక్సోథెర్మిక్ రియాక్షన్)

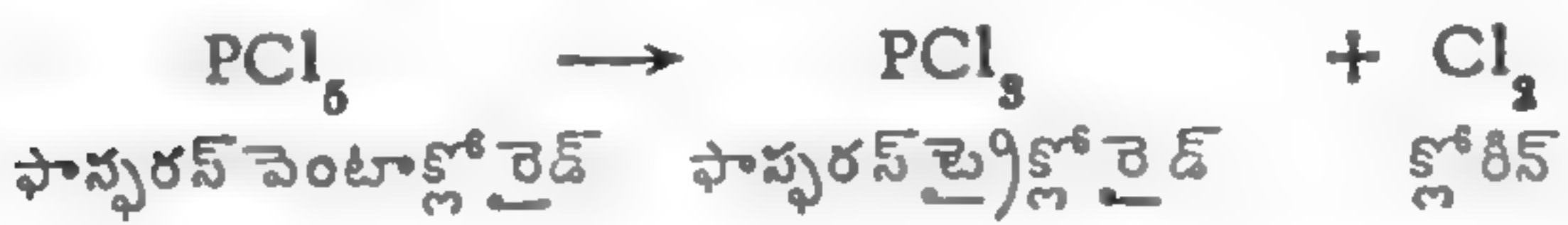


లను తాపాధిక్యము ప్రతిఘటించును. ఉష్ణతను విలీనము చేసికొను (ఎన్ డో తెర్మిక్) ప్రక్రియలను తాపక్రమాతిశయము పెంపొందించును. ఆ కారణమున తాపక్రమమందలి మార్పు పరివర్తనీయ ప్రక్రియ యొక్క సమతాస్థితిని మార్చును.

ప్రేషము, ఆయతనము పరస్పర సంబంధము కలవి. రాసాయనిక పరివర్తనములందు సంయోగద్రవ్యముల మొత్తపు ఆయతనము లభిద్రవ్యముల ఆయతనమునకు సమానమైనచో ఆయతనమందుగాని, ప్రేషమందుగాని సంభవించుమార్పు ఆ ప్రక్రియల సమతాస్థితిని మార్చలేదు. లభిద్రవ్యముల మొత్తపు ఆయతనము సంయోగద్రవ్యముల మొత్తపు ఆయతనముకంటె తక్కువైనచో ప్రేషము హెచ్చుకొలది అనగా ఆయతనము తగ్గుకొలది ఫలితద్రవ్యముల సాంద్రత పెరుగును. ప్రేషము తగ్గుకొలది ఎదిరి మార్పు బలీయమగును ; ఉదా :



అను సమతాస్థితిని, (అణు) సంఖ్య రెండువైపులను సమానమగుటచే (అవాగాడ్రోకల్బున ప్రకారము ఆయతనముల సంఖ్యకూడ సమానమే) ప్రేషమునందు హెచ్చుతగ్గులు మార్చలేవు ; కాని



అను రాసాయనిక సమీకరణముచే సూచితమైన ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ యొక్క విచ్ఛేదన ప్రేషము హెచ్చగునపుడు తగ్గిపోవును. అపసవ్య ప్రక్రియవలన ( $\text{PCl}_5$ ,  $\text{Cl}_2$  నుండి)  $\text{PCl}_3$  అధికమగును.

సాంద్రత : సంయోగ ద్రవ్యముల సాంద్రత హెచ్చుట వలన లభిద్రవ్యముల సాంద్రతకూడ హెచ్చును. లభిద్రవ్యముల సాంద్రతను హెచ్చించినపుడు పునస్సంయోగము వలన కొంతవరకు మరల సంయోగద్రవ్యములు ఏర్పడును. అందుచేత లభిద్రవ్యముల సాంద్రత తగ్గును; సంయోగ ద్రవ్యముల సాంద్రత హెచ్చును. కొంత విచ్ఛిన్నమై, ఫలద్రవ్యములతో సమతాస్థితిలో ఉన్న ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ కు బయటనుండి కొంత క్లోరిన్ వాయువును, వ్యవస్థయొక్క ఆయతనమునందు మార్పు లేకుండ చేర్చినచో, పెంటాక్లోరైడ్ విచ్ఛేదన నిరోధింపబడును.

ఉదాహరణ, అనగా ప్రక్రియలలో పాల్గొనని, వాయువులను సమతాస్థితియందున్న రాసాయనికవ్యవస్థలలోనికి స్థిర

ప్రేష పరిస్థితులలో చేర్చినచో వ్యవస్థయొక్క ఆయతనము హెచ్చగుటచే వివిధసంయోగ ద్రవ్యములయొక్క సాంద్రతలు మారును. కాని అవి అన్నియును ఒకే విధమున మారుటచే సమతాస్థితియందు మార్పు కలుగదు.

ప్రేరకము : సమతాస్థితియందుండు రాసాయనిక వ్యవస్థలకు ప్రేరకద్రవ్యమును చేర్చుట వలన ఉభయప్రక్రియల వేగము సమానముగా మారుటచే, ముందటి సమతాస్థితికి భంగమురాదు.

విజాతీయవ్యవస్థలో సమతాస్థితి : ఈ వ్యవస్థకు 'హెటరో జీనియస్ ఈక్విలిబ్రియమ్' అని ఇంగ్లీషులో వ్యవహారము. రెండు, మూడు ద్రవ్యావస్థల మధ్య ఏర్పడు సమతాస్థితికి విజాతీయసమతాస్థితి అని పేరు. నీటికి - నీటి ఆవిరికి, సంతృప్తద్రావణములో ఘన స్థితిలో ఉన్న ద్రావ్యమునకు - ద్రావణమునకు, వాయు ద్రావణమునకు వెలుపల, పైనఉన్న వాయువునకు - ద్రావణములో లీనమైయున్న వాయువునకు మధ్య ఏర్పడు సమతాస్థితులు ఈ విజాతీయ తరగతికి చెందినవే.

విజాతీయవ్యవస్థలయందు ఏర్పడు సమతాస్థితిని నిరూపించుటకు మూడువిధానములు ఉన్నవి : 1. కొన్నిమార్పులను చేసి అణుసాంద్రతానియమమును వర్తింపజేయుట ; 2. స్థితినియమమును వర్తింపజేయుట ; 3. విజాతీయ సమతాస్థితి నియమమును వర్తింపజేయుట.

మొదటి రెండువిధానములును వరుసగా అణుసాంద్రతానియమము (చూ. పు. 571) ; స్థితి, స్థితి నియమము (చూ. పు. 577) అను శీర్షికల క్రింద వివరించబడినవి. ఇప్పుడు మూడవ విధానమును గురించి చర్చింతము.

అణుసాంద్రతానియమము కేవలము రాసాయనికవ్యవస్థలకొరకు, అందులో సజాతీయవ్యవస్థలకొరకు కల్పించబడినది. ప్రస్తుత విజాతీయసమతాస్థితినియమము విజాతీయములగు భౌతికవ్యవస్థలకొరకై నిర్మించబడినది. ఏదేని ద్రవ్యము కొంత ఒకస్థితిలోను, మిగిలినది మరియొక స్థితిలోను విభక్తమై సమతాస్థితిలోనున్నప్పుడు ఈ రెండు స్థితులయందు కన్నట్లు అద్రవ్యముయొక్క సాంద్రతల నిష్పత్తి స్థిరతాపక్రమపరిస్థితిలో స్థిరముగా ఉండును. ఒక స్థితిలో ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రత  $C_1$ , రెండవస్థితిలో సాంద్రత  $C_2$  అయినపుడు  $\frac{C_1}{C_2} = K$  (స్థిరాంకము) అని ఈ నియమము సూచించును.

ఈ నియమము స్థిరతాపక్రమమునకు అన్వయించునని చెప్పియుంటిమి. అదిగాక విభక్తమైయున్న ద్రవ్యముయొక్క అణుభారము రెండుస్థితులలోను సమానమైనపుడే



ఈనియమము వర్తించును. విజాతీయ వ్యవస్థలను క్రింది విధమున వర్గీకరించవచ్చును :

1. ఘనద్రవ్యము  $\rightleftharpoons$  దానిబాష్పము;
2. ద్రవద్రవ్యము  $\rightleftharpoons$  దానిబాష్పము;
3. వాయువు  $\rightleftharpoons$  ఘనద్రవ్యములో దానిద్రావణము;
4. వాయువు  $\rightleftharpoons$  ద్రవద్రవ్యములలో దానిద్రావణము;
5. ఘనద్రవ్యము  $\rightleftharpoons$  ద్రవద్రవ్యములలో దానిద్రావణము;

6. రెండు కలియనిద్రావణములలో ఒక ద్రావ్యము పంపకమై ఉన్నప్పటి సమతాస్థితి.

పైని వర్గీకరించిన సమతాస్థితిలకు విజాతీయ సమతాస్థితినియమము ఎట్లువర్తించునో వరుసగా విచారించుము.

ఘనద్రవ్యము  $\rightleftharpoons$  దాని బాష్పము : ఘన స్థితిలోని అణుసాంద్రత  $C_2$  అనియు, బాష్పస్థితిలోనిది  $C_1$  అనియు అనుకొనినచో నియమ ప్రకారము  $\frac{C_1}{C_2} = K$ . కాని ఇక్కడ  $C_2$  అనునది ఘనస్థితిలోనున్న ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రత అని చెప్పినను, అది నిజముగా దాని విశిష్ట గురుత్వమే అగును. ఏలన సాంద్రత అనగా నియత ఆయతనములోనున్న ద్రవ్యమునకుగల భారము. ఒకేద్రవ్యము విషయములో అది ఘనద్రవ్యమైనపుడు, దాని విశిష్ట గురుత్వమే దాని సాంద్రత. ద్రవ్యముయొక్క విశిష్ట గురుత్వము స్థిరతాపక్రమపరిస్థితులలో స్థిరముగా ఉండును. అందువలన  $C_2 = K_1$  అగును :

$$\frac{C_1}{C_2} = K \text{ లేదా } C_1 = K_1 \times K = K'$$

$\therefore C_1 = K'$  అని వ్రాయవచ్చును.

కాని బాష్పస్థితిలోనున్న ద్రవ్యముయొక్క అణు సాంద్రతను దాని ప్రేషము (p)చే తెలియజేయవచ్చును. అనగా  $C_1$  బదులు p ని వ్రాయవచ్చును.  $\therefore p = K'$  అను సమీకరణము సిద్ధించినది. నియతతాపక్రమమువద్ద ఘన ద్రవ్యముయొక్క బాష్పప్రేషము నియతమైనవిలువను కలిగియుండునని ఈసమీకరణము తెలుపును; ప్రయోగము కూడ అట్లే చూపుచున్నది. అందువలన ప్రయోగదృష్ట ఫలమునుండి లభ్యమైన నియమమును సిద్ధాంతము సమర్థించినది. అనగా ఘన  $\rightleftharpoons$  వాయు సమతాస్థితికి విజాతీయసమతాస్థితినియమము వర్తించునన్నమాట.

ద్రవద్రవ్యము  $\rightleftharpoons$  దాని బాష్పము : ఈ రెండవ పక్షములోకూడ మొదటిదానివలె ప్రతిద్రవ్యమును నియత తాపక్రమములో నియతబాష్పప్రేషమును కలిగియుండు

నని చూపవచ్చును. ఇదికూడ ప్రయోగానుభవమువలన స్థాపించబడిన నియమమే (చూ. ద్రవములు.II-పు. 407).

వాయువు  $\rightleftharpoons$  ఘనద్రవ్యములలో దాని ద్రావణము : ద్రావణముల వర్గీకరణప్రకరణములో ఘనద్రవ్యములో లీనమగు వాయువునకు దృష్టాంతముగా పెల్లేడియమ్ ధాతువుచే కబళితమగు హైడ్రోజన్ ని పేర్కొంటిమి.

ఈ పక్షములో  $\frac{C_1}{C_2}$  అను నిష్పత్తిలో  $C_1$  అనునది నియత భారము పెల్లేడియమ్లో విలీనమగు హైడ్రోజన్ భారము (m) ను,  $C_2$  అనునది హైడ్రోజన్ యొక్క సాంద్రతను అనగా దాని ప్రేషము (p) ను తెలియజేయును.

కనుక పైనిష్పత్తి  $\frac{C_1}{C_2} = \frac{m}{p}$  అని వ్రాయవచ్చును. కనుక

$$\frac{C_1}{C_2} = K \text{ అను సమీకరణము } \frac{m}{p} = K \text{ లేదా } m = Kp$$

అని మారినది. ఈ సమీకరణముయొక్క అర్థమేమనిన నియతభారము పెల్లేడియమ్చే విచూషితమగు హైడ్రోజన్ భారము (m) పెల్లేడియమ్పై హైడ్రోజన్ ప్రేషమునుపట్టి ఉండునవి. కాని ఆ భారము (m) హైడ్రోజన్ ప్రేషము యొక్క వర్గమూలము ( $\sqrt{p}$ )ను పట్టి ఉండునని ప్రయోగము చూపుచున్నది. రెండుస్థితులలోను విభక్తమైయున్న ద్రవ్యముయొక్క అణుభారము ఒకటేఅగుపరిస్థితులలోనే ఈ విజాతీయనియమము వర్తించునని తెలిపితిమి.

$$\frac{m}{\sqrt{p}} = K \text{ అను సమీకరణము ప్రయోగనిర్ధారితము.}$$

కాని  $\frac{m}{p} = K$  కాదు. అందువలన పెల్లేడియమ్ ధాతువులో హైడ్రోజన్ అణుభారము వాయుస్థితిలోనున్న అణుభారమునకు సగమున్నదని  $\sqrt{p}$  తెలియజేయుచున్నది. హైడ్రోజన్ అణు భారము 2; దానిలోసగము 1; అనగా పెల్లేడియమ్ ధాతువులో హైడ్రోజన్ పరమాణుస్థితిలో ఉన్నదని చెప్పవలెను.

విజాతీయనియమముచే సాధించబడిన ఈ నిర్ణయము ప్రయోగముచేకూడ పోషించబడినది. పెల్లేడియమ్లో హైడ్రోజన్ పరమాణువులుగా విభక్తమై ఉన్నదని తెలియజేయుప్రయోగమును ఒకదానిని పేర్కొనవచ్చును. విచూషితమైన హైడ్రోజన్  $120^{\circ}\text{C}$  కు వేడిచేసినచో పెల్లేడియమ్ మరల దానిని పైకి క్రక్కివేయును. పైకివచ్చిన వెంటనే హైడ్రోజన్ అతిచురుకుగా ఉండును. ఈ చురుకుదనము దాని ప్రబల ఆక్సిహరణగుణములో వెల్లడి అయినది. మామూలు తాపక్రమమువద్ద ఈ హైడ్రోజన్ గంధ



కమును హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ గా మార్చగలదు. ఇట్టి హైడ్రోజన్ కి 'ఆక్టివ్' హైడ్రోజన్ అని పేరు. ఆక్టివ్ హైడ్రోజన్ నిజముగా పరమాణుస్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్. అందువలన పెల్లేడియమ్ థాతువులో విలీనమైయున్న హైడ్రోజన్ పరమాణుస్థితిలో ఉన్నదని నిశ్చయముగా చెప్పవచ్చును.

వాయువు  $\rightleftharpoons$  ద్రవద్రవ్యములో దాని ద్రావణము : ద్రావణముల వర్గీకరణములో ఈ వ్యవస్థ మనకు హెన్రీ నియమరూపమున తారసిల్లినది.

$$\frac{C_1}{C_2} = K$$

ఇచ్చట  $C_1$  నియతాయతనము ద్రవములో విలీనమైన వాయుభారము. దీనిని  $m$  అనియు,  $C_2$  వాయువు యొక్క సాంద్రత అనగా దానిప్రేషము  $p$  అనియు అను

కొందము. అందువలన  $\frac{C_1}{C_2} = \frac{m}{p} = K$  అను సమీకరణము

సిద్ధించును.  $\frac{m}{p} = K$  లేదా  $m = K \times p$  అనగా విచూషిత

మైన వాయుభారము ద్రవముపై నున్న దానిప్రేషమును పట్టియుండునని సమీకరణము తెలియచేయుచున్నది. ఇదే ప్రయోగముచే స్థాపితమైన హెన్రీనియమము. హెన్రీనియ మము నిజముగా విజాతీయ సమతాస్థితి సాధారణ నియ మముయొక్క విశిష్టపక్షమని నెర్నెస్ట్ నిరూపించెను.

ఘనద్రవ్యము  $\rightleftharpoons$  ద్రవద్రవ్యములో దాని ద్రావణము : సంతృప్తద్రావణములలో ద్రావణపు అడుగున ఘనస్థితిలో నున్న ద్రావ్యమునకును, ద్రావణములో విలీనమైయున్న ద్రావ్యమునకును మధ్య ఏర్పడిన సమతాస్థితి ఇది.

$$\frac{C_1}{C_2} = K$$

ఇక్కడ  $C_1$  ద్రావణములో విలీనమైయున్న ద్రావ్యము యొక్క సాంద్రత;  $C_2$  ఘనస్థితిలో ద్రావణముయొక్క సాంద్రత.  $C_2$  నిజముగా ద్రావ్యముయొక్క విశిష్ట గురుత్వము. ఇది స్థిరతాపక్రమములో స్థిరముగా ఉండును. కనుక  $C_2$  బదులు  $K'$  అను స్థిరాంకమును వ్రాసి సమీ

కరణమును  $\frac{C_1}{K'} = K$  లేదా  $C_1 = K' \times K = K_1$  (ఇంకొక స్థిరాంకము) అను దానికి మార్చవచ్చును.  $C_1 = K_1$  అను సమీకరణము యొక్క అర్థమేమన, సంతృప్తద్రావణమందు విలీనమైయున్న ద్రావ్యముయొక్క భారము స్థిరతాపక్రమ పరిస్థితిలో స్థిరాంకముచే తెలియజేయబడునదిగా ఉండును. ప్రయోగదృష్టఫలముకూడ ఇదియే. సంతృప్తద్రావణమం

దాక్రిందనున్న ఘనద్రావ్యముతో సమతాస్థితిలోనున్న విలీనద్రావ్యభారమునకే 'ద్రావ్యత' అని పేరు. ఆద్రావ్యత తాపక్రమముతో మారుచుండునని ద్రావణధర్మపరిశీలన వలన ఇదివరకే తెలిసికొంటిమి. అనుభవమువలన తెలిసిన విషయమునే సిద్ధాంతము సమర్థించుచున్నది.

ఒకేద్రావ్యము రెండు ద్రావణముల మధ్య సమతాస్థితి : కార్బన్ డై సల్ఫైడ్, నీరు ఒక దానిలో నొకటి కలియవు. అయిడీన్ చూర్ణమును కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ - నీరు మిశ్ర ముతో కుదిపినచో రెండు ద్రావణములలోను అయిడీన్ లీనమగును. నీటిలోకన్న కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ద్రావ ణములో అయిడీన్ యొక్క ద్రావ్యత చాలహెచ్చు. కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ లో అయిడీన్ చినాలి రంగుగల ద్రావ ణమును ఇచ్చును. జలద్రావణపు రంగు లేతపిశంగవర్ణము.

ఈరెండు ద్రావణములందు ప్రత్యేకముగా విలీనమైఉన్న అయిడీన్ రాశిని ఉచితపారిమాణిక ప్రక్రియలచే నిర్ణయించి  $\frac{C_1}{C_2}$  నిష్పత్తిని లెక్కగట్టినచో ఇది తాపక్రమము మారనంత మేరకు మారకుండ స్థిరముగా ఉండునని చూపవచ్చును. అనగా ప్రతిమిశ్రములో రెండుద్రావణములలో వేరువేరుగా విలీనమై ఉన్న అయిడీన్ భారములు 'ఎప్పుడును' స్థిర నిష్పత్తి నే చూపును. ఈ స్థిరనిష్పత్తికి విభాజనగుణకము పార్టిషన్ లేదా డిస్ట్రిబ్యూషన్ కోఎఫిషెన్ట్ అని పేరు.

ఇచ్చటకూడ రెండు ద్రావణములలోను ద్రావ్యము సమానమైన అణుభారము కలిగిఉన్న పరిస్థితులలోనే  $\frac{C_1}{C_2}$  నిష్పత్తి స్థిరమైనవిలువను కలిగిఉండును. రెండవద్రావణ ములో మొదటిదానిలోకన్న ద్రావ్యముయొక్క అణు భారము  $n$  ఇంతలు అధికముగా ఉన్నపుడు  $\frac{C_1}{C_2}$

నిష్పత్తి కాక  $\frac{C_1}{\sqrt[n]{C_2}}$  అను నిష్పత్తి స్థిరమూల్యమును

చూపును. ఒకద్రావణములోనున్న అణుభారావేక్షయా రెండవదానిలోని అణుభారమును ఈనియమమును ఉప యోగించి నిర్ణయించవచ్చును.

ఫాస్ట్ హాఫ్ ఐసోకోర్ : రాసాయనిక ప్రక్రియ స్థిరాయ తన మందు స్థిరతాపక్రమములో పరివర్తనీయ పరిస్థి తులలో జరుగునపుడు సమతాస్థితికి వచ్చునను విషయము ఇదివరకే చెప్పి ఉంటిమి (చూ. పు. 108). సమతాస్థితికి చెందిన ప్రతి ప్రక్రియకును  $K$  అను సమతాస్థిరరాశి నియామకము. ఈస్థిరాంకపు ఘాతాంకము తాపక్రమ ముతో అనులోమముగా మారును. ఈమార్పు రేటును



సూచించు సమీకరణమునకు ' ఫాస్ట్ హాఫ్ టైమ్ ' అని పేరు. అది క్రింద కననగును :

$$\frac{d \log K}{d T} = \frac{\Delta U}{RT^2}$$

ఇందు మొదటిపదము K యొక్క ఘాతాంకము  $\log K$  ఎట్లు పరమతాపక్రమముతో మారునో ఆ రేటును తెలియ జేయును.  $\Delta U$  ప్రక్రియయందు విచూషితమగు తాపశక్తి; T పరమమానములో తాపక్రమము; R వాయు స్థిరాంకము.

రాసాయనిక పరివర్తనము - III: ఇందు స్థితి, స్థితి నియమము (ఫేస్ - ఫేస్ రూల్)ను గూర్చి చర్చించబడును. ఏద్రవ్యమైనను వివిధ భౌతికస్థితులలో అనగా ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులలో ఉండవచ్చును. జలము మంచుగడ్డగాను, నీరుగాను లేదా నీటిఆవిరిగాను ఉండవచ్చును. మూత వేయబడిన ఒక పాత్రలో ఉన్న నీటిపై న నీటిఆవిరి ఉండును. అనగా నీరు రెండుస్థితులలో ఉన్నది. ఈస్థితులు రెండును పరస్పరము సమతాస్థితిలో ఉన్నవని అందురు. పైని ఉదాహరించిన పాత్రలోనినీటిని క్రమముగా వెచ్చచేసిన, అనగా దాని తాపక్రమమును హెచ్చుచేసిన, నీరు కొంత నేపటికి నిశ్శేషముగ ఆవిరిగా మారును. ఆవిరిపై ప్రేషమును హెచ్చుచేసిన అది ద్రవరూపమును పొందును. ఒకప్పుడు ఒకే సమయమున - అనగా తాపక్రమము, ప్రేషము వంటి శాస్త్రపరిస్థితులు అనుకూలముగా ఉన్న పుడు - జలము యొక్క మూడురూపములు సమతాస్థితిలో ఉండవచ్చును. దీనిని స్థితిసమత్వము అని అనవచ్చును.

ఇట్లు ద్రవ్యరూపములమధ్య ఏర్పడిన సమతాస్థితి శాస్త్ర పరిస్థితులయందు మార్పు కలిగించినపుడు ఎట్టిమార్పును చెందునో తెలిసికొనుటకు ఒక నియమము కలదు. దీనికి 'స్థితినియమము' అని పేరు. దీనిని 1876 లో విల్లర్డ్ గిట్స్ అను విజ్ఞాని శక్తిశాస్త్ర నియమములనుండి స్థాపించెను.

స్థితినియమమును క్రింది విధమున నిర్వచించవచ్చును. 'స్థితులసంఖ్య, నేచ్ఛాంశలసంఖ్య కలిసి, అంశీభూతముల సంఖ్యకంటె రెండు ఎక్కువగా ఉండును.' P స్థితుల సంఖ్యను; F నేచ్ఛాంశలసంఖ్యను; C అంశీభూతముల సంఖ్యను తెలియచేసినచో పైనియమమును క్రింది సమీకరణరూపమున వ్రాయవచ్చును:  $P + F = C + 2$

ఇక ఈ నియమమందు ఉపయోగించబడిన పదముల అర్థమును కనుగొందము.

స్థితులు: సున్నపురాతిపొడిని మూసినపాత్రలో కాల్చి కప్పుడు కొంతభాగము సున్నము అగును. సున్నపురాయి, సున్నము ఘనస్థితిలోనే ఉన్నవి. ఈరెంటిని ఒకదానినుండి

మరియొకదానిని భౌతికపద్ధతులను ఉపయోగించి విడదీయ వచ్చును. ఉదాహరణమునకు: సున్నపురాయి, సున్నము కన్న ఎక్కువ విశిష్టగురుత్వము కలది. అందువలన అట్టి మిశ్రమునుండి సున్నమును చేటతోచెరిగి వేరుచేయవచ్చును. ఇట్లు సముదాయమునుండి ప్రత్యేకించి విడదీయ వీలైన సజాతీయద్రవ్యావస్థకు 'స్థితి' అని పేరు.

సారాయి నీరు కలిసినప్పుడు, ఒకదానిలో ఒకటి విలీనమగును గనుక, సారాయి - నీటి మిశ్రము ఒకేస్థితిలో ఉన్నదని చెప్పవలెను. జెస్టిన్ తో నీరు కలియదు కనుక, ఆరెండుద్రవములను ఒకదానితో ఒకటి చేర్చినపుడు, విడివిడిగా ఉండును. నైట్రోజన్ ని, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువుతో కలిపినపుడు ఆ రెండువాయువులును చేరి ఒకేస్థితి ఏర్పడును. ఇట్లు వాయువులు ఎన్ని కలిసి ఉన్నను, అవి పరస్పరము విలీనమగును కనుక, వాటి మిశ్రము ఒకే స్థితిగా కన్పట్టును.

ఘనద్రవ్యములకలయికలో ప్రతిద్రవ్యమును ప్రత్యేక స్థితిగా ఎంచబడును. కాని ఒకఘనద్రవ్యము వేరువేరు శకలములుగా ఉన్నప్పుడు ఆ శకలములన్నియు చేరి ఒకే స్థితి అగును.

అంశీభూతములు: ఒక వ్యవస్థయందు ఏర్పడిన సమతా స్థితిలో పాల్గొను ద్రవ్యములు అన్నిటిని, స్థితినియమ సంప్రదాయ ప్రకారము ఆవ్యవస్థ యొక్క అంశీభూత ములనుటకు వీలులేదు. ఆ వ్యవస్థయందు గల ప్రతి స్థితియొక్క ద్రవ్యసంఘట్టనమును రాసాయనిక సమీకరణముచే నిరూపించుటకు కావలసిన ద్రవ్యముల కనిష్ఠ సంఖ్య, అంశీభూతములసంఖ్య అనబడును. ఉదాహరణము: కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ (సున్నపురాయి) ను మూసిన పాత్రలో వేడిచేసినపుడు, అది కాల్షియమ్ కార్బోనేట్, కాల్షియమ్ ఆక్సైడ్ (సున్నము), కార్బన్ డైఆక్సైడ్ క్రింద విడిపోయి ఈ మూడుద్రవ్యములమధ్య రాసాయనిక సమతాస్థితి ఏర్పడును. ఇందు మూడు ద్రవ్యములు ఉన్నను, దేనిసంఘట్టనమునైనను రెండు ద్రవ్యములను ఉపయోగించి రాసాయనికసమీకరణముచే సాధించవచ్చును. ఉదాహరణమునకు కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ సంఘట్టనమును 1 అణువు కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ = 1 అణువు కాల్షియమ్ ఆక్సైడ్ + 1 అణువు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అను సమీకరణముచే నిరూపించవచ్చును.

కార్బన్ డైఆక్సైడ్ సంఘట్టనము: 1 అణువు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ = 0 అణువు కాల్షియమ్ ఆక్సైడ్ + 1 అణువు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అను సమీకరణముచే నిరూపించ వచ్చును.



ఇట్లు పై కాల్సియమ్ కార్బోనేట్ వ్యవస్థలో మూడు ప్రత్యేక ద్రవ్యములు ఉన్నను, అందున్న వేరువేరుస్థితుల ద్రవ్యసంఘట్టనమును సమీకరణరూపమున నిరూపించుట కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అను రెండు ద్రవ్యములవల్లనే సాధ్యమైనది. అందువలన ఈవ్యవస్థ యొక్క అంశీభూతములు రెండే. స్థితినియమప్రకారము వ్యవస్థలను, ఏకాంశీభూతములని, ద్వ్యంశీభూతములని, త్ర్యంశీభూతములని విభజించవచ్చును. నీరు, నీటిఆవిరి, మంచు ఈస్థితులను నిరూపించుట ఒకేద్రవ్యము (నీరు) వలన సాధ్యమైనది కనుక, ఈవ్యవస్థకు ఏకాంశీభూత వ్యవస్థ అని పేరు. పైని ఉదాహరణముగా పేర్కొనిన కాల్సియమ్ కార్బోనేట్ వ్యవస్థ ద్వ్యంశీభూతవ్యవస్థ. నీరు, బెన్జిన్ - సారాయి, ఈ మూడుద్రవ్యములమిశ్రము సమతాస్థితిలో ఉన్నపుడు ఏర్పడినవ్యవస్థ త్ర్యంశీభూతవ్యవస్థ. పారిశ్రామికముగా ఈవ్యవస్థ సారాయిని నిర్జలముగా చేయుటకు ఉపయోగించుచున్నది.

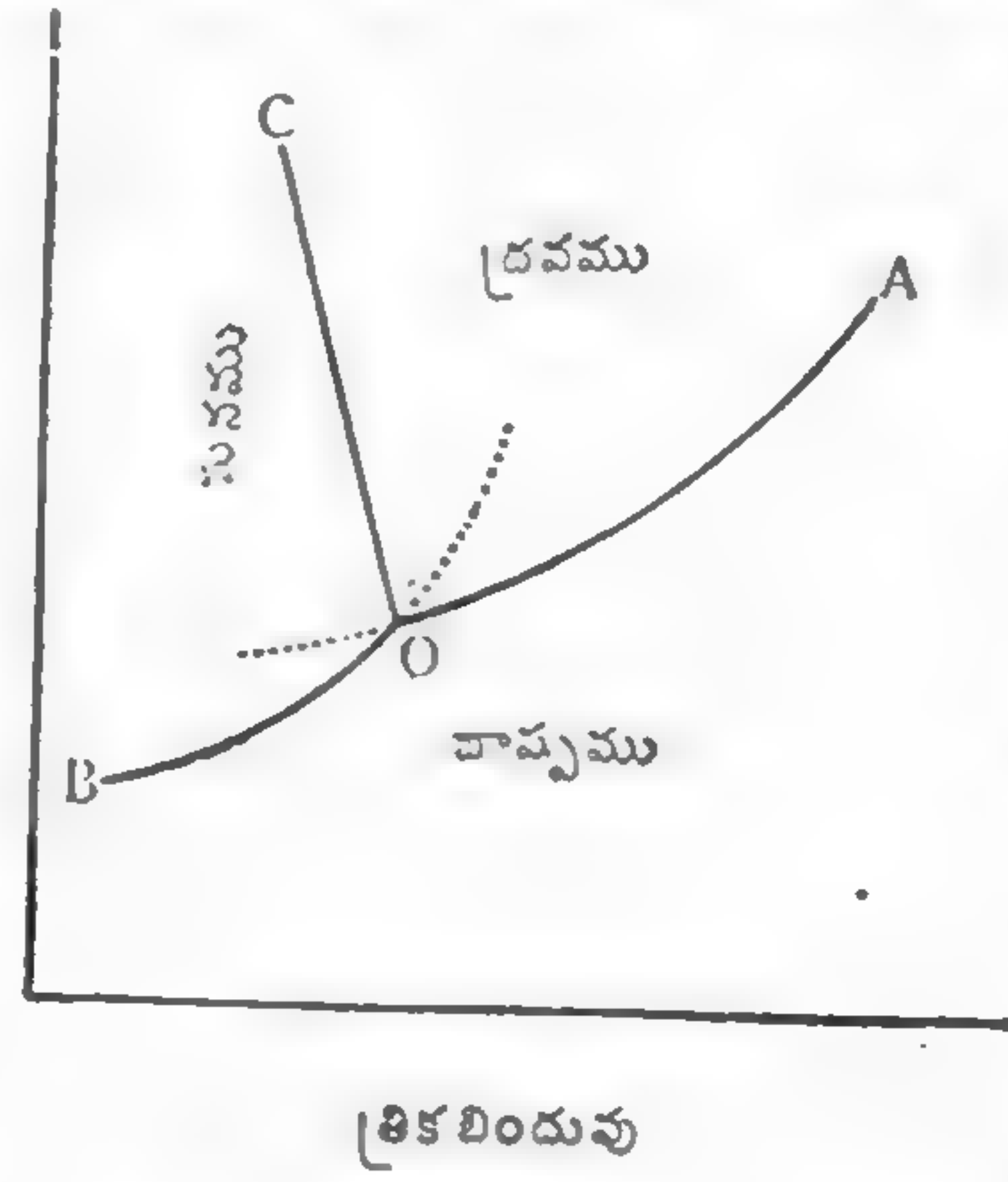
స్వేచ్ఛాంశలు : ఏవ్యవస్థయందైనను సమతాస్థితి ఏర్పడినపుడు ఆస్థితి బాహ్యపరిస్థితులను అనగా తాపక్రమము, ప్రేషము, అణుసాంద్రతలను పట్టి ఉండునని ఇదివరకే తెలుపబడినది. ఆ మూడింటిలో ఒకదానినిగాని, రెండింటిని గాని, లేదా అన్నిటినిగాని మార్చినపుడు, వ్యవస్థలోనున్న స్థితులలో ఒకటి, లేదా రెండు మాయమగును. స్థితుల సంఖ్యలో ఎట్టిమార్పు రాకుండ, మార్పుటకు వీలైన బాహ్య పరిస్థితులసంఖ్యను స్వేచ్ఛాంశములసంఖ్య అని అనవచ్చును.

నీరు, నీటిఆవిరి కలిసిఉన్నపుడు నీటిఆవిరి ప్రేషము తాపక్రమమునుపట్టి ఉండును ; కాని నీటియొక్క రాశిని పట్టి ఉండదు. అనగా నీరు కొద్దిగా ఉన్నను, ఎక్కువగా ఉన్నను బాష్పప్రేషము ఒక్కటియే. కనుక తాపక్రమము మారనపుడు నీటిబాష్పప్రేషముకూడ మారదు. అట్టి వ్యవస్థయందు ఉన్నస్థితులలో ఏ ఒకటియు లోపించకుండ తాపక్రమమునుగాని, ఒత్తిడినిగాని ఒక మేరవరకు మార్చవచ్చును ; కాని రెండింటిని మార్పుటకు వీలులేదు. కనుక ఇట్టి వ్యవస్థకు ఒక స్వేచ్ఛాంశము కలదు. రెండింటిని మార్చినచో నీరుఅంతయు ఆవిరిఅగుటయో, లేదా ఆవిరి మాయమై నీరగుటయో తటస్థించును.

ఇంతవరకు స్థితినియమమునందు ఉపయోగింపబడిన పదముల అర్థములు వివరించితిమి. ఇక దానివలన ప్రయోజనమును ఒక సామాన్య ఏకాంశీభూత వ్యవస్థను ఉదాహరణముగా తీసికొని నిరూపింతము.

పైనిచెప్పిన జలస్థితులు సమతాస్థితులలోనున్నవిషయమును రేఖాచిత్రముచేతకూడ నిరూపించవచ్చును. ఇట్టి

రేఖాచిత్రమునకు స్థితిరేఖా చిత్రము (ఫేస్ డయాగ్రామ్) అని పేరు. ఇక్కడ నున్న ఈ రేఖాచిత్రమందు



OA, OB, OC అని మూడు రేఖలున్నవి. ఇందు OA అను రేఖ, వేరువేరు తాపక్రమముల వద్ద నీరు దాని ఆవిరి తో ఏ ఏ ప్రేషములక్రింద సమతాస్థితిలో నున్నదో తెలుపును.

OB అనురేఖ ఇట్లే గడ్డమంచుయొక్క ఆవిరి ప్రేషము తాపక్రమముతో ఎట్లుమారునో తెలుపును. అనగా మంచుకు, దాని ఆవిరికి, మధ్యను ఏర్పడిన సమతాస్థితిని నిరూపించును. OC అనురేఖ గడ్డమంచుకు, నీటికి మధ్య ఏర్పడిన సమతాస్థితిని తెలుపును. ఈ మూడురేఖలును O వద్ద వరస్పరము ఖండించుకొనుచున్నవి. ఈ O అను బిందువువద్ద నీటియొక్క మూడురూపములును సమతాస్థితిలో ఉన్నవి. అందువలన దీనికి 'త్రికబిందువు' (ట్రైపుల్ పాయింట్) అని పేరు.

ఈరేఖాచిత్రములో మూడురేఖలును, ఒక త్రికబిందువును, ఈ మూడురేఖలవలన వేరుచేయబడిన మూడు ప్రత్యేకతలములును కలవు. ఈ చిత్రములో బిందువులు భూన్యస్వేచ్ఛాంశములు కలవనియు, రేఖలు ఏక స్వేచ్ఛాంశము కలవనియు, తలములు రెండు స్వేచ్ఛాంశములు కలవనియు ప్రయోగము వలన మనకు లభ్యమైన అనుభవమును స్థితినియమసమీకరణ సహాయమున సమర్థింప కలుగుటచే నియమప్రయోజనము సుబోధ్యమగును.

తలములు : ద్రవము, బాష్పము, ఘనము అను పేరులు గలవి. ప్రతితలమందును స్థితి ఒక్కటే. అందువలన  $P=1$ , ఈవ్యవస్థయందు అంశీభూతము ఒక్కటే గనుక  $C=1$ ;  $P+F=C+2$  అని స్థితినియమము చెప్పుచున్నది.

$$\therefore F = C - P + 2 = 1 - 1 + 2 = 2$$

అందువలన ఏతలమైనను రెండు స్వేచ్ఛాంశములు కలది అని సమర్థించితిమి.

రేఖలు : OA రేఖపై నీరు, నీటిఆవిరి సమతాస్థితిలో ఉన్నవి. అందువలన స్థితులు రెండు ; అనగా  $F=2$  అంశీభూతము మరల ఒకటే గనుక

$$F = 1 - P + 2 = 1 - 2 + 2 = 1$$



ఇట్లే తక్కిన రేఖలనుకూడ సమర్థించవచ్చును.

బిందువు : ఇచ్చట నీరు, ఆవిరి, గడ్డమంచు అను మూడు స్థితులున్నవి.  $\therefore P = 3$  అంశీభూతము ఒక్కటే కనుక  $C = 1$  అనగా త్రికబిందువునకు స్వేచ్ఛాంశాలులేవు అని సమర్థించితిమి.

ఇట్లే ద్వ్యంశీభూతములందు ఇంకను క్లిష్టములైన వ్యవస్థలందు స్థితినియమప్రయోగమును నిర్వహించ వచ్చును. ఈస్థితినియమము వివిధధాతుమిశ్రముల తయారు చేయుట యందును, ద్రవద్రవ్యమిశ్రములనుండి ప్రత్యేక ద్రవ్యములను విడదీయుట యందును ఉపయోగించు చున్నది.

వై. వి.

రాసాయనికపు ఫార్ములా : చూ. అణుభావము - అణుభారభావము - పు. 183.

రాసాయనిక ప్రక్రియాభావము : మూలద్రవ్యభావ విమర్శలో, రాసాయనికపు మార్పులక్షణములను వివరించు వట్ల, ఏ ప్రక్రియయందు మొదటిద్రవ్యములకన్న భిన్న ధర్మములుగల నూతనద్రవ్యములు ఏర్పడునో, ఆప్రక్రియ రాసాయనికప్రక్రియ అని నిరూపించబడినది. ఈనిర్వచనమును కొంచెముగా విస్తరించి నిర్ణీతరాసాయనికసంఘట్టనముగల ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని ద్రవ్యములనుండి ఇతర నిర్ణీతరాసాయనిక సంఘట్టనముగల నూతన ద్రవ్యములు ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని ఏర్పడుప్రక్రియను రాసాయనిక ప్రక్రియ అని చెప్పవచ్చును. ఏదేనిప్రక్రియ రాసాయనిక ప్రక్రియ అగునో, కాదో సాధారణముగా చెప్పవచ్చును. కాని కొన్నిసందర్భములలో కొంతసందేహమునకు అవకాశము గలదు. ఆక్సిజన్ ( $O_2$ ) ఓజోన్ ( $O_3$ ) గా మారునపుడు, రంగులేని నైట్రోజన్ ట్రిక్లొరైడ్ ( $N_2O_4$ ) వేడివలన రంగుగల నైట్రోజన్ డైక్లొరైడ్ గా మారునపుడు, మూలద్రవ్యములయందుగాని, శాతసంఘట్టనమునందుగాని మార్పు లేదు. అణుసాంకేతికము మారినది కాన, ఇచ్చట కూడ ఫలితద్రవ్యముల ధర్మములు, మొదటివాటి ధర్మముల కన్న భిన్నముగా నుండుటచే, ఇవికూడ రాసాయనిక ప్రక్రియలే అనవలెను.

సంఘట్టనము నందును అణుసాంకేతికము నందును మార్పులేకపోయినను అణువునందు బద్ధమైయున్న పరమాణువుల స్థానవిన్యాసములయందు మార్పు సంభవించునపుడు కూడ నూతనద్రవ్యములు ఏర్పడవచ్చును. అమోనియమ్ నై నేట్ ను వేడిచేసినపుడు యూరియా ఫలించినప్పుడు స్థానవిన్యాసమందు మార్పు :



సంభవించి నూతనద్రవ్యము ఏర్పడినది కనుక, ఈప్రక్రియను కూడ రాసాయనిక ప్రక్రియ అనియే అనవచ్చును. నీరు ఆవిరిగా మారుటలో ( $H_2O$ )<sub>g</sub> సాంకేతికముగల సంక్లిష్టాణువులు, ( $H_2O$ ) అను సరళాణువులుగా మారును. ఇట్లే ఘనస్థితిలో ఉన్న గంధకమును వేడిచేసినపుడు  $S_8$  అను సాంకేతికము గల ఘనస్పటికస్థితి, తాపక్రమము పెచ్చుకొలది క్రమముగా  $S_8$ ,  $S_4$ ,  $S_2$ ,  $S$  అను సాంకేతికముగల అణువులుగా మారును. ఈప్రక్రియ యందు అణురచన యందు మార్పులు కలిగినను, దీనిని రాసాయనిక ప్రక్రియగా భావించరు. ఇట్లే రాంబిక్ గంధకము మోనోక్లినిక్ గంధకముగా మారునపుడు ఈ ప్రక్రియను కూడ రాసాయనిక ప్రక్రియగా భావించుట సంప్రదాయము కాదు. ఈప్రక్రియలు కేవల భౌతిక ప్రక్రియలు అనియు, ఇవి ఆ వ్యవస్థలయందు సంభవించు రాసాయనిక ప్రక్రియను వెన్నంటి ఉండుననియు చెప్పదురు.

మొత్తముమీద సామాన్య ప్రేషతాపక్రమపరిస్థితులలో పరిశుద్ధముగా తయారుచేయుటకుగాని లేదా ప్రక్రియ జరుగుచున్న ద్రవ్యమిశ్రమునందైన ప్రత్యేకముగా గుర్తించుటకుగాని, వీలిచ్చు రాసాయనికద్రవ్యములు ఏ ప్రక్రియ యందు జనించునో ఆ ప్రక్రియను 'రాసాయనిక ప్రక్రియ' అని స్థూలముగా అనవచ్చును.

రాసాయనిక ప్రక్రియలను నిరూపించుటకు సాంకేతిక పద్ధతి ఒకటి సృజించబడినది. ప్రక్రియలోపాల్గొను మొదటి ద్రవ్యములను ఎడమవైపు, ఫలితద్రవ్యములను కుడివైపు వ్రాసి ప్రక్రియను సమీకరణరూపమున తొలిని సూచించిన వాడు లావ్వాశ్యే.

మూలద్రవ్యములకును యోగికములకును ప్రస్తుతము వాడుకలోనున్న సాంకేతికములను బర్బీలియస్ సృజించెను. ఈ సాంకేతిక పద్ధతిలో హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ కలిసి నీరు ఏర్పడునను రాసాయనిక ప్రక్రియను  $2H_2 + O_2 = 2H_2O$  అని వ్రాయుదురు. చిహ్నాలకు ముందుఉన్న సంఖ్యలు (గుణకములు) ద్రవ్యనిత్యతానియమమును అనుసరించి ప్రక్రియ జరుగునని సూచించును. సమీకరణములో ఎడమ ప్రక్కనున్న గ్రాము-పరమాణువులసంఖ్య కుడివైపునున్న గ్రాము-పరమాణువులసంఖ్యకు సరిపోవలయును. పై సమీకరణములో కుడిఎడమల నాలుగుగ్రాముపరమాణువుల హైడ్రోజన్, రెండుగ్రాముపరమాణువుల ఆక్సిజన్ ఉన్నవి (గ్రాము పరమాణువులు అనుటకుబదులుగా పరమాణువులనినను సమీకరణము సార్థకమగును). యోగికసాంకేతికములను వ్రాయునపుడు వాటి అణుసంఘట్టనము ఎట్లు యథార్థముగా సూచించబడునో, అట్లే ప్రక్రియాసమీకరణ



## రాసాయనిక మైత్రి

ములను వ్రాయునప్పుడుకూడ కుడిఎడమలనున్నద్రవ్యముల అణుసంఘట్టనములను సూచించు సాంకేతికములనే వాడుకచేయుదురు. అందువలననే పై సమీకరణమును

$2H_2 + O_2 = 2H_2O \dots\dots(1)$  అని వ్రాయవలసినదే కాని  $2H + O = H_2O \dots\dots(2)$  అని వ్రాయకూడదు.

అనగా 1 వ సమీకరణమును మాటలలో పెట్టినపుడు రెండుఅణువుల హైడ్రోజన్, ఒక అణువు ఆక్సిజన్ రాసాయనికముగా కలిసి రెండుఅణువుల నీటిని ఇచ్చును అను అర్థమును ఇచ్చును.

యోగికముల అణుసాంకేతికములను నిరూపించుట విషయమై ఏచిక్కులుఉన్నవో అట్టిచిక్కులే ప్రక్రియా సమీకరణసాంకేతికమును వ్రాయునప్పుడుకూడ తటస్థించును. ఉదా : ఆక్సిజన్ తో 'ఘనస్థితిలోనున్న కార్బన్ సంయోగించి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అగును' అను ప్రక్రియను సాంకేతించుటలో  $C + O_2 = 2CO \dots\dots (3)$  అని వ్రాయుదురు.

ఈ సమీకరణములో రెండు విజాతీయ సాంకేతికములు కూర్చబడినవి. C అను గుర్తు అణుసాంకేతికము కాదు. పరిసర ఘనస్థితిలోనున్న కార్బన్ యొక్క అణుస్థితి విషయమై మనకు ఏమియు తెలియదు. అందువలన గ్రాముపరమాణుభారమునకు C సంకేతము; తక్కిన  $O_2$ ,  $CO_2$  అను రెండు గుర్తులు ఆక్సిజన్ యొక్కయు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ల యొక్కయు అణుసాంకేతికములు. అందువలన ఈ రెండవ సమీకరణమును ఒక గ్రాము - పరమాణుభారము కార్బన్ ఒక ఆక్సిజన్ అణుభారముతో సంయోగించి ఒక అణుభారము కార్బన్ డైఆక్సైడ్ లభించినదని చదువవలెను.

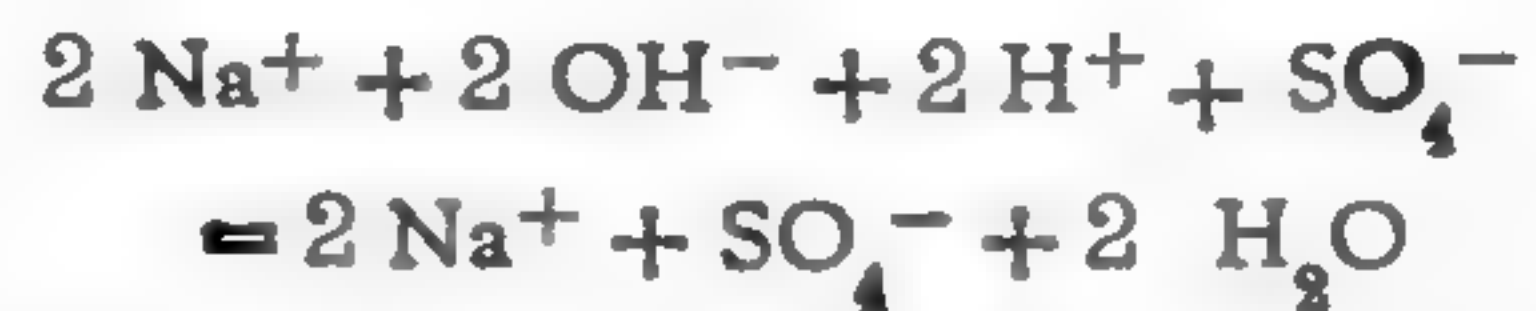
ఇట్లే ఘనస్థితిలోనుండు లవణముల అణుసాంకేతికములు తెలియవు. సోడియమ్ క్లోరైడ్ (ఉప్పు) శుద్ధసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో కలిసినప్పుడు క్రింది ప్రక్రియ జరుగును :



ఫలితద్రవ్యములుగా ఘనస్థితిలోనున్న సోడియమ్ సల్ఫేట్, వాయుస్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ లభ్యమగును. ఈ సమీకరణమందుకూడ  $H_2SO_4$ , HCl అనునవి అణుసాంకేతికములు. తక్కినరెండును ప్రక్రియయందు పాల్గొను తక్కిన ద్రవ్యముల రాసాయనిక సంఘట్టనమును తెలియజేయు ప్రాయోగిక సాంకేతికములు.

అయన్ యోగికములమధ్య జరుగు ప్రక్రియలను సమీకరణరూపమున సాంకేతించుటయందు, యోగికములను అయన్ లుగా విడదీసివ్రాయుట పరిపాటి.

$2 NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2 H_2O$  అను ప్రక్రియను తీసికొందము. ఈ ప్రక్రియలో సోడాశారము సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో తటస్థీకరించబడును. అయన్ సిద్ధాంత ప్రకారము సోడాశారము ద్రావణములో  $Na^+ + OH^-$  అను అయన్ లుగ విడిపోవును; అట్లే సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్  $2 H^+ + SO_4^{2-}$  అను అయన్ లుగ విడిపోవును. ప్రక్రియ అయన్ లమధ్యనే జరుగును; గమక దానిని :



అని వ్రాయవలయును. తటస్థీకరణ ఫలముగా ఏర్పడిన నీరు అయన్ లుగ విడిపోవునది కాదు. కాబట్టి, దాని సాంకేతికమును  $H_2O$  అని వ్రాయవలసి వచ్చినది. ఇట్లే సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమునకు సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము కలిపినప్పుడు ఏర్పడు అద్రావ్యసిల్వర్ క్లోరైడ్ అయన్ లుగ విడదనియే చెప్పవచ్చును. అందువలన ఈ ప్రక్రియను :

$Ag^+ + NO_3^- + Na^+ + Cl^- = Na^+ + NO_3^- + AgCl$  అని వ్రాయవలయును. ఈ సమీకరణమునందు కుడి ఎడమలకు సామాన్యముగానున్న  $Na^+$ ,  $NO_3^-$  అను సంకేతములను కొట్టివేసినచో సమీకరణములో మిగులునది  $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$  అగును. ఇట్లే తటస్థీకరణ సమీకరణమందు కూడ చేసినచో మిగులునది  $H^+ + OH^- = H_2O$  అను సమీకరణము. ఒకప్పుడు ప్రక్రియలు పరివర్తనీయములగు పరిస్థితులలో ఆ పరివర్తనీయతను రెండు దిక్కులను సూచించు బాణములచే గుర్తించురు.  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2 HI$  (చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము-I-పు. 570). తక్కిన రాసాయనిక మూలభావములలో ప్రధానములైనవి: 1. ప్రక్రియాతాపభావము, 2. ప్రక్రియావేగభావము; 3. ప్రక్రియా సమస్థితిభావము 4. ప్రక్రియాకార్యశీలశక్తిభావము. ఇవి భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రమునకు చెందినవి అగుటచే ఆ భాగమున వీటి వివరణ కననగును. ప్రక్రియాతాపభావము తాపరాసాయనిక శాస్త్రము అను శీర్షికక్రింద చర్చించబడినది. పై విషయవట్టికలో రెండవది, మూడవది ఆయాశీర్షికలయందే నిరూపించబడినవి; నాలుగవది రాసాయనిక మైత్రిలో నిరూపించబడినది. మే. వ. న.

రాసాయనిక మైత్రి (కెమికల్ ఎఫినిటీ): రాసాయనిక శాస్త్రముయొక్క ముఖ్యోద్దేశము రాసాయనిక పరివర్తన స్వభావ నిరూపణమము పరివర్తనవేగము, సమతాస్థితి - వీటిని మార్చగల పరిస్థితులు, పరివర్తనమును వెన్నంటి



యుండు శక్తివిశేషములు చర్చించబడినవి. ఆయా శీర్షికల క్రింద మరొక ముఖ్యవిషయము: అది ద్రవ్యములు రాసాయనికముగా సంయోగించుటకు గల కారణము. అన్యోన్య సంపర్కమునకు తేబడిన రెండు ద్రవ్యములు ఎందుకు రాసాయనికముగా సంయోగించునను ప్రశ్నను క్రీ. పూ. 5 వ శతాబ్దమున గ్రీక్ తత్వశాస్త్రవిదులు సూచించిరి. వారు ద్రవ్యముల మధ్యను కూడ మానవు లందువలె అనురాగము లేదా మైత్రి ఒకటి ఉండుననియు, ఆ అనురాగము కారణముగా ద్రవ్యములు సంయోగించు ననియు సమాధానము ఇచ్చిరి. అనురాగమేకాక ద్రవ్యాణు సాంద్రత కూడ సంయోగకార్యమును నిర్వహించుటకు కారణభూతమని బెర్ట్లోలే అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుని (1799) చే స్థాపింపబడినది. అనగా అనురాగము, అణుసాంద్రత అను రెండు గుణకముల మొత్తపు ఫలితమే సంయోగ క్రియాసిద్ధికి కారణము.

రాసాయనిక కార్యము = అనురాగము X అణు సాంద్రత. ఈ సూత్రప్రకారము మొదటిద్రవ్యముల మధ్య అనురాగము మందమైన పరిస్థితులలో అణుసాంద్రతను ఎక్కువచేసినచో రాసాయనిక కార్యము నిరాటంకముగా కొనసాగును. ఈ విషయము సర్వతోముఖముగా ప్రాయోగికముగా నిరూపించబడినది. ఈ సిద్ధాంతము నుండియే గుడ్ ఫ్రెడ్ బర్గ్ నవీన అణుసాంద్రతా నియమము ఉత్పన్నమైనది.

సంయోగ కార్యము ఎంతవరకు నడచినది కనుగొనుటకు తప్ప అనురాగపరిమితిగణనకు ఈ సిద్ధాంతము ఉపకరించదు. అనురాగముకూడ ద్రవ్యమందు అంతర్భూతమై వాటిని సంయోగమునకు ప్రేరేపించు ఒక శక్తివిశేషమని మనము ఊహించవచ్చును. అట్టి శక్తికి మానముగా రాసాయనిక సంయోగమందు ఆవిర్భవించు తాపగరిమను తీసికొనిన బెర్ట్లోలే, తామ్సన్ యత్నము ఎట్లు విఫలమైనదో మునుపే సూచించితిమి (చూ. పు. 97).

తరువాత ప్రక్రియావేగము ద్రవ్యముల మధ్య ఉన్న రాసాయనిక మైత్రికి మానమేమో అని భ్రమించి మైత్రిని కొలుచుటకు చేసిన ప్రయత్నములుకూడ విఫలమయ్యెను. ఏలిన మైత్రికిని, ప్రక్రియావేగమునకును సంబంధమున్నట్లగ వడదు. ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ వాయువుల మధ్య సంయోగాభిలాష అత్యంతము. అయినను సాధారణ తాపక్రమము వద్ద ప్రక్రియ జరుగదు. నైట్రిక్ ఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్ వాయువుల మధ్య సంయోగాభిలాష చాల తక్కువైనను సంయోగవేగము చాల ఎక్కువ. కొనకీసమన్య ఫాస్ట్ హాఫ్ వలన వివరింపబడినది. ఆ విధానమును ఇచ్చట సవిమర్శముగా విస్తరించెదము.

రాసాయనిక సమతాస్థితి ప్రకరణములో స్వతఃప్రేరిత మగు ప్రతిప్రక్రియయు సామాన్యముగా కొనకు సమతాస్థితికి వచ్చునని చెప్పి ఉంటిమి. ఒక ప్రక్రియ స్వతః ప్రేరితముగా సాగునపుడు అందుండి కొంతకార్యశక్తి జనించును.

రాసాయనిక ప్రక్రియయందు ఆవిర్భవించు శక్తిని ఉచితో పాయములను ఉపయోగించి కార్యకరణమునకు వినియోగించవచ్చును. ఈ శక్త్యావిర్భావము ప్రక్రియ సమతాస్థితిని చేరువరకు జరుగును. ఒకసారి సమతాస్థితి సంభవించినపుడు ప్రక్రియావ్యవస్థ కార్యశక్తిని కోల్పోవును. కనుక ఒక ప్రక్రియ నుండి మనము ఏ ఉపాయముచే నైన సంపాదించగల కార్యశక్తిని రాసాయనిక మైత్రికి కొలతగా స్వీకరించవచ్చును. సమతాస్థితివైపు ప్రక్రియ యొక్క పురోగమనమునకు క్రమేణ శక్తి క్షీణించుటయే కారణము. అందుచే ఈపురోగమనము రాసాయనిక మైత్రికి మానముగా అంగీకరించవచ్చును. సమతాస్థితివైపు పురోగమనమునకు సమతాస్థితిస్థిరాంకము కొలబద్ద. అందుచే ప్రతి ప్రక్రియ యొక్క కార్యశక్తి దాని సమతాస్థితి స్థిరాంకముతో సంబంధించి ఉండును. ఈసంబంధసూత్రమును ఫాస్ట్ హాఫ్ శక్తి శాస్త్రనియమములద్వారా స్థాపించగలిగెను:

$$\text{కార్యశక్తి} = -RT \ln K$$

ఇచ్చట R అనగా వాయుసమీకరణమునందలి వాయు స్థిరాంకము; T అనగా పరమమానమున ప్రక్రియయొక్క తాపక్రమము; K అనగా సమతాస్థితి స్థిరాంకము;  $\ln K$  అనగా ఆ స్థిరాంకము K యొక్క నేపీరియన్ ఘాతాంకము. సమతాస్థితిలోనుండెడు ద్రవ్యాణుసాంద్రతలను ప్రాయోగికముగా కనుగొనినచో సమతాస్థితిస్థిరాంకమును గణించి దీని నుండి కార్యశక్తిని పైసూత్రముచే లెక్కించుట సుగమము.

ఇట్లు సమతాస్థితిస్థిరాంకముతో రెండు ద్రవ్యములకు మధ్య ఉన్న రాసాయనిక మైత్రిని కనుగొనుటకు వీలుకలదు. రాసాయనిక మైత్రిని కనుగొనుటకు ఇంకొక సుగమమైన పద్ధతికూడ కలదు. ఆపద్ధతి రాసాయనిక శక్తిని ఉచితమైన ప్రాయోగిక (రచన) సంవిధానముతో విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చి ఆ వచ్చిన విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క పరిమాణము నిర్ణయించుట. ప్రయోగములో లభ్యమగు విద్యుచ్ఛక్తి ద్రవ్యమందున్న రాసాయనిక శక్తికి, అనగా రాసాయనిక మైత్రికి సరియైన మానము.

కాని ఈపద్ధతిలో ఒక చిన్న లోపము ఉన్నది. ఈ ప్రక్రియలను అన్నిరకముల రాసాయనిక ద్రవ్యముల సందర్భములోనూ ఉపయోగించుటకు వీలులేదు. ఒక రాసాయనిక ద్రవ్యవ్యవస్థ నుండి విద్యుచ్ఛక్తిని బయటికి తీయవలె



## రాసాయనికరచన - భౌతిక ధర్మములు

ననిన, ఆ ద్రవ్యములతో మున్ముందు విద్యుత్ ఘటమును నిర్మించవలెను. ఇట్టి నిర్మాణమునకు వీలగు ద్రవ్యములు అయన్లను ఈయగలవిగా ఉండవలయును. అయన్ ఉత్పాదక స్వభావములేని ద్రవ్యములతో విద్యుత్ పేటికా నిర్మాణము అసాధ్యము. రాసాయనికముగా సంయోగించు ద్రవ్యములు అన్నియు అయన్లను ఇచ్చునవి కావు. అందువలన ఈ వద్దతి పరిమితోపయోగముకలది అగుచున్నది. మే. ప. న.

**రాసాయనికరచన - భౌతిక ధర్మములు :** భౌతిక శాస్త్రములో ద్రవ్యముల ధర్మములను 1. భౌతిక, 2. రాసాయనిక ధర్మములు అను రెండు భాగములుగా విభజించడము పరిపాటి. కాని అన్ని లక్షణములను సరిగా అలాగు విభజించడము సాధ్యముకాదు. అది సులువు కోసం పూర్వరచుకొన్న విభాగమాత్రమే. అయితే ఈ భౌతిక ధర్మములు అనునవి ద్రవ్యముల యొక్క రాసాయనిక స్వభావముమీద ఆధారపడిఉండునా? అలా ఉన్నట్లయితే, ఈ భౌతిక ధర్మములకు, రాసాయనిక సంఘట్టనకు ఎటువంటి సంబంధము ఉంటుంది? అన్నది ప్రకృతసమస్య. అటువంటి సంబంధమును దేనినైనా కనుక్కొగలిగినట్లయితే భౌతిక ధర్మములద్వారా ద్రవ్యముల రాసాయనిక స్వభావములను ఊహించుటకు వీలుకలుగును.

ఈదృష్టిలో పరిశీలించుటకై భౌతిక ధర్మములను మూడు విభాగములు చేయవచ్చును: 1. సంకలితధర్మము; 2. అనుసూయత (సంబంధముగల) ధర్మములు; 3. ద్రవ్యరచనారీతి ధర్మములు.

**సంకలిత ధర్మములు (ఎడెటివ్ ప్రోపర్టీస్):** ఇవి కేవలము కూడికవల్ల వచ్చునవి. రాసాయనిక యోగికము యొక్క కొన్ని ధర్మములు అందులో ఇమిడిఉన్న మూల ద్రవ్యధర్మముల సంకలనమువలన ఏర్పడును. ఉదాహరణమునకు అణుభారము : యోగికముయొక్క అణుభారము దానిరచనలోఉన్న పరమాణువుల భారముల మొత్తమై ఉంటుంది. ఇట్లే అణువిశిష్టోష్ణతకూడ, ఆ అణువుయందున్న పరమాణువుల విశిష్టోష్ణతల సంకలనమువలన ఏర్పడును. అయితే కేవలసంకలనమువలన నిర్ణయించతగిన ధర్మములు చాలకొద్ది. కాని కాంతి వక్రీభవనము, కొన్ని పరిస్థితులలో అణుతలతన్యత మొదలయిన కొన్ని ధర్మములను సంకలిత ధర్మములుగా చూపవచ్చును.

**అనుసూయతలక్షణములు (కోలిగేటివ్ ప్రోపర్టీస్):** ఈ ధర్మములు నిర్దిష్ట ఆయతనములోఉన్న అణువులయొక్క గాని, ఇతరకణములయొక్కగాని సంఖ్యమీద ఆధారపడి ఉండును. ఆ కణముల ప్రత్యేక స్వభావముతో నిమిత్తము

లేకుండా వాటి సంఖ్యమాత్రం తెలిసిన ఈ ధర్మములను నిర్ణయించవచ్చును. ఉదాహరణములు - వాయువు ప్రేషము లవణద్రావణముల తుల్యవిద్యుత్ వాహకత్వము (ఈక్వివలెంట్ - కండక్టివిటీ), ద్రవాభిసరణ ప్రేషము మొదలైనవి.

**ద్రవ్యరచనారీతి (కాన్స్టిట్యూటివ్) ధర్మములు :** ఇవి యోగికముల రాసాయనికరచనపై ఆధారపడి ఉండును. ఒక యోగికములోనుండు వివిధమూలద్రవ్యముల స్వభావమును పట్టియు, వేరువేరు పరమాణువులు ఒకదానితో ఒకటి కూడిన పరస్పరసంబంధములను పట్టియు ఈ లక్షణములు మారుచుండును. ఉదాహరణములు - కాంతి చైతన్యము (ఆప్టికల్ ఆక్టివిటీ), విచూషితవర్ణపటము (అబ్సార్ప్షన్ స్పెక్ట్రమ్), ఉద్గమనవర్ణపటము (ఎమిషన్ స్పెక్ట్రమ్), రామన్ వర్ణపటము మొదలైనవి. సామాన్యముగా ద్రవ్యరచనారీతి ధర్మములపట్టి యోగికములందు ఉండు వివిధ భాగముల రచనను తెలిసికొనుటకు వీలగును.

పై విభాగముననుసరించి క్రమముగా కొన్ని యోగిక లక్షణముల పరిశీలంతము.

**సంకలిత ధర్మములకు అణుఆయతనము మంచి ఉదాహరణము.** ఒక గ్రాము-అణుభారము ఆక్రమించే ఘనపరిమాణము (ఘనసెంటీమీటరులలో) ఆ ద్రవ్యముయొక్క గ్రాము-అణు ఆయతనమని అందురు. అణుభారమును ఆ ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రతచే భాగించిన ఇది లభించును.

అణుభారముయొక్క ఆయతనము సంకలితధర్మమని అనగా దానియందు ఉండు పరమాణువుల ఆయతనముల మొత్తమునకు సరిపోవునను విషయము 'కాప్' అను జర్మనీ విజ్ఞానిచే (1855) సూచించబడినది. అయితే ఈ కాప్ నియమము ద్రవద్రవ్యముల ఆయతనములకు, అందును ముఖ్యముగా మరుగు తాపక్రమమువద్దనున్న ద్రవయోగికముల ఆయతనములకే వర్తించును. ఇదిగాక యోగిక రచనారీతి కాప్ నియమమునకు తరచుగా అపవాదముల కల్పించును.

**పారాకోర్** అనునది ఇంకొక సంకలిత ధర్మము; ఇది ద్రవ్యముల ఉపరితలతన్యతకు సంబంధించిన లక్షణము (చూ. తలతన్యత - పు. 371).

**ద్రవముల తలతన్యత** వాటి తాపక్రమముతో తగ్గుచుండును. వాటి సందిగ్ధతాపక్రమమువద్ద ద్రవతలమే ఉండదు కనుక, తలతన్యతకూడ అంతరించును. అట్లే ద్రవముల సాంద్రతకూడ తాపక్రమముతో తగ్గుచుండును. సందిగ్ధతాపక్రమమువద్ద ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రత, ఆ ద్రవమునుండి ఉత్పన్నమగు బాష్పపుసాంద్రతకు సరి అగును (చూ. సందిగ్ధస్థితి).



అందువలన ద్రవముయొక్క తలతన్యతకు, దాని సాంద్రతకు ఏదో ఒక నియతసంబంధము ఉండవలెను. అట్టి సంబంధమును మెక్లియాడ్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రయోగపూర్వకముగా స్థాపించెను; క్రింది సమీకరణమే ఆ సంబంధము.

$$\gamma = C(D-d)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (1)$$

ఇందులో  $\gamma$  అనగా తలతన్యత;  $D$  అనగా ద్రవ సాంద్రత;  $d$  అనగా బాష్పసాంద్రత. ఈ సాంద్రతలు రెండును ఒకే తాపక్రమమునకు నిర్ణయించబడినవి.  $C$  అనునది స్థిరాంకము.

1 వ సమీకరణమును సామ్యూల్ సుగ్డెన్ అను రాసాయనికుడు కొంచెముగా మార్చి ద్రవద్రవ్యముల సంకలితధర్మమును ఒక దానిని నిర్వచించెను.

$$C = \frac{\gamma}{(D-d)^{\frac{1}{2}}} \dots \dots \dots (2) \text{ ఈ సమీకరణపు రెండు వైపుల పదములకు చతుర్థ మూలమును సంపాదించిన:}$$

$$C^{\frac{1}{2}} = \frac{\gamma^{\frac{1}{2}}}{(D-d)^{\frac{1}{4}}} \dots \dots \dots (3) \text{ అగును.}$$

ఈ సమీకరణము యొక్క రెండు ప్రక్కలను ఆ ద్రవ్యము యొక్క అణుభారముచే గుణించిన:

$$MC^{\frac{1}{2}} = \frac{\gamma^{\frac{1}{2}}}{D-d} M \dots \dots \dots (4) \text{ అను సమీకరణము సిద్ధించును.}$$

ఇందు ఎడమవైపున ఉన్న పదములలో  $M$ ,  $C$  అను అంకములు రెండును స్థిరాంకములే. అందుచేత ఆ రెండిటి గుణనఫలమును  $P$  అను ఇంకొక స్థిరాంకముచే తెలియజేయవచ్చును.

$$\therefore P = \frac{\gamma^{\frac{1}{2}}}{D-d} M = \frac{M}{D-d} \times \gamma^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (5)$$

ఈ సమీకరణమునందు సందిగ్ధతాపక్రమమునకు దూరముగా ఉన్న తాపక్రమములో, ద్రవసాంద్రత  $D$  తో సరిపోల్చి చూచినప్పుడు బాష్పసాంద్రత  $d$  అతి స్వల్పము. అందువలన ' $D-d$ ' అను హారమును ఉంచి  $d$  ని వదలి వేసినను బాధలేదు. ఇప్పుడు 5 వ సమీకరణమును:

$$P = \frac{M}{D} \gamma^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (6)$$

అని వ్రాయవచ్చును. ఈ  $P$  అనునదే పారాకోర్ అని సంకేతించబడినది.

ఏ ద్రవయోగికమునకైన ఇట్లు లెక్కించగా వచ్చిన పారాకోర్, దాని పరమాణువుల పారాకోర్ల సంకలిత

రాశిగా కనబడును. కాని ఇక్కడకూడ కాప్ నియమము నందువలెనే, పరమాణువుల పారాకోర్లపై రచనా విశేషముయొక్క ప్రభావము లెక్కలోనికి తీసికొనివచ్చిన గాని పారాకోర్ సంకలిత లక్షణమని చూపుటకు వలను పడదు.

కాంతివక్రీభవనము : కొంత సంకలితలక్షణ స్వభావము, కొంత ద్రవ్యరచనా లక్షణ స్వభావము కనవచ్చు లక్షణములలో ద్రవ్యముల కాంతి వక్రీభవనము ఒకటి.

గాలిలోనుండి ఒక వస్తువును ప్రవేశించినపుడు కాంతి కిరణములు పొందు వంపునే సాధారణముగా ఆ వస్తువు యొక్క కాంతివక్రీభవన గుణకము అని అందురు. దీనికి  $n$  అని గురుతు (చూ. వక్రీభవనము). ఈ గుణకము వస్తు సాంద్రతతో మారును. వస్తు సాంద్రత వస్తుతాపక్రమమునుపట్టి ఉండును. అందుచేత వస్తువు వక్రీభవన గుణకము,  $n$  నుండి ఒకటిని కొట్టివేసి, ఆ వచ్చిన  $(n-1)$  ని వస్తువుయొక్క సాంద్రత  $(d)$  చే భాగించగావచ్చు లబ్ధిమును వస్తువు యూనిట్ సాంద్రతకు లెక్కకట్టిన వచ్చు వక్రీభవన గుణకమని అనవచ్చును. ఈ నూతన గుణకము వస్తుతాపక్రమమునుపట్టి మారదు. అందుచేత  $\frac{n-1}{d}$  అను భిన్నాంకమును తాపక్రమముతో మారని ద్రవ్యము యొక్క స్థిరలక్షణముగా పరిగణించవచ్చును.

ఈ  $\frac{n-1}{d}$  ని ద్రవ్యముయొక్క అణుభారము ( $M$ ) చే గుణించినచో ద్రవ్యముయొక్క అణువక్రీభవనసామర్థ్యము (మోలిక్యులర్ రిఫ్రాక్టివిటీ) లభించును.  $R = \frac{n-1}{d} M$

ద్రవ్యముయొక్క అణువక్రీభవన సామర్థ్యము అందు ప్రవేశించు కాంతి తరంగముయొక్క పొడవును పట్టి ఉండును; కనుక వక్రీభవన గుణకమును నిర్ణయించుటలో వాడుక చేసిన కాంతి యొక్క తరంగదైర్ఘ్యమును సూచించవలెను.

ద్రవ్యము కాంతిని విశిష్టముగా విచూషించని వర్ణమాల షేత్రములోని తరంగదైర్ఘ్యములను వాడుక చేసినపుడు, అణువక్రీభవన సామర్థ్యముల సంకలితరాశికి సమానమని చూపవచ్చును. కాని ఇక్కడ కూడ పరమాణువుల వక్రీభవన సామర్థ్యములపై వాటి బంధన ప్రకారము నెరపు ప్రభావమును గణనలోనికి తీసికొని రాకున్నచో అణువక్రీభవన సామర్థ్యము సంకలితధర్మమని చూపలేము.

ఇక కేవలము ద్రవ్యముల అణురచననుబట్టి ఉండు ధర్మముల గురించి తెలిసికొందము.



## రాసాయనిక విజ్ఞాన మూలభావము

పూర్తిగా అణు రచనారీతినిబట్టి ఉండు ధర్మము కొన్ని కార్బన్ యోగికముల కాంతిచైతన్యము (చూ. కాంతి చైతన్యము - పు. 241).

విచూషణ వర్ణమాల: మామూలు సూర్యకాంతిని ఒక పట్టకము గుండా ప్రసరింపజేసిన, వేరువేరు రంగులుగా విడిపోతుంది. దీనికి సాధారణవర్ణమాల అని పేరు. కొన్ని ద్రవ్యములగుండా ధవళ కాంతిని ప్రసరింపజేసిన ఇవతలకు వచ్చిన కాంతిలో కొన్ని రంగులు లోపించును. అప్పుడు వర్ణపటములో ఆ విచూషితమైన స్థానములో నల్లని గీతలు గాని, నల్లనిచారలుగాని ఉండును. అటువంటి వర్ణపటమును విచూషిత వర్ణపటము అందురు. వర్ణవిచూషణము కొంత యోగికముల అణుస్వభావమునుపట్టి, చాలవరకు అణురచనను పట్టి ఉండును.

రచనాసంవిధానమే కారణమైన యోగికముల ఇంకొక భౌతికలక్షణము వాటి అణువర్ణపటము (చూ. వర్ణమాల) బహుపరమాణువులతో ఏర్పడిన అణువుల విషయములో చాల కష్టము. అణువులో శక్తి ఏ విధముగా మారినను ఆ మార్పునుబట్టి వర్ణపటములో మార్పులు కలుగును. అందుచేత అణువర్ణపటమును పరీక్షించిన అణువులోఉన్న పరమాణు రచనా సంవిధానమును కొంతవరకు తెలిసి కొనవచ్చును.

అణురచనతో సంబంధము కలిగిన యోగిక లక్షణములలో యోగికమువల్ల లభ్యమగు రామన్ వర్ణపటము ఒకటి (చూ. రామన్ వర్ణపటము - పు. 589).

X-కిరణ వర్ణపటము కూడ అణువుల రచనలోనున్న పరమాణు సంవిధానమును పట్టి ఉండును.

ఇటీవల ద్రవవాయు ద్రవ్యములనుకూడ కిరణ విశ్లేషణ విధానముననే శాస్త్రజ్ఞులు పరీక్షించుచున్నద్రవముల పరీక్షలో తేలిన ముఖ్యవిషయము ఒకటి పేర్కొనవలయును. ద్రవస్థితిలో పూర్వము అనుకొనినంత అణువుల అవ్యవస్థ లేదనియు, వాటిలోకూడ ఘనములలోఉన్నంత కాకపోయినను, అణురచనలో క్రమవ్యవస్థ ఉన్నదనియు తేలినది.

అణువుల రచన ఆధారముగా కలిగిన మరియొక ధర్మమునకు ద్విధ్రువగుణకము అని పేరు. అణువులలో పరమాణువులమధ్య ఉండు ఒక రకపు బంధము ఆ పరమాణువుల మధ్యనున్న రెండు ఎలక్ట్రాన్ లచే ఏర్పడుతుంది. దీనికి కోవేలెంట్ బంధము అని పేరు. ఆ ఎలక్ట్రాన్ ల రెండును ఒకేపరమాణువు విడిచిపెట్టిన పక్షమున, దానము చేసిన పరమాణువు కొంచెము ధనావిష్టము, స్వీకరించిన పరమాణువు కొంచెము ఋణావిష్టము అగును. ఇట్టి ఆవేశముల వేరుపాటుకు ధ్రువీకరణము అనియు, ధ్రువీకరణమును

కనవరచు అణువునకు ద్విధ్రువకము అనియు పేర్లు. ఇట్టి అణువులు ద్విధ్రువగుణకమును కలిగి ఉండునని చెప్పుదురు. ఈ ద్విధ్రువగుణకపు మూల్యము ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశమును, ధనఋణకేంద్రముల సాపేక్షస్థానచ్యుతి (రెలెటివ్ డిస్ ప్లేస్ మెంట్) చే గుణించిన లభించును. ఇది అణువులో పరమాణువుల సంవిధానమునుపట్టి ఉండును. కనుక ఈ ధర్మమును పరీక్షించిన దీనికి కారణమగు పరమాణు సంవిధానమును ఊహించవచ్చును.

ఇక అనుస్యూత ధర్మములను గురించి చర్చింతము. ఈ ధర్మములు, అణుస్వభావముతో కాని, రచనతో కాని నిమిత్తము లేకుండా కేవలము ఒక నియత ఆయతనములో ఉండే ఆ అణువుల సంఖ్యనుపట్టి ఉండును. నిర్దిష్టఆయతనములో ఉండే వాయుఅణువుల సంఖ్యనుపట్టి ఆ వాయువు యొక్కప్రేషము ఉండును కాబట్టి, వాయుప్రేషము ద్రవ్యము యొక్క అనుస్యూతధర్మమునకు సులభమైన ఉదా: ద్రావణముల ముఖ్యముగా విలీనద్రావణముల విషయములో మనకు తారసిల్లు ధర్మములన్నీ అనుస్యూత ధర్మములే. ద్రవాభిసరణప్రేషము, ద్రావముతో సరిపోల్చి చూచిన ద్రావణపు మరుగు తాపక్రమములో కనవడే హెచ్చు (క్వథనాంకోన్నతి). అట్లే ద్రావముల ఘనీభవన తాపక్రమముకన్న తక్కువగాఉండు ద్రావణముల ఘనీభవన తాపక్రమము (హిమాంకావనతి), ఏ తాపక్రమము వద్దనైన ద్రావములు కనవర్చు శాష్పప్రేషముకన్న తగ్గి ఉండు ద్రావణముల శాష్పప్రేషము (శాష్పప్రేష నిమ్ననము), ఈద్రావణ ధర్మములు అన్నియు అనుస్యూత ధర్మములే. వీటిలో దేని పరిమాణమును ప్రయోగ పూర్వకముగా నిర్ణయించినను, దాని నుండి ద్రావ్యము యొక్క అణుభారమును లెక్కకట్టవచ్చును (చూ. ద్రావణములు - II పు. 418). పి. ప. రా.

రాసాయనిక విజ్ఞానమూలభావము: చూ తుల్య భార భావము (పు. 388); పరమాణుభార భావము (పు. 455); పరమాణుభారము - నవీన భౌతికశాస్త్రము (పు. 456); పరమాణుభావము (పు. 456); మూలద్రవ్య భావము (పు. 539); మూలద్రవ్యములు - యోగికములు (పు. 544); మూలద్రవ్య-సంయుక్తద్రవ్యవిభజన (పు. 544)

రాసాయనిక విధానములు (సామాన్య): ద్రవ్యములను శుద్ధముగా తయారుచేయుట రాసాయనికుని మొదటిపని. ఈపనికై అభ్యాసకులు అనేక విధానములను విస్తరించి ఉన్నారు. అట్టి విధానములు, మరికొన్ని నూతన విధానములు ఈ ప్రకరణమందు ముఖ్యముగా చర్చించబడును.



ఏదేని ఒక జాతి ద్రవ్యమును దాని విశిష్టగుణముల వలన కదా గుర్తింతుము. ద్రవ్యము పరిశుద్ధ స్థితిలో ఉన్నప్పుడే దాని విశిష్టగుణములు బయలుపడును. ద్రవ్యములు ఎప్పుడును ప్రకృతిలో పరిశుద్ధముగా దొరకవు; సాధారణముగా ఇతరద్రవ్యములతో కలిసి ఉండును. అందువలన శుద్ధద్రవ్యములను తయారుచేయుటకు వాటితో కలిసిఉన్న ద్రవ్యములను వేరుచేయవలెను. ఇట్లు వేరు చేయుటకు ఉపయోగపడు పద్ధతులను విచారించుము.

ఘనద్రవ్యములనుండి ఘనద్రవ్యములను వేరుచేయవలసి వచ్చినపుడు వాడుకలోఉన్న పద్ధతులు:

చేతితో విడదీయుట: ద్రవ్యమిశ్రమము చేతికి దొరకు నంతవెద్ద ముక్కలుగా ఉన్నప్పుడు మిశ్రమమును చేతితో వేరుచేయవచ్చును. కోలారు బంగారు గనులలో తెల్ల శాణపు రాతిలో బంగారము ఇరుకుకొని ఉండును. ఈ రాతిలో అక్కడక్కడ నల్లరాయి కూడ కలిసి ఉండును. ఈ నల్లరాతి ముక్కలలో బంగారము ఉండదు. అందు వలన గని నుండి త్రవ్వి భూమిపైకి తీయబడిన రాతి ముక్కలలో నల్లరాతి ముక్కలను చేతులతో ఏర్పి పార వేయుదురు.

సాంద్రతా భేదపద్ధతి: మిశ్రమమును చూర్ణముచేసి దానిని రాసాయనికముగా తటస్థమగు ద్రవమునందు ఉంచుదురు. ఈ ద్రవముయొక్క సాంద్రత మిశ్రమందు ఒక ద్రవ్యము యొక్క సాంద్రతకును, తక్కిన ద్రవ్యములయొక్క సాంద్రతకును మధ్య ఉండవలెను. గ్రానైట్\* (నల్ల శాణము) రాతిచూర్ణమును 2.0 సాంద్రతగల ఎతిలీన్ అయిడైడ్, బెన్జీన్ ద్రవముల మిశ్రమములో పడవేసి కలిపి నపుడు చూర్ణములో ఉండు ఫెల్డ్స్పార్ ముక్కలు (సాంద్రత 2.50) మీదకు తేలి మైకా, క్వార్ట్జ్ ముక్కలు క్రిందికి దిగిపోవును. ఫెల్డ్స్పార్ కన్న బరువైన తక్కిన రెండు ద్రవ్యములను 2.7 సాంద్రతగల ద్రవమిశ్రమమును వాడుకచేసి వేరుచేయవచ్చును.

అయస్కాంత పద్ధతి: గంధకమును ఇనుపరజనుతో కలుపగా వచ్చిన మిశ్రమమునుండి ఇనుమును అయస్కాంత ముచే ఆకర్షింపచేసి వేరుచేయవచ్చును.

విద్యుత్తికరణము (ఎలక్ట్రిఫికేషన్): గంగ సింధూ రము, గంధకము మిశ్రమమును, ఫ్లోనెల్ గుడ్డతో రుద్దిన రబ్బరుబల్లపై మస్లిన్ గుడ్డ ద్వారా జల్లినచో ధనవిద్యుదావేశముగల సింధూరము ఋణవిద్యుదావేశము గల రబ్బరు బల్లకు అంటుకొనును; గంధకము అంటుకొనదు.

\* గ్రానైట్ రాయి ఫెల్డ్స్పార్, మైకా, క్వార్ట్జ్ అను మూడు ఖనిజముల ఘనీభూతమిశ్రమము.

అంటుకొనని గంధకమును బల్లమీదనుండి విడలించి వేరు చేయవచ్చును.

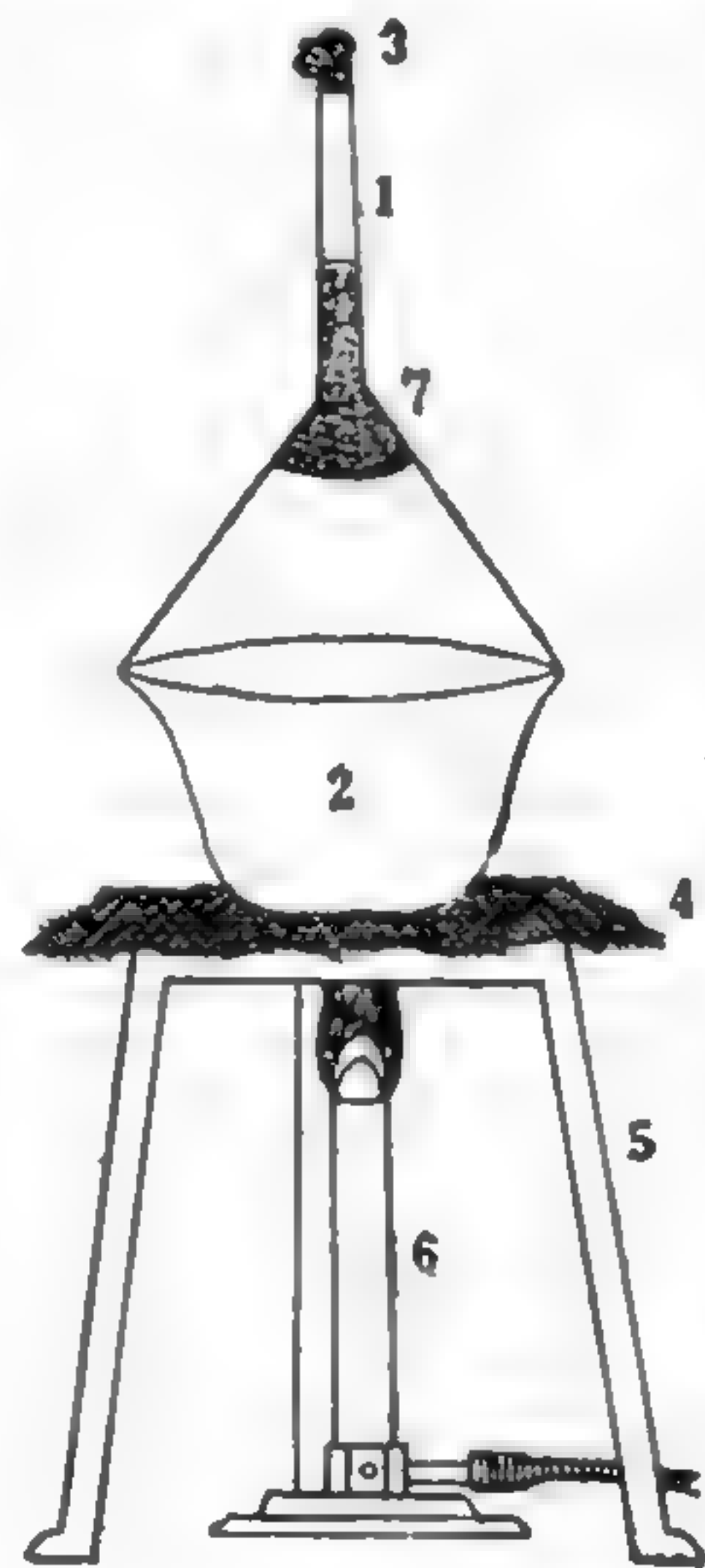
తలతన్యతాబలపద్ధతి: ఒక ద్రవ్యము ఎడల రెండు భిన్నఘనద్రవ్యములకున్న ఆకర్షణబలమందు గల భేద మును కూడ ఉపయోగించి రెండు ఘనములను వేరుచేయ వచ్చును. జింకుబ్లెండ్ (జింకుసల్ఫైడ్ ఖనిజము) యొక్క చూర్ణమును ఇసుకతో కలిపి నీటిపై జల్లినపుడు ఇసుక నీటితో తడిసి మునిగిపోవును. జింకుబ్లెండ్ నీటికి తడవక నీటిపై న తేలును. ఈ విధానమును తేలగొట్టు పద్ధతి లేదా ఉత్ప్లవనము (ప్లోటేషన్) అను పేర ఖనిజ ములను వేరుచేయుటకు ధాతుసాధన ప్రక్రియలందు ఉపయోగింతురు (చూ. ముడి ఖనిజములు - ధాతు సాధన - పు. 538).

ద్రావణ పద్ధతి: ఒకే ద్రవ్యములో వేరువేరు ద్రావ్య తలుగల ద్రవ్యములను వాటి ద్రావ్యతాభేదముచే వేరు చేయవచ్చును. ఇనుపరజనుతో కలిసి ఉన్న గంధక చూర్ణమునకు కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ అను ద్రవమును కలిపినచో గంధకము ద్రవములో లీనమై ఇనుపరజను మిగిలిపోవును. వడపోతవలన గంధకద్రావణమును వేరు

చేసి ఆ ద్రావణమందున్న కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ ద్రావ మును ఆవిరిగాపోనిచ్చి గంధక స్ఫటికములను తిరిగి సాధించ వచ్చును.

కరగించుట (ద్రవీకరణము): ఇసుక - సీసపురవ్వల మిశ్రమమును వేడిచేసినచో సీసము కరగి దానిపై ఇసుక తేలిపోవును.

బాష్పీకరణ పద్ధతి: ఇసుక, అయిడిన్ మిశ్రమమును ఒక పాత్రలో వేడిచేసినపుడు అయిడిన్ ఊదారంగు బాష్పముగా పైకి ఎగిరి పాత్ర పైభాగమున బోర్లించిన గలని యొక్క చల్లటి భాగములో (చూ. 1వ పటము) మరల స్ఫటిక రూప మున ఘనీభవించును. దీనికే 7. ఉత్పాతితద్రవ్యము. ఉత్పతనమని వేరు.



1వ పటము:

ఉత్పాతనయంత్రము

1. గలని; 2. తాపన పాత్ర; 3. కాగితపు చుట్ట మూత; 4. తీగజాలకము; 5. త్రిపాది; 6. బున్ సెన్ బర్నర్; 7. ఉత్పాతితద్రవ్యము.

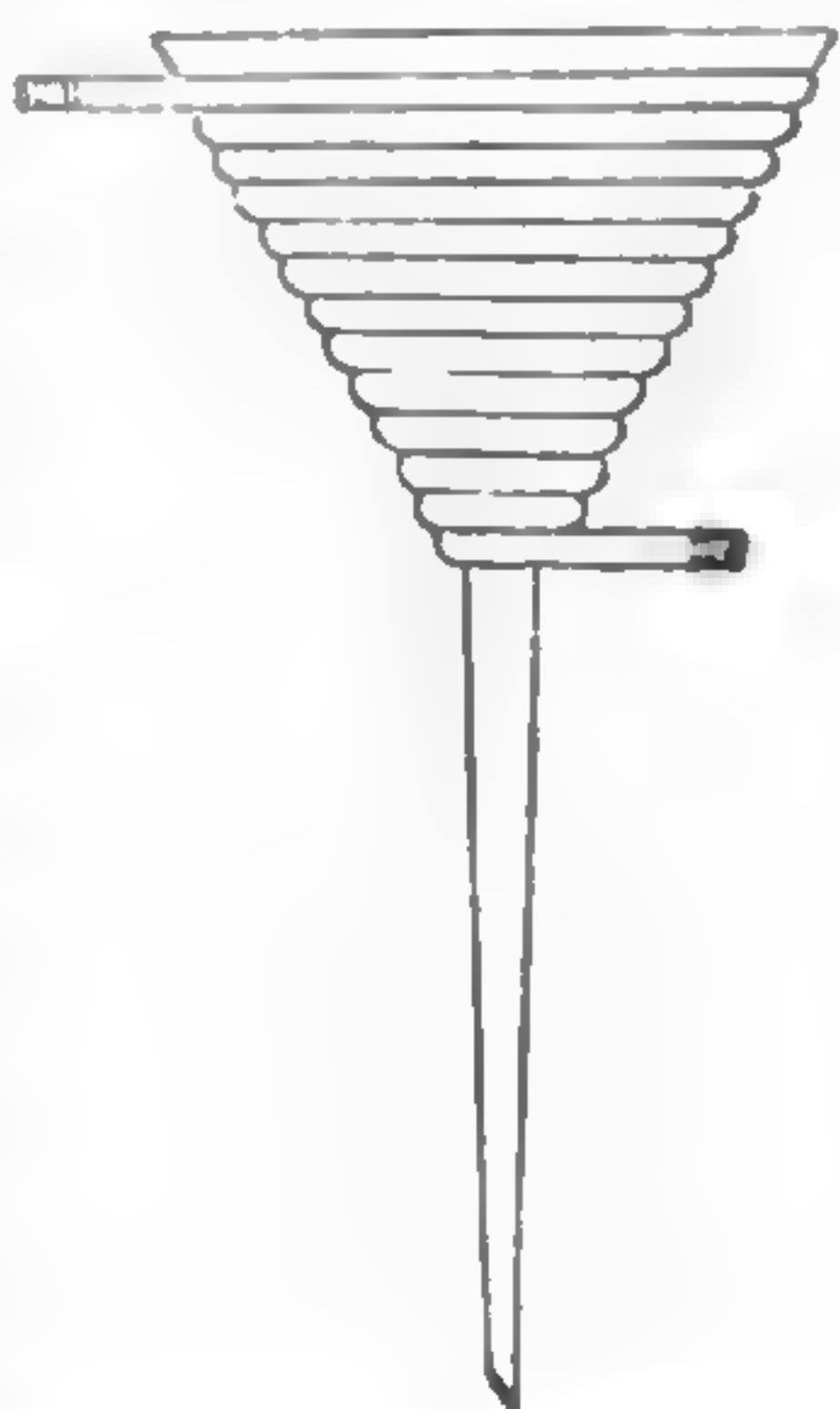
ద్రవముల నుండి ఘనద్రవ్యములను వేరుచేయుటకు వాడుకలో ఉన్న పద్ధతులు:



## 586

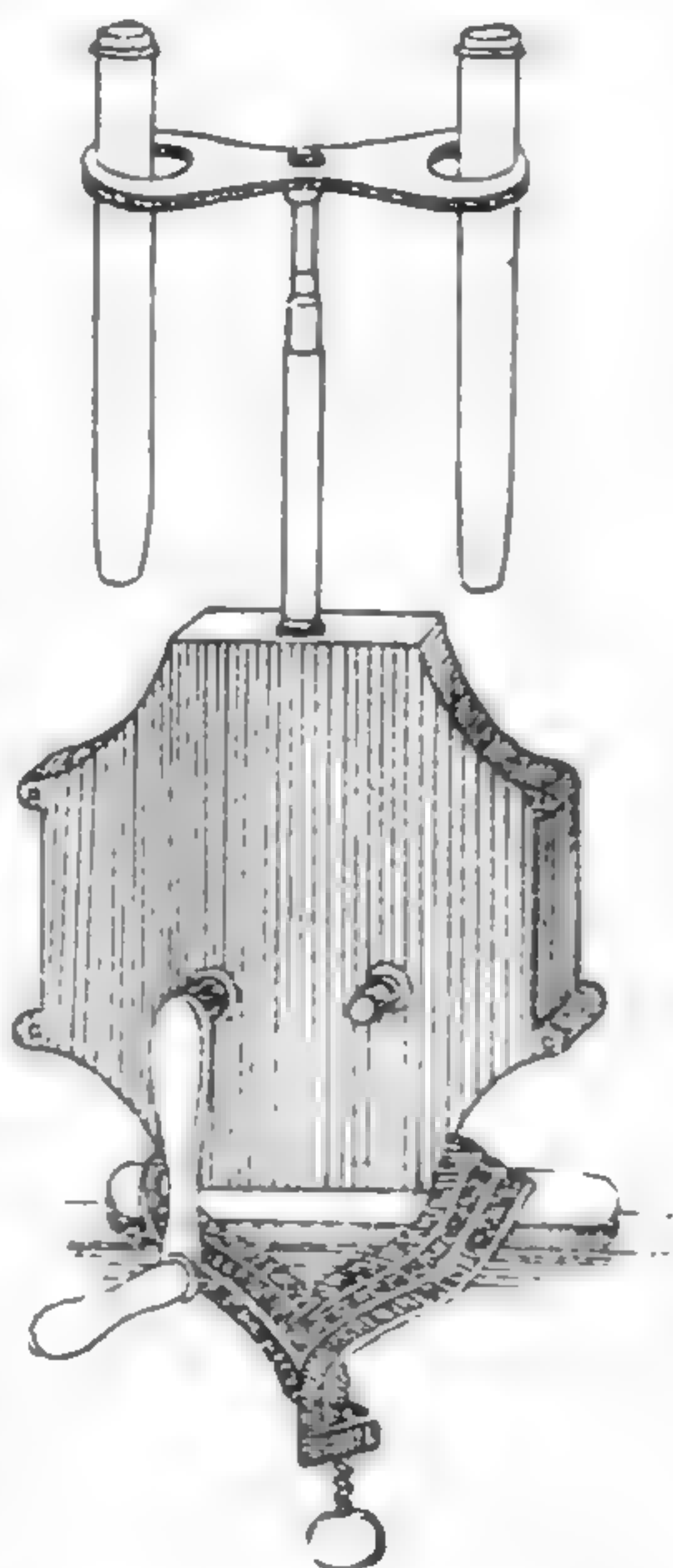


పోయుటకు తగినపరికరమునకు 'వేడినీరుగలని' (చూ. 7వ పటము) అని పేరు. గడ్డా ఆకారముగ చుట్టబడిన రాగి గొట్టములో గలనిని ఉంచి గొట్టముద్వారా వేడినీరు పంపుదురు. ఈ వేడివలన వడపోత కాలమందు ద్రావణము స్ఫటికీకరించుట సంభవించదు.



తేర్చుట లేదా తేరపోయుట : బురదనీటిలోవలె కణపరిమాణము చాల స్వల్పమైనపుడు తేర్చు పద్ధతి పనికిరాదు. అట్టి పరిస్థితులలో ఘనకణములను వేరుచేయు 7వ పటము : వేడినీరుగలని టకు సెంట్రీఫ్యూజ్ (కేంద్రాపసారి) యంత్రమును ఉపయోగింతురు (చూ. 8వ పటము).

పిడిని పట్టుకొని వడిగా గిరగిర త్రిప్పినపుడు యంత్రము యొక్క ఊర్ధ్వమునకు తగిలించి ఉన్న అడ్డురేకు యొక్క రెండు కొనల యందు వ్రేలాడదీయబడిన గొట్టములు భూమికి సమానాంతరముగా ఉన్నతలములో చక్రమువలె తిరుగును. గొట్టములలో ఉంచిన మిశ్రములోని ఘనకణములు గొట్టముల క్రింద భాగమునకు అంటుకొని ఉండును. యంత్రము నాపివేసి గొట్టములను పైకితీసి క్రిందఉన్న ఘనద్రవ్యము కదలకుండ వైసున్న ద్రవమును వేరు చేయవచ్చును.



8వ పటము : సెంట్రీఫ్యూజ్

ఒక ద్రవములో వ్రేలాడుచుండు ఘనకణములు సాధారణముగ విద్యుదావేశములు కలవై ఉండును. అట్టిచో ఎలక్ట్రోఫోరెసిస్ అను విధానమును వాడుకచేసి ఆ ఘనకణములను వేరుచేయవచ్చును. (చూ. కొల్లాయిడ్లు : ఎలక్ట్రోఫోరెసిస్ - పు. 300).

మిశ్రములోని రెండు ద్రవ్యములూడ ద్రవములో విలీనమగు పరిస్థితులలో ఆంశికస్ఫటికీకరణ విధానమును

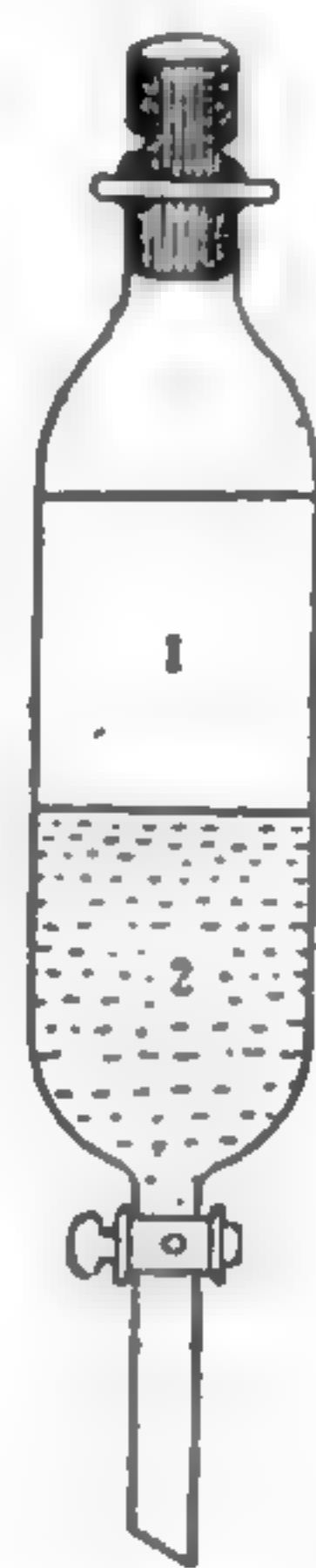
ఉపయోగించి వాటిని విడదీయవచ్చును. ఇట్లు వేరు చేయు విధానముయొక్క తత్త్వమును ఒక ఉదాహరణముచే తెలియపర్చవచ్చును.

సోడియమ్ క్లోరైడ్, పొటాసియమ్ నైట్రేట్ సమభాగములుగ కలిసి ఉన్న మిశ్రమునుండి వాటిని వేరు చేయవలెను అనుకొందము. ఈ లవణముల ద్రావ్యతా రేఖల (చూ. పు. 418) పరీక్షించినచో సాధారణతాప క్రమము (30° C.) వద్ద ఈ లవణముల ద్రావ్యతలు క్రమముగా 34, 45 గ్రాములు అనియు, 70° C వద్ద వీటి ద్రావ్యతలు 38, 137 గ్రాములు అనియు తెలియనగును. 50 గ్రాముల మిశ్రమును తీసికొని 100 ఘ. సెం. మీ.ల నీటితో కలిపి 75° C వరకు వేడిచేసి చల్లార్చినప్పుడు అట్టి ద్రావణమునుండి పొటాసియమ్ నైట్రేట్ వెంటనే స్ఫటికములుగా దిగిపోవును; సోడియమ్ క్లోరైడ్ కొంచెము పొటాసియమ్ నైట్రేట్ తోకూడ ద్రావణస్థితిలోనే మిగిలి ఉండును. ఎందుచేతననగా తీసికొనిన మిశ్రములో ఉన్న సోడియమ్ క్లోరైడ్ భారము 30° C వద్ద సంతృప్త ద్రావణముగా పర్చుటకు చాలదు. బయటికి వచ్చిన నైట్రేట్ స్ఫటికములలో కొంచెము సోడియమ్ క్లోరైడ్ కూడ చిక్కుకొని ఉండును. మరియొకసారి ఈ విధానమును జరిపినచో పొటాసియమ్ నైట్రేట్ స్ఫటికములలో

కలిసి ఉన్న సోడియమ్ క్లోరైడ్ ను వేరు చేసి పొటాసియమ్ నైట్రేట్ స్ఫటికములు శుద్ధముగా తయారుచేయనగును.

ద్రవమునుండి ద్రవమును వేరుచేయుట :

(a) ద్రవములు ఒక దానితో ఒకటి కలియనపుడు : నీరు, నూనె కలియవు. నీటితో నూనెనుచేర్చి బాగుగా కదిపి విడిచి పెట్టిన వెంటనే మిశ్రము రెండు పొరల క్రింద వేరగును. మీదనున్నది తేలికైన నూనె, క్రిందనున్నది బరువైన నీరు, ఈ మిశ్రమును పృథక్కరణగలని (సెపరేటింగ్ ఫనెల్) లో నుంచి క్రింది నీటి పొరను విరడాద్వారా క్రిందికి దింపి వేయవచ్చును.



9వ పటము : పృథక్కరణ గలని

1. మీదిద్రవము,
2. క్రింది ద్రవము.

(b) రెండు ద్రవములు ఒక దానితో ఇంకొకటి విలీనమైయున్నపుడు : ఆ ద్రవముల క్వథనాంకములలోని భేదములను ఆధారము చేసికొని మిశ్రమును ఆంశిక స్వేదనప్రక్రియచే వేరుచేయ వచ్చును.

ఆంశికస్వేదన ప్రక్రియ : పైని ఉదాహరించిన బెన్జిన్, టాల్యుయిన్ మిశ్రమునే తీసికొందము. ఆంశిక స్వేదన

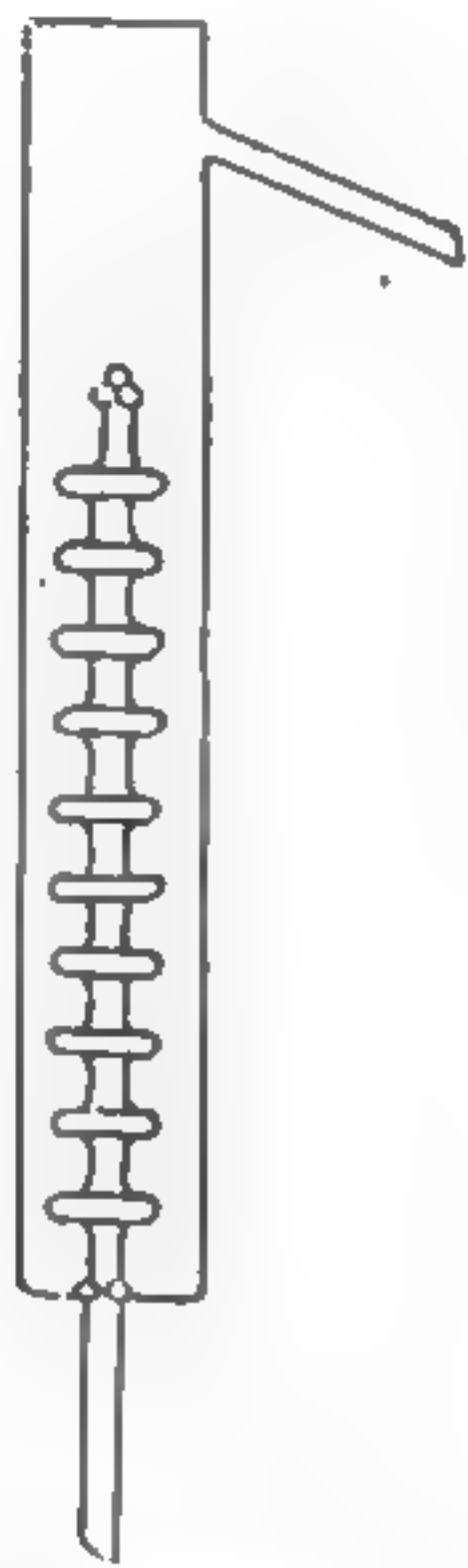


## రాసాయనిక విధానములు (సామాన్య)

ప్రక్రియను ఆంశికరణనాళమును ఉపయోగించి అవిరతముగా జరిగించవచ్చును. ఆంశికరణ నాళము అనగా ఒక పొడవైన తిన్నని గొట్టము. ఈ గొట్టమును చిన్నచిన్న గాజుపూసలతో నింపిగాని, మరియు విధముగనైనగాని గొట్టమునందు, ఆవిరి ద్రవీభవించుటకు, అందువలన ఆవిరి ద్రవము సమతాపితిలో ఉండుటకు అనువైన అవకాశము ఉండవలయును. అట్టి నాళములు అనేకరూపముల ఉన్నవి.



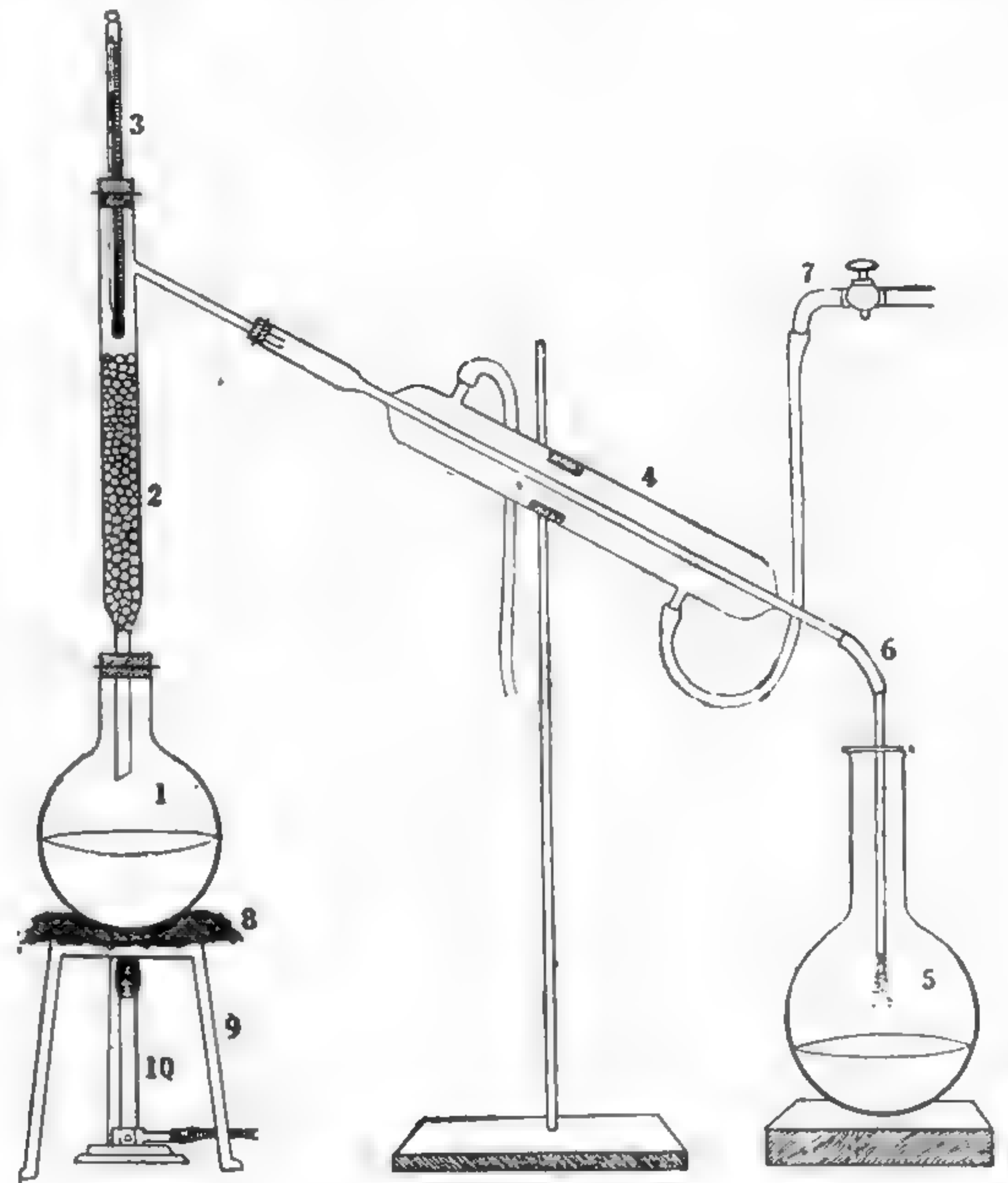
10 వ పటము :  
ఆంశిక స్వేదననాళము



11 వ పటము :  
ఆంశిక స్వేదననాళము  
కాడ - బిల్ల నమోనా.

అందులో చాల సరళమైన రెండు రూపములను 10 వ, 11 వ పటములలో కననగును. ఈ నాళమును స్వేదన పాత్రకు తగిల్చి అమర్చిన పరికరము 12వ పటములో చూపబడినది. స్వేదన పాత్రలో ఉంచిన బెన్జిన్ - టాల్యూయిన్ మిశ్రమును వేడిచేసినపుడు ఈ రెండు ద్రవముల బాష్పములు కలిసి పైకి ఎగయును. ఈ బాష్పమిశ్రములో తక్కువ క్వథనాంకము కలిగి ఆ కారణమున ఎక్కువ బాష్ప శీలమయిన బెన్జిన్ యొక్క పాలు ఎక్కువగా ఉండును; టాల్యూయిన్ పాలు తక్కువగా ఉండును. ఈ బాష్పమిశ్రము స్వేదనపాత్రనుండి పైకి ఎగసి చల్లనిచోట చేరునపుడు తక్కువ బాష్ప శీలమైన టాల్యూయిన్ యొక్క బాష్పము ఎక్కువగా ఆ తావులపై ద్రవీభవించి ధారగా స్వేదనపాత్రలోనికి క్రిందికి దిగజారును. టాల్యూయిన్ తో బాటు కొంత బెన్జిన్ కూడ ద్రవీభవించును. కాని ఇట్లు ద్రవీభవించిన బెన్జిన్ రాశి టాల్యూయిన్ రాశితో సరిపోల్చి చూచిన చాల స్వల్పము. ఇట్లు టాల్యూయిన్ బాష్పమును ద్రవీభవించునపుడు విడివడిన ద్రవీభవన గుప్తోష్ణత యొక్క ప్రభావమున ద్రవీభవించిన బెన్జిన్ వేడెక్కి మరల ఆవిరియగును. ఇట్లు టాల్యూయిన్ బాష్పము ద్రవీభవించుట, ద్రవీభూతమైన బెన్జిన్ మరల బాష్పమగుట, ఆంశికరణ

నాళములోని ప్రతిమెట్టు పైనను జరుగు చుండును. దీని ఫలితమేమనగా బెన్జిన్ ఆవిరిరూపముగా నాళపు ఊర్ధ్వ



12 వ పటము : ఆంశిక స్వేదనపరికరము.

భాగమున కెగబ్రాకి, సంఘనకమును జొచ్చి, అందు ద్రవీభవించి సంగ్రాహకమును చేరును. ద్రవీభవించిన టాల్యూయిన్ ధారగా నాళపు పై భాగమునుండి క్రిందికి దిగజారి స్వేదనపాత్రను తిరిగి చేరును. అందువలన ఈ నాళపరికరముచే కావించబడిన స్వేదనప్రక్రియలో సంగ్రాహకమందు శుద్ధ బెన్జిన్, స్వేదనపాత్రయందు శుద్ధ టాల్యూయిన్ చేరుకొనును. అనగా ఈరెండు ద్రవములును వేరువేరుగా విశుద్ధభాగములుగ విడిపోవును.

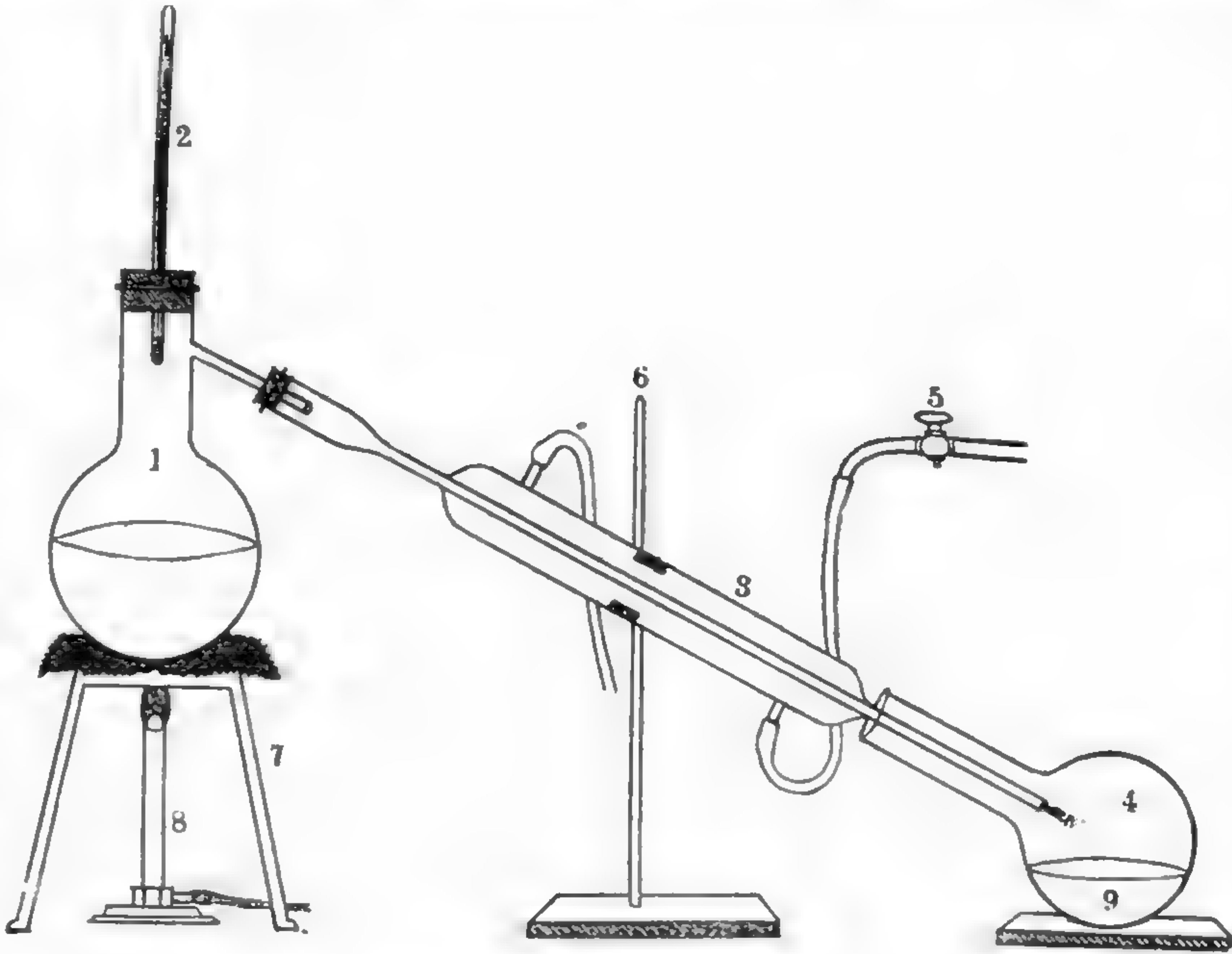
సరళస్వేదనము (సింపిల్ డిస్టిలేషన్) : ఒకద్రవములో మలినములు కొంచెము పాలు ఉన్నప్పుడు, ఆ మలినములు బాష్పశీలములు కానపుడు, ఆ ద్రవమును స్వేదనముచే శుద్ధపరుచ వచ్చును. శోధనాగారమందు తరచుగా జలమును శుద్ధరూపమున తయారుచేయుట ఆవశ్యకము అగుచుండును. ఇట్టి జలశోధన జలస్వేదనముచే కావించవచ్చును. లబ్ధమైన జలమునకు స్వేదితజలమని పేరు. స్వేదన పరికరము యొక్క భాగములు (చూ. 13 వ పటము) ముఖ్యముగా నాలుగు : 1. స్వేదనపాత్ర; 2. తాపక్రమమాపకము; 3. సంఘనకము (కండెన్సర్); 4. సంగ్రాహకము.

సాధారణవాతావరణప్రేషములో స్వేదనము ఒనర్చినపుడు ద్రవములు కొన్ని రాసాయనిక విశ్లేషణమును



చేందును. అట్టిద్రవముల విషయములో అల్పప్రేషపరిస్థితులలో స్వేదనముకావించుట ఆవశ్యకము. దీనికనువగు సులభ పరికరము ఒకటి 14 వ పటములో చూపబడినది. ఈ పరికర మందు స్వేదనపాత్ర, సంఘనకము, సంగ్రాహకము ఈమూడు అంగములును పై నున్న గాలికి చొరరాని అట్లుదృఢముగా ఒక దానితో ఒకటిబంధించబడి ఉండును.

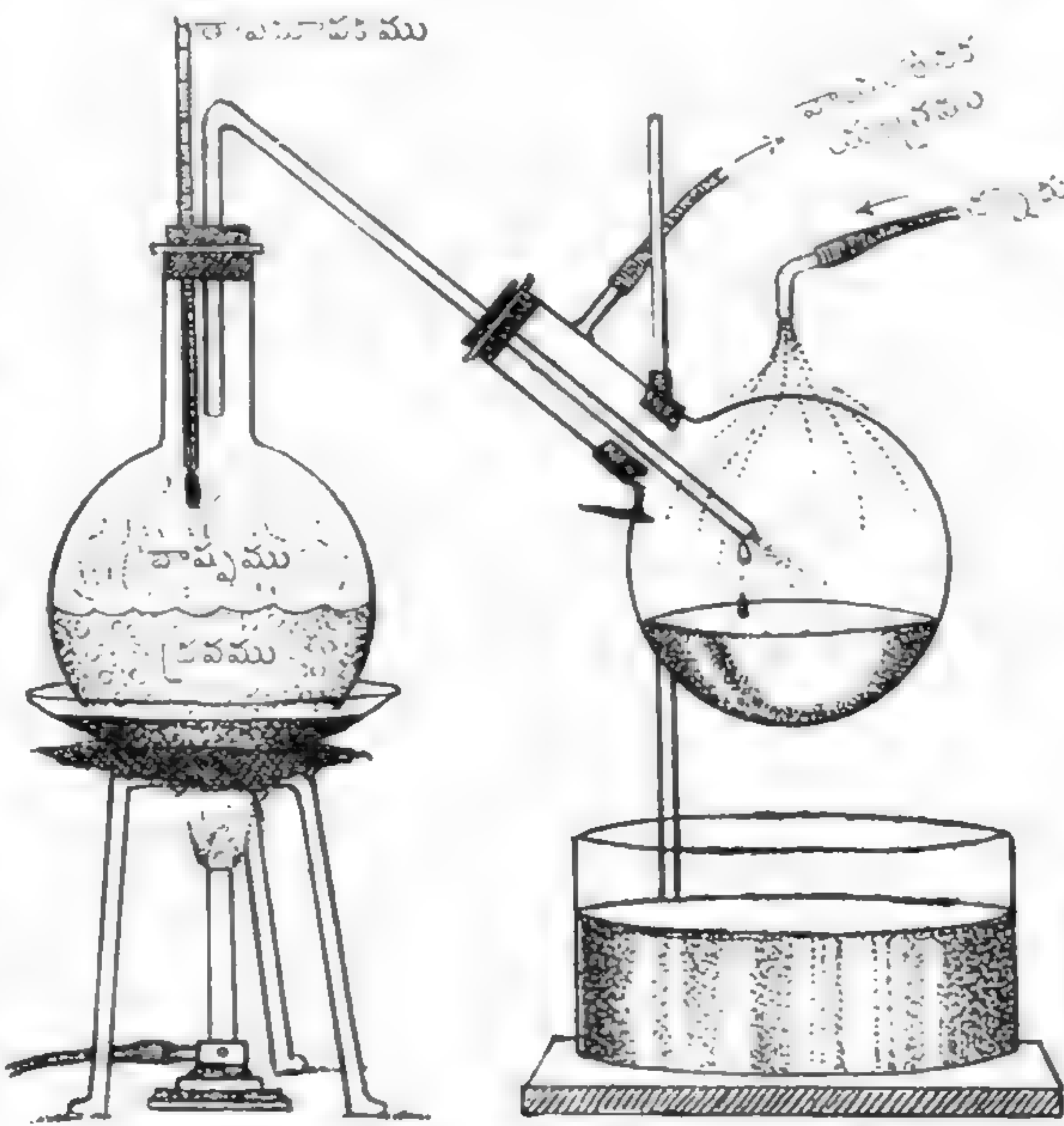
ఇందు సంగ్రాహకముగా ఆచరించునది మరియొక స్వేదనపాత్ర, దీని ప్రక్కగొట్టము వాయురేచకయంత్రమునకు కలుపబడి ఉండును. వాయురేచకయంత్రముచే పరికరములో నున్న గాలిని ఇష్టము వచ్చిన నిష్పప్రేషమునకు తీసికొని రావచ్చును. పటములో చూపని ప్రేషమాపకము ఒకటి వాయురేచకయంత్రమునకు, సంగ్రాహక పాత్ర ప్రక్కనాళమునకు మధ్య తగిలింపబడి ఉండును. ఈ మాపకమునందు అగపడు పాదరసము యొక్క ఎత్తువలన ప్రేషము ఎంత తగ్గి ఉన్నదో కనుగొనవచ్చును.



13 వ పటము : సరళస్వేదనపరికరము.

1. స్వేదనపాత్ర; 2. తాపమాపకము; 3. సంఘనకము; 4. సంగ్రాహకము; 5. నీటికొళాయి; 6. స్టాండు; 7. త్రిపాది; 8. బున్ సెన్ బర్నర్; 9. స్వేదితద్రవము.

నీటి ఆవిరితో బాష్పముగ పైకి పోవు ఘనద్రవ్యమునకు ఉదాహరణము బోరిక్ ఆసిడ్.



14 వ పటము : శూన్యప్రేషమందు స్వేదనము.

జలబాష్పస్వేదనము (స్టిమ్ స్టిలేషన్) :  $184^{\circ}\text{C}$  మరుగు తాపక్రమము గల ఆనిలీన్ ద్రవములోనికి నీటి ఆవిరిని పంపినచో  $100^{\circ}\text{C}$  తాపక్రమముననే ఈ ఆనిలీన్ ద్రవము నీటి ఆవిరితో కూడ బాష్పరూపమున బయటకు వెడలును. నీటితో కలియని ఎట్టి ద్రవద్రవ్యమునైనను, నీటి ఆవిరితో బాష్పముగా పోవుటకు సమర్థము కాని ద్రవ్యములనుండి వేరుచేయవచ్చును.

వైని ఉదాహరణముగా గ్రహించిన ఆనిలీన్ ను నైట్రోబెన్జిన్ అను ఇంకొక కార్బన్ యోగికము నుండి ఆక్సిహరణ ప్రక్రియచే తయారుచేయవచ్చును. నైట్రోబెన్జిన్ ను ఆక్సిహరణ ప్రక్రియకు గురిచేసిన తరువాత లభించెడి ద్రవ్యములో కొంత నైట్రోబెన్జిన్ కూడ మిగిలి ఉండును. దీనినుండి ఫలితద్రవ్యమైన ఆనిలీన్ ను వేరుచేయుటకు బాష్పస్వేదనమునకు ఉపయోగించవలెను. బాష్పస్వేదనమునకు వలయు పరికరము 15 వ పటములో కననగును.

15 వ పటము : బాష్పస్వేదనమునకు ఉపయోగించవలెను.



## రాసాయనిక విధానములు (సామాన్య)

స్వేదనము నొందించు ద్రవ్యమును స్వేదనపాత్ర (1) లోనికి తీసికొని దానిలోనికి జలశాష్పజనకము (2) నుండి

నీటిఆవిరిని పంపవలయును. నీటి ఆవిరి,

ద్రవశాష్పము ఈ

రెండిటి మిశ్రమును

కండెన్సర్ (3) లో

శీత లీకరించినచో

శాష్పమిశ్రము ద్రవీ

భవించి సంగ్రాహ

కము (6)లో చేరును.

స్వేదన పాత్రలోనికి

చొరబడు నీటి ఆవిరి

అక్కడే ద్రవీభవించి

ఆ పాత్ర యందున్న

ద్రవ మిశ్రాయతన

మును ఎక్కువ చేయ

కుండుటకై స్వేద

నపాత్రను వాలుకా

తాపకము (సేండ్ బాత్) చే

గాని, బున్ సెన్ బర్నర్ చే

గాని వేడిచేయవలెను.

సంగ్రాహకమందు

నీటితో కూడ సంగ్రహింపబడిన

ద్రవ్యము ద్రవమై అది

నీటితో కలియనప్పుడు,

పృథక్కరణగలనిచే

మిశ్రమునుండి కావలసిన

ద్రవమును వేరుచేయ

వచ్చును. సంగ్రహితద్రవ్యము

ఘనమైనచో ఆమిశ్రమును

వడపోసి దానినుండి

ఘనద్రవ్యమును వేరుచేయవచ్చును.

రాసాయనిక విధానము :

బజారులో దొరకు వెండిలో

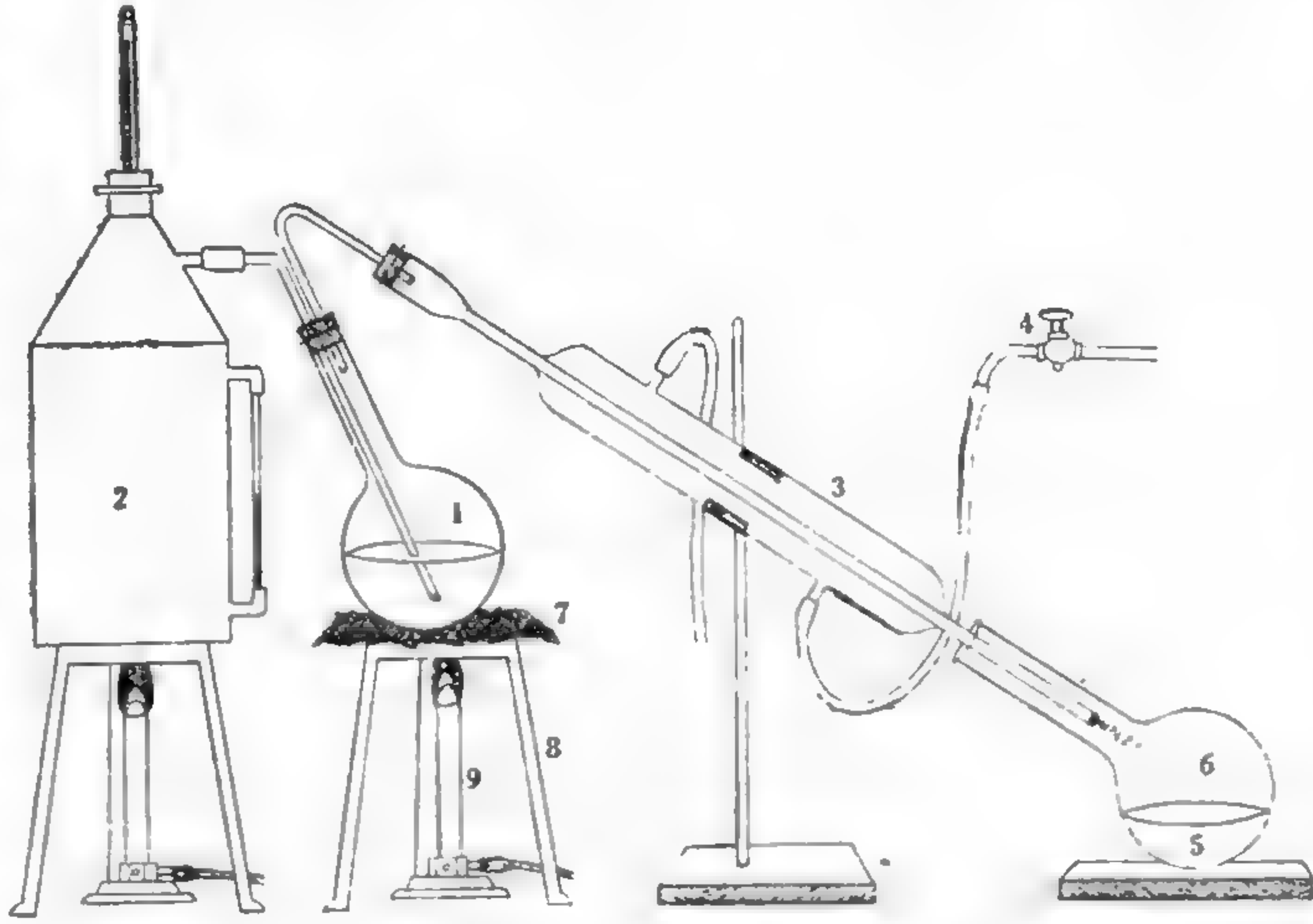
అతిస్వల్పముగా బంగారము,

అంతకన్న కొంచెము ఎక్కువ

రాగి కలిసిఉండును. ఈమిశ్రమునుండి

శుద్ధమైన వెండిని

విడదీయవలెననిన భౌతికవిధానములేవియును



15 వ పటము : జలశాష్పస్వేదనపరికరము.

1. స్వేదనపాత్ర ; 2. శాష్పజనకము ; 3. సంఘనకము ; 4. నీటికొళాయి ; 5. స్వేదితద్రవము ; 6. సంగ్రాహకము.

లోనికి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువును, ద్రావణపు నీలి

రంగు పోవువరకు పంపించినచో పరశుద్ధమైన వెండి,

బూడిద రంగుగల

చూర్ణ రూపమున

పాత్ర క్రిందికి దిగి

పోవును. ద్రావణ

ములో కలిసి ఉన్న

ఈ చూర్ణమును వడ

పోసి, ద్రావణమును

వేరుచేసి శుద్ధజల

ముతో జాగ్రత్తగా

అంటుకొనిన మలి

నములన్నియుతొలగి

పోవునట్లు కడుగ

వలెను. వడపోత

కాగితముపై పరి

శుద్ధమైన రజత

చూర్ణము మిగిలి

ఉండును.

ఇట్లే ఏ మిశ్రమునైనను ఉచిత విశేష రాసాయనిక

పద్ధతులను ఉపయోగించి విడదీయవచ్చును. భౌతిక విధాన

ములను, వర్గీకరించినట్లు ఈపద్ధతులను వర్గీకరించి వివ

రించుటకు వీలులేదు. ఎప్పటికప్పుడు అభ్యాసకుడు తన

అనుభవమును, బుద్ధికౌశలమును ఉపయోగించి విడదీయు

పద్ధతులను ఆలోచించవలసినదేతప్ప అన్ని పక్షములలో

ఒకేరీతిని వినియోగపడు పద్ధతులు లేవు.

శుష్కీకరణము : సామాన్య తాపక్రమమందుగాని,

నీరుమరుగు తాపక్రమమందుగాని, అంతకన్న కొంత

హెచ్చుతాపక్రమమునగాని శుష్కీకరణప్రక్రియను జరి

పించవచ్చును. సామాన్య తాప

క్రమమువద్ద వస్తువుల తడిని

తొలగించుటకు ఉపయుక్తమైన

పరికరమునకు శుష్కకము

(డెసికేటర్) అని పేరు. దీని

ఆకారము 16 వ పటములో

చూడనగును. ఈ పాత్రయొక్క

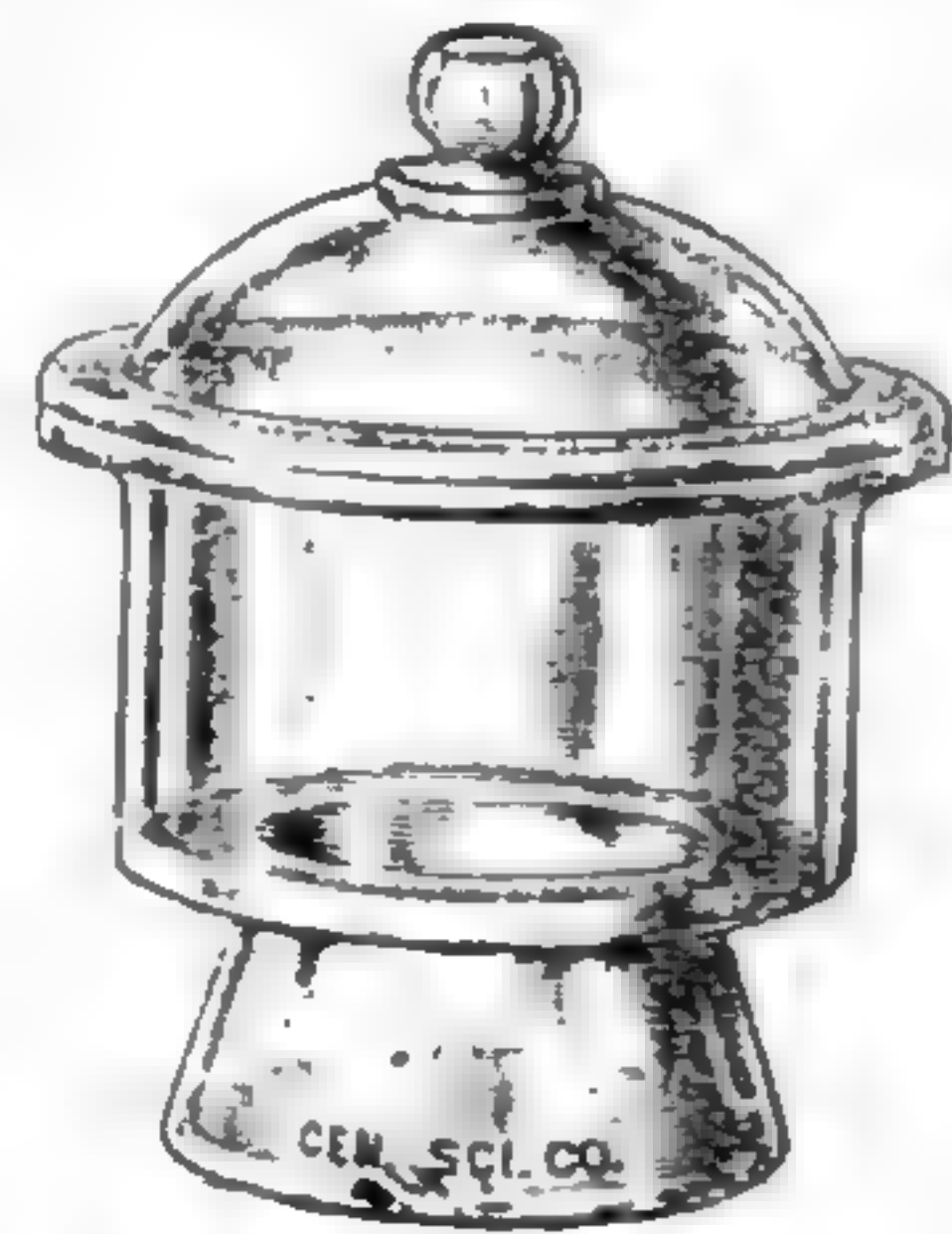
క్రిందిభాగముకన్న మీది భాగము

కొంత విరివిగా ఉండును. ఈ

రెండుభాగములను కలుపుగట్టుపై తీగవలను ఉంచి దాని

పైని వస్తువులను పెట్టుదురు. క్రింది భాగములో తడిని

పీల్చుకొను సామర్థ్యము గల రాసాయనిక ద్రవ్యములను



16 వ పటము : డెసికేటర్ కొంత విరివిగా ఉండును. ఈ

రెండుభాగములను కలుపుగట్టుపై తీగవలను ఉంచి దాని

పైని వస్తువులను పెట్టుదురు. క్రింది భాగములో తడిని

పీల్చుకొను సామర్థ్యము గల రాసాయనిక ద్రవ్యములను



ఉంచుదురు. తడిని పీల్చుకొనగల ద్రవ్యములలో ముఖ్యమైనవి మూడు: 1. నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్; 2. తడి పోవునట్లు వేడిచేసి కరిగించి చల్లార్చిన కాల్షియమ్ క్లోరైడ్, 3. ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్. ఈ మూడు ద్రవ్యములును క్రమముగా ఒకదానికన్న ఇంకొకటి హెచ్చినమర్థములైనవి. మొదటి రెండు ద్రవ్యములను సాధారణముగా శుష్కకములలో వాడుకచేయుదురు. ప్రబలశుష్కకరణము ఆవశ్యకమైనపుడే మూడవది అగు ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ను వాడుదురు. శుష్కకరణము నీరుమరుగు తాపక్రమమున చేయవలసి వచ్చినపుడు జలబాష్పతాపనపేటికను వాడుక చేయుదురు. ఇంతకన్న అధిక తాపక్రమమున శుష్కకరణము జరుగవలసి వచ్చినపుడు వాయుతాపనపేటికను వాడుదురు.

ఈ పై విధానములను ఉపయోగించి, వేరుచేసి పరిశుద్ధముగా ఏర్పరచిన ద్రవ్యముల పారిశుద్ధ్యమును పరీక్షించుటకు, ద్రవ్యము ఘనమైనపుడు దాని ద్రవాంకము, ద్రవమైనపుడు దాని క్వథనాంకము, వాయువైనపుడు దాని సాంద్రత మొదలగు విశిష్టధర్మముల నిర్ణయింతురు.

క్వథనాంక నిర్ణయము: దీనికై వాడుకలో ఉన్న పరికరమును 17 వ పటములో కననగును. పటములోని స్వేదన పాత్ర 50 ఘ. సెం. మీ.

ఆయతనము కలది.

దానిని త్రిపాదిపై

నున్న ఆస్మెస్టాస్

అట్టలో గుండ్రముగా

కోసిన కన్నముపై

భాళిలేకుండ నొక్కి

పెట్టవలెను. తాపక్రమ

మాపకమును స్వేదన

పాత్రయొక్క ప్రక్క

గొట్టమునకుకొంచెము

క్రిందుగా ఉండునట్లు

చూడవలెను. బున్

సెన్ బర్నర్ తో క్రింద

నుండి మెల్లగా వేడి

చేయవలెను. ఏ తాప

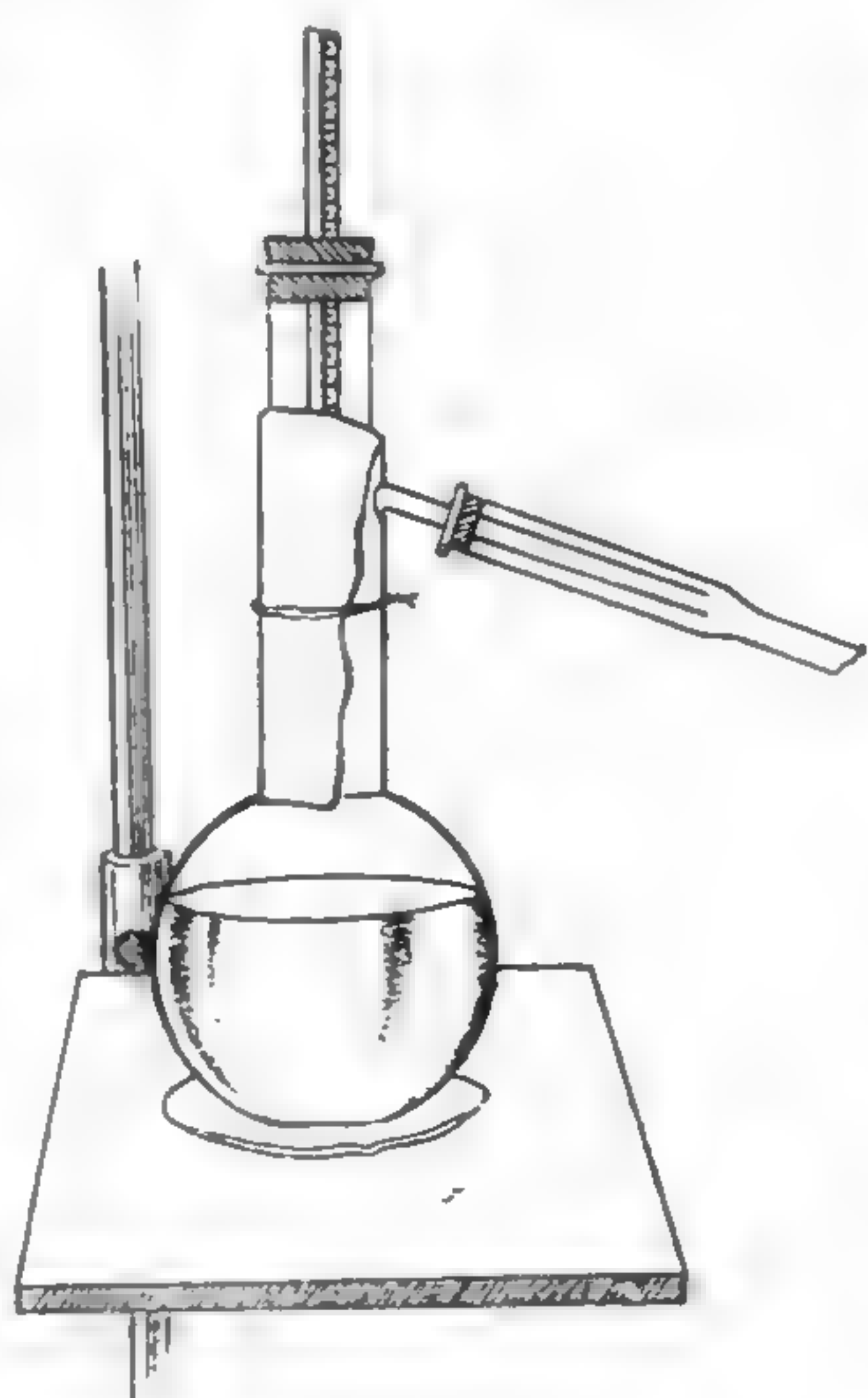
క్రమమువద్ద ద్రవము

మరుగుటకు ప్రారంభించునో సులభ

ముగా కనుగొనవచ్చును. ఈ లభ్యమైన క్వథనాంకమును

ప్రమాణప్రేషపరిస్థితులకు అన్వయించునట్లు ప్రత్యేకగణన

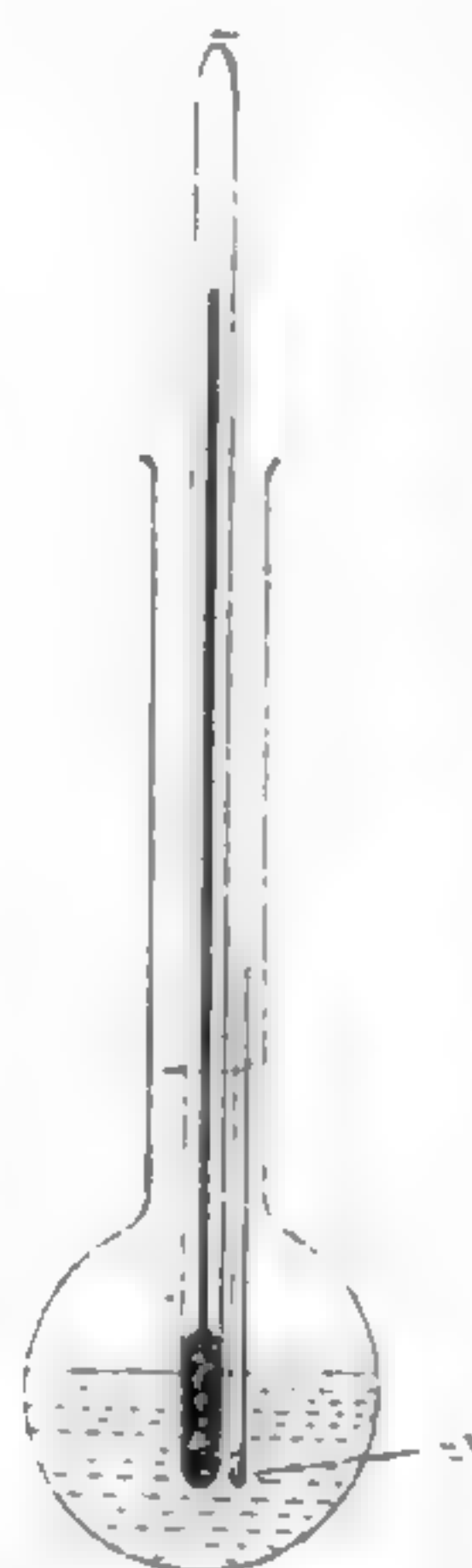
పద్ధతులచే సరిదిద్దుదురు.



17 వ పటము :

క్వథనాంక నిర్ణయపరికరము

ద్రవాంకనిర్ణయము : ప్రయోగము - అడుగు మూయబడిన 5-రి సెం. మీ. పొడవుగల కేశనాళములో అడుగు నుండి రెండు సెంటీమీటరుల ఎత్తువరకు ద్రవ్యము యొక్క చూర్ణమును క్రుక్కి తాపక్రమమాపకముక్రింది భాగమున ప్లాటినమ్ తీగతో బంధించవలెను. అటుపిమ్మట నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో సగము నింపిన పొడవుమెడగల



18 వ పటము :

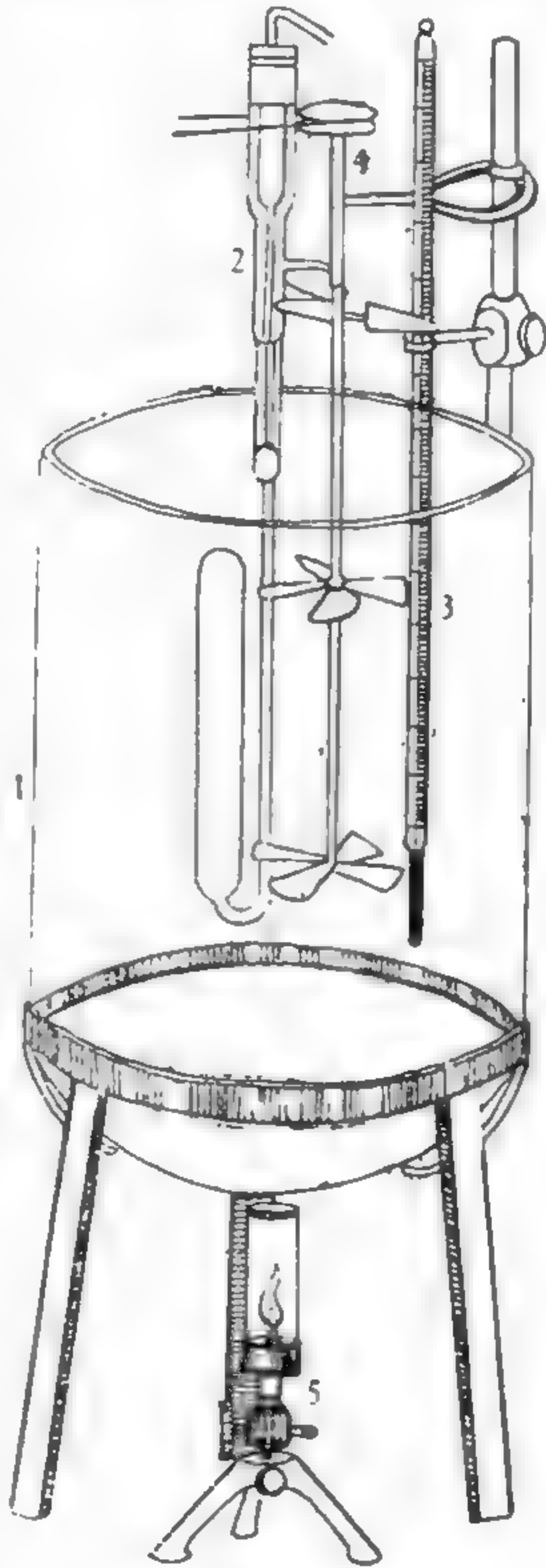
నున్న ద్రవ్యము దిగజారుటకు ప్రారంభించునో జాగ్రత్తగా కనిపెట్టవలయును. నిర్ణయపరికరము తరువాత మరి కొంచెము తాపక్రమము నిక్కువగునట్లు వేడిచేసి బర్నర్ ను పాత్ర క్రింద నుండి తీసివేయవలెను. ఇప్పుడు తాపక్రమము క్రమముగా తగ్గుట మొదలిడును. మరల ఏ తాపక్రమమువద్ద ద్రవము గడ్డకట్టుట మొదలిడునో నిర్ణయించవలెను. సాధారణముగా ద్రవాంకముయును, ఘనీభవనాంకముయును ఏకీభవించవు; కొంచెము వ్యత్యాసము ఉండును. ఈ రెండు తాపక్రమముల మధ్యమానము ద్రవ్యముయొక్క యథార్థ ద్రవాంకమై ఉండును. వాయుద్రవ్యముల పారిశుద్ధ్య పరీక్షకు ఉపయోగించు వాయుసాంద్రతా నిర్ణయపద్ధతులకు అణుభారనిర్ణయము (చూ. పు. 126) చూడనగును.

తాపక్రమ స్థాపకము (తెర్మోస్టాట్): ఏదేని భౌతిక రాసాయనిక ప్రక్రియను ఒక స్థిర తాపక్రమమువద్ద పరీక్షించవలసివచ్చినపుడు అప్రక్రియ ఎందులో జరుగునో ఆ పరికరమును ఒక స్థిర తాపక్రమమువద్ద ఉంచబడిన తాపాళయములో ఉంచవలెను. ఈ తాపాళయమునకు 'తాపక్రమస్థాపకము' అనిపేరు. ఇది ఒక అండా వంటి రాగిపాత్ర. లోపల జరుగు ప్రక్రియను పైనుండి చూచుటకు ఈ పాత్రలను గాజుతోకూడచేయుదురు. 18 వ పటములో గాజుతాపక్రమ స్థాపకము '1' అని చూపబడి ఉన్నది. ఇది 15 లీటరుల ప్రమాణముగల పెద్ద గాజు అండా. 50°C క్రింద తాపక్రమ



## రాసాయనిక విధానములు (సామాన్య)

ములను స్థిరముగా ఉంచుటకు అండాలో నీటినే తాపక ద్రవముగా వాడుక చేయుదురు. ఇందులోనున్న నీటియొక్క తాపక్రమమును స్థిరముగా నుంచుటకు తాపక్రమ నియంత్రకము అను పరికరమును వాడుక చేయుదురు. ఇది 19 వ పటములో '2' అని గుర్తించబడినది. '3' అనునది తాపక్రమ మాపకము. ఇట్టి తాపక్రమ స్థాపకములయందు ఉండు ద్రవద్రవ్యమును అంతటను ఒకే తాపక్రమమును కలిగి ఉండునట్లు చేయుటకు ద్రవమును జాగుగా కలుపుచుండవలెను. అట్టి సాధనము ఒకటి పటములో '4' చే గుర్తించబడినది. ఈ మంథన దండమునకు పై చివరనున్న కప్పీకి త్రాడు తగిలించి చిన్న ఎలక్ట్రిక్ మోటారు చే దండము తిరుగునట్లు చేయవచ్చును. దండమునకు క్రింది చివరను, మధ్యను అతికించి ఉన్న రేకులు తాపక్రమస్థాపకములో ఉన్న నీటిని వలయునట్లు కలుపును.



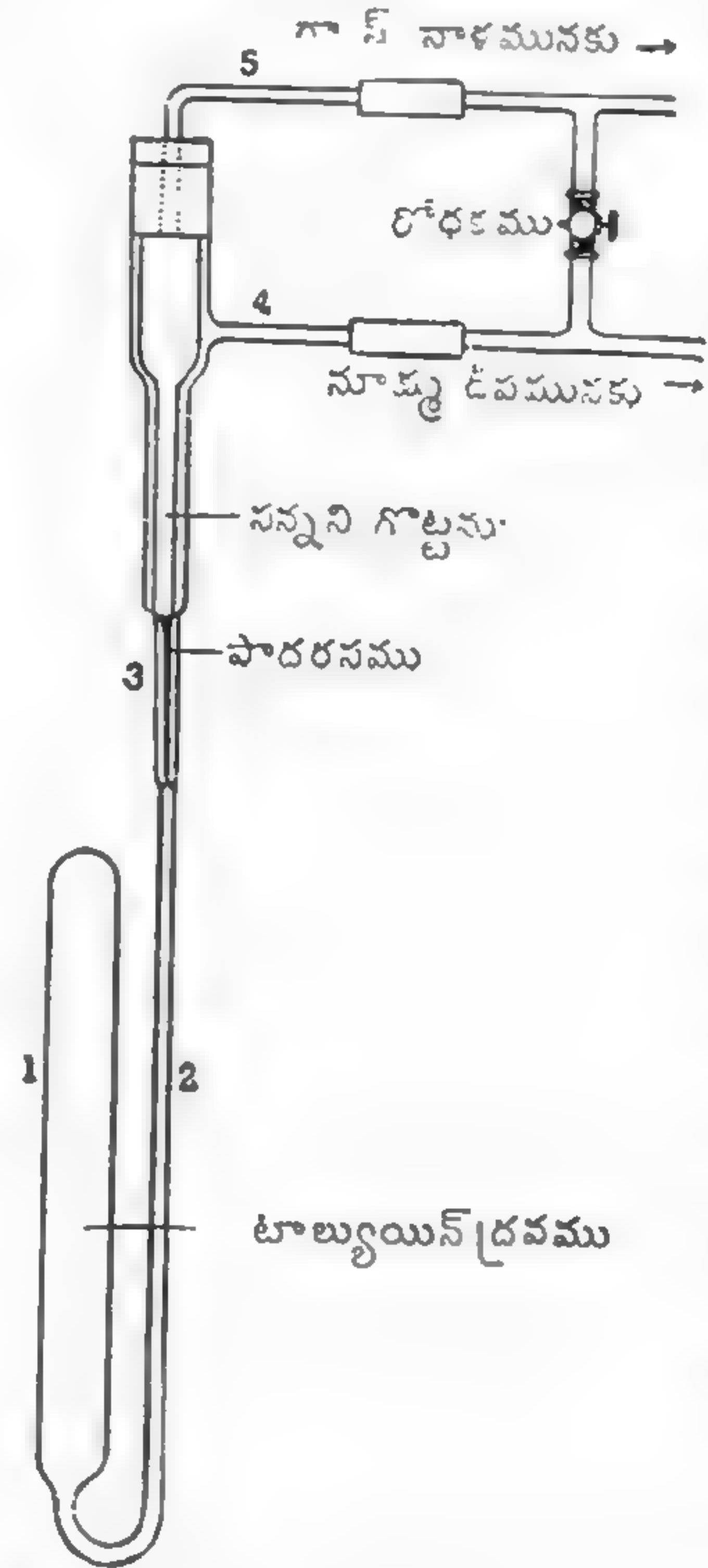
19 వ పటము :

తాపక్రమస్థాపకము

1. గాజు అండా ;
2. తాపక్రమనియంత్రకము ;
3. తాపక్రమమాపకము ;
4. మంథనదండము ;
5. సూక్ష్మదీపము.

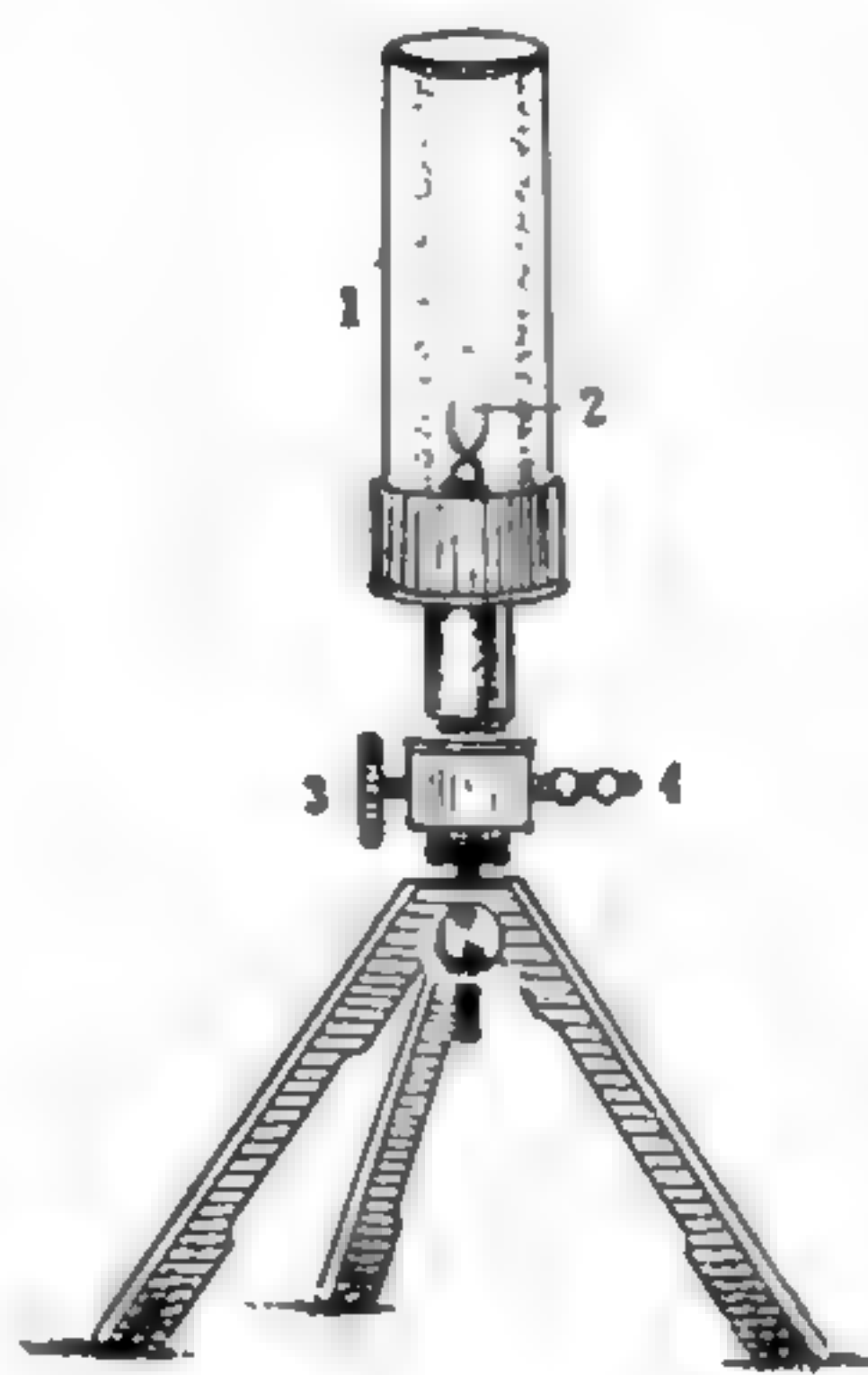
**తాపక్రమనియంత్రకము (తెర్మోరెగ్యులేటర్) :** ఈ పరికరమునకు ముఖ్యమైనభాగములు మూడు (చూ. 20 వ పటము). అందులో '1' అనునది వెడల్పుటి 2. సెం. మీ. అర్ధవ్యాసముగల గొట్టము. దీని ఒక చివర మూయబడి రెండవచివరను మీదికి వంగిన '2' అను సన్నటి 4 మి.మీ. అర్ధవ్యాసముగల గొట్టము అతికిఉన్నది. దీనిపైన '3' అను మిక్కిలి సన్నని అర్ధవ్యాసముగల కేశనాళము ఒకటి అతికి ఉన్నది. ఈ కేశనాళముమీదికి మరల వెడల్పుచేయబడి '4' అను ప్రక్కగొట్టము ఒకటి దీనికి అనుకబడి ఉన్నది. ఈ నియంత్రకముఖద్వారము రబ్బరుకార్కుతో మూయబడి ఉండును. కార్కుగుండా 7 ఆకారముగల గాజు గొట్టము దూర్చబడి ఉన్నది. ఈనాళముయొక్క లోపలి చివర మరల కేశనాళముగా నిర్మించబడినది. ఈ గొట్టము

యొక్క చివర, 4 వద్ద నియంత్రక ముఖనాళమునకు ప్రక్కన అతికియున్న గొట్టముయొక్క చివర, ఈరెండును



20 వ పటము : తాపక్రమనియంత్రకము

టాల్బ్యుయిన్ అను ద్రవముతో నిండియుండును. క్రింద నున్న టాల్బ్యుయిన్ ను నొక్కుచు కేశనాళమందు కొంతపాదరసము ఉండును.



21 వ పటము.

సూక్ష్మబుస్ సెన్సర్

గొట్టమునుండి గాస్, సూక్ష్మదీపమునకు అత్యల్పముగా, అనగా దీపము ఆరిపోకుండునట్లు అందించబడును. నియంత్రకములోనున్న సూదిగొట్టపు మొన ఒకప్పుడు పాద

I ఆకారము గల గొట్టమునకు ఎడమ వైపున ఉన్న రెండు చివరలతో రబ్బరు గొట్టముతో కలిపి ఉన్నవి. ఈ I గొట్టము కుడివైపు రెండు కొనలలో మీదది ఇంధనవాయువును సరఫరాచేయు గొట్టము నకును క్రింద నున్నది తాపక్రమస్థాపకమును వేడి చేయు చున్న సూక్ష్మ బుస్ సెన్సర్ బర్నర్ (చూ. 21 వ పటము) యొక్క క్రింది గొట్టమునకును కలిపి యుండును.

నియంత్రకము కేశనాళము వరకు టాల్బ్యుయిన్ అను

ద్రవముతో నిండియుండును. క్రింద నున్న టాల్బ్యుయిన్ ను నొక్కుచు కేశనాళమందు కొంతపాదరసము ఉండును. ఈ పాదరసము కేశనాళపు పైభాగమున ఉన్న స్థూల నాళముయొక్క అడుగున చిన్న మడుగుగా ఏర్పడి యుండును. ఈ పాదరసము నకు ఇంచుమించుగా తగులునట్లు రబ్బరు కార్కులో నుండి దూర్చబడిన 7 నాళముయొక్క కేశనాళపు కొన ఉండును. దీనితో కలిపి యున్న I నాళముయొక్క సంధాననాళములో అమర్చబడిన కవాటముచే సరఫరా



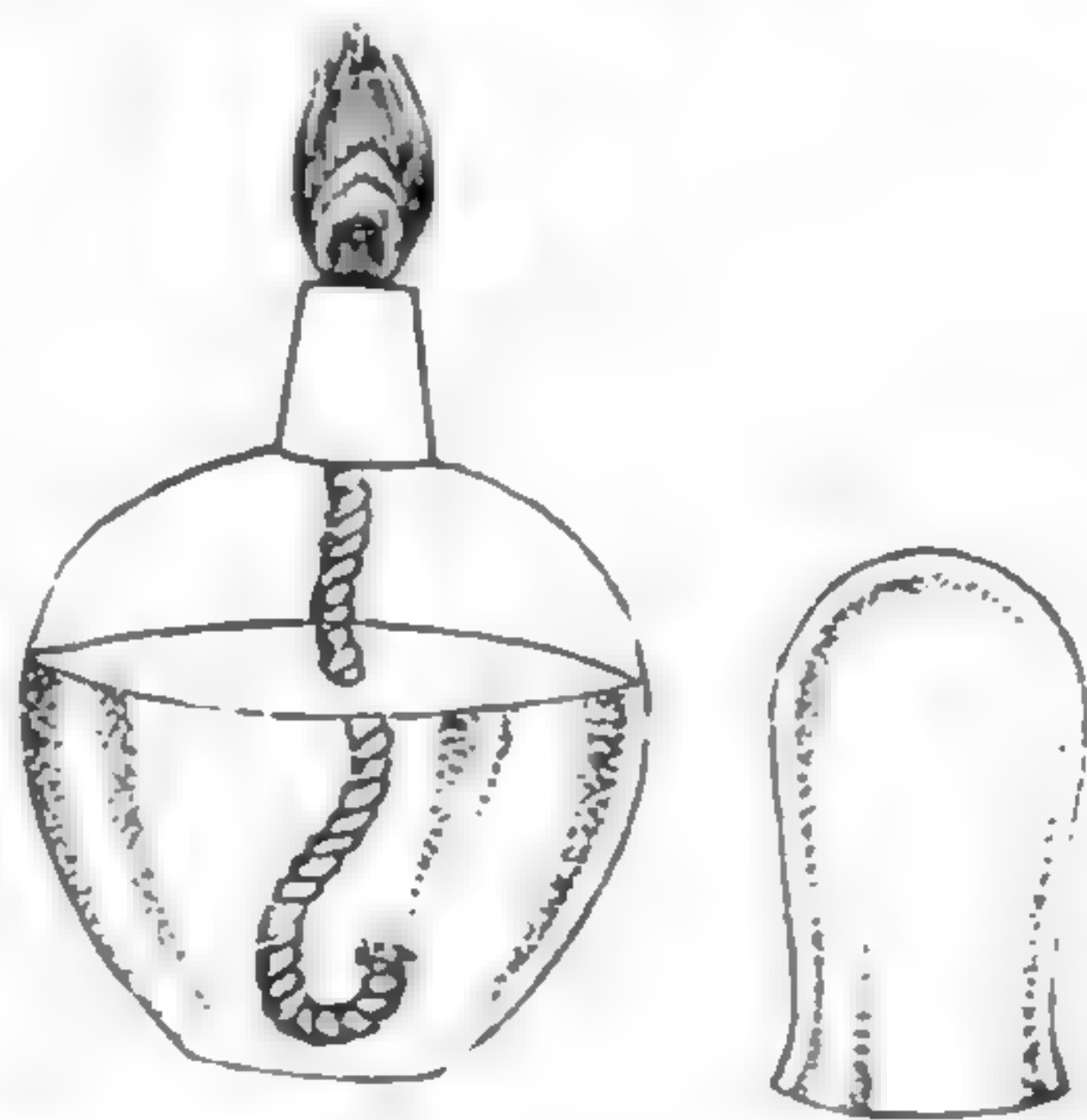
రసముచే మూయబడినను తాపక్రమస్థాపకము క్రింది జ్వాల ఆరిపోదు.

సూక్ష్మజ్వాలలోనుండి స్థాపకమునకు అందించబడిన వేడివలన తాపక్రమము ఆవశ్యకమయిన దానికన్న కొంచెము ఎక్కువైనపుడు ఆ హెచ్చువేడిమికి నియంత్రకములోనున్న టాల్బ్యుయిన్ యొక్క ఆయతనము కొంచెము ఎక్కువై పైనున్న పాదరసమును కొంచెము పైకి త్రోయును. అందువలన జ్వాలకు ఇంధనవాయువును అందించుచున్న కేశనాళముయొక్క ముఖమును పాదరసము మూసివేయును. అందుచే తాపక్రమస్థాపకమునకు అందిన వేడిమి తక్కువై టాల్బ్యుయిన్ కొంచెము చల్లారుటవలన సంకోచించి పాదరసపు మట్టము కొంచెము క్రిందికిదిగును. అందువలన కేశనాళముముఖము మరల తెరువబడును. జ్వాలకు గాస్ ఎక్కువగా అంది స్థాపకతాపక్రమము మరల పెరుగుట ప్రారంభించును. నియంత్రకములోని వాయుమోచక కేశనాళమును ఉచితరీతిని సర్దుటవలన స్థాపక తాపక్రమము అత్యల్పమైన మార్పులకు లోనగు నట్లు, అనగా ఇంచుమించుగా స్థిరముగా ఉండునట్లు చేయవచ్చును.

తాపన విధానములు-సారాయి దీపము: పొగ లేకుండ మండునట్టిదియగుటచే 15 వ శతాబ్దముననే (చూ. 22 వ పటము) సారాయి దీపము రాసాయనిక పరిశోధనా గారమున ప్రవేశించినది. కాని సారాయి ఆరోజులలో చౌకగా దొరకకపోవుటచేత అంతకు ముందున్న నూనె దీపములే హెచ్చుకాలము నిలిచినవి. శోధనా గారమునందు ప్రాచుర్యమునకు దెచ్చి సారాయి దీపమునకు నేటి ఆకారమును ఇచ్చినవాడు బర్టీలియస్ (1779 - 1849).

నేల బొగ్గునుండిగాని, కిరసనాయిలు నుండిగాని తయారగు వాయువుయొక్క జ్వాలను పొగలేకుండచేసి తాపసాధనముగా వాడుకచేయుటకు బున్సెన్ (1811-1899)

అను జర్మను రాసాయనికుడు తనపేరున నేడు బరగుచున్న దీపమును 1885 లో నిర్మించెను. ఇది నేడు సర్వత్ర

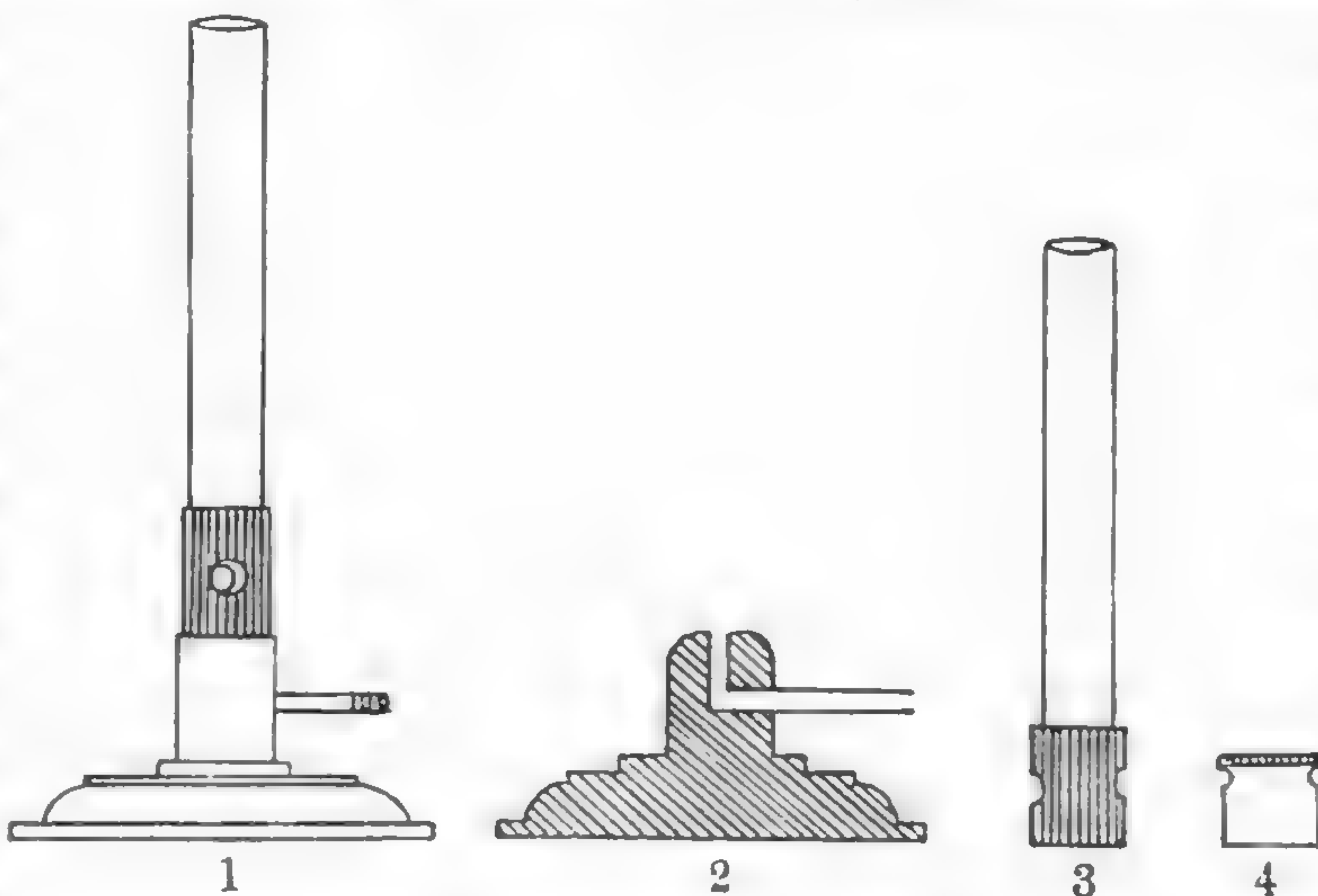


22 వ పటము: సారాయిదీపము, మూఠ.

శోధనా గారముల యందు వాడుకలో ఉన్నది. ఈ దీపము (1) యొక్క భాగములు మూడు. (చూ. 23 వ పటము). '2' అనునది ఆధారము(మట్టు). దీనిలోనికి ప్రక్కనాళము ద్వారా ఇంధన వాయువు ప్రవేశించును. దీని శిఖరమున ఉన్న చిన్న బెజ్జము ద్వారా వాయువు పైనున్న గొట్టము (3) లోనికి ప్రవేశించును. వెలిగించినపుడు ఈ గొట్టపు పై చివరను వాయువు మండును. గొట్టము యొక్క క్రింది చివరను గాలిని ప్రవేశపెట్టుటకు ఒకదానికొకటి ఎదురుగా రెండు కన్నములు ఉన్నవి. ఈ గాలి రంధ్రములను ఇచ్చవచ్చినట్లు మూయుటకు, తెరచుటకు తగిన వలయము ఒకటి

(4) గొట్టపు క్రిందభాగమును ఆవరించి ఉన్నది. గొట్టమునకున్న రంధ్రములతో సరిగా నుండు రంధ్రములు వలయమందుకూడ గలవు. దీనిని చేతితో త్రిప్పుట వలన గాలి రంధ్రములను మూయవచ్చును లేదా తెరవవచ్చును.

గాలి రంధ్రములను మూసి ఉంచి నపుడు శిఖరమున పొగను చిమ్ముచు కాంతి గల పొడవైన జ్వాల లభించును. గాలి రంధ్రములను తెరచినపుడు జ్వాల చిన్నదియై కాంతి హీనముగ ఉండును. గాలి రంధ్రములు తెరచి ఉన్నపుడు ఆధారమందున్న బెజ్జము నుండి కొంత విసురుతో పైకి వచ్చుచున్న ఇంధనవాయువేగము దానికి ముందున్న గాలిని పైకి నెట్టుకొని పోవుటచే



23 వ పటము: బున్సెన్ బర్నర్; భాగములు.



## రాసాయనిక విధానములు (సామాన్య)

ప్రక్కలనున్న గాలిలో ఒత్తిడి కొంచెముతగ్గి ఆంశిక శూన్యము ఏర్పడును. దీని ఫలితముగా గాలి రంధ్రముల ద్వారా గొట్టములోనికి వైనుండి గాలిప్రవేశించి గొట్టము లోని ఇంధనవాయువుతో బాగుగా కలిసిపోవును. ఈ కలిసి పోవుట కారణముగా ఇంధనవాయువు గాలిలో నున్న ఆక్సిజన్ ని గ్రహించి, పూర్తిగామండి కాంతి విహీనమైన జ్వాలను ఇచ్చును.

గాలిరంధ్రములు మూయబడినప్పుడు ఇంధన వాయు వులోనున్న హైడ్రోకార్బన్ యోగికములు పూర్తిగా మండుటకు ఆక్సిజన్ చాలక కొంత కార్బన్ జ్వాలతో కలిసి ఉండును. విడి కార్బన్ ఉన్నట్లు దానితో కూడి ఉన్న పొగజ్వాలలో ఉంచిన తెల్లనిపాత్ర మసిపారుట తెలియచేయును. జ్వాలలోఉన్న కార్బన్ కణములు జ్వాల యొక్క వేడికి ఎర్రబడి జ్వాలకు కాంతిని ఇచ్చును.

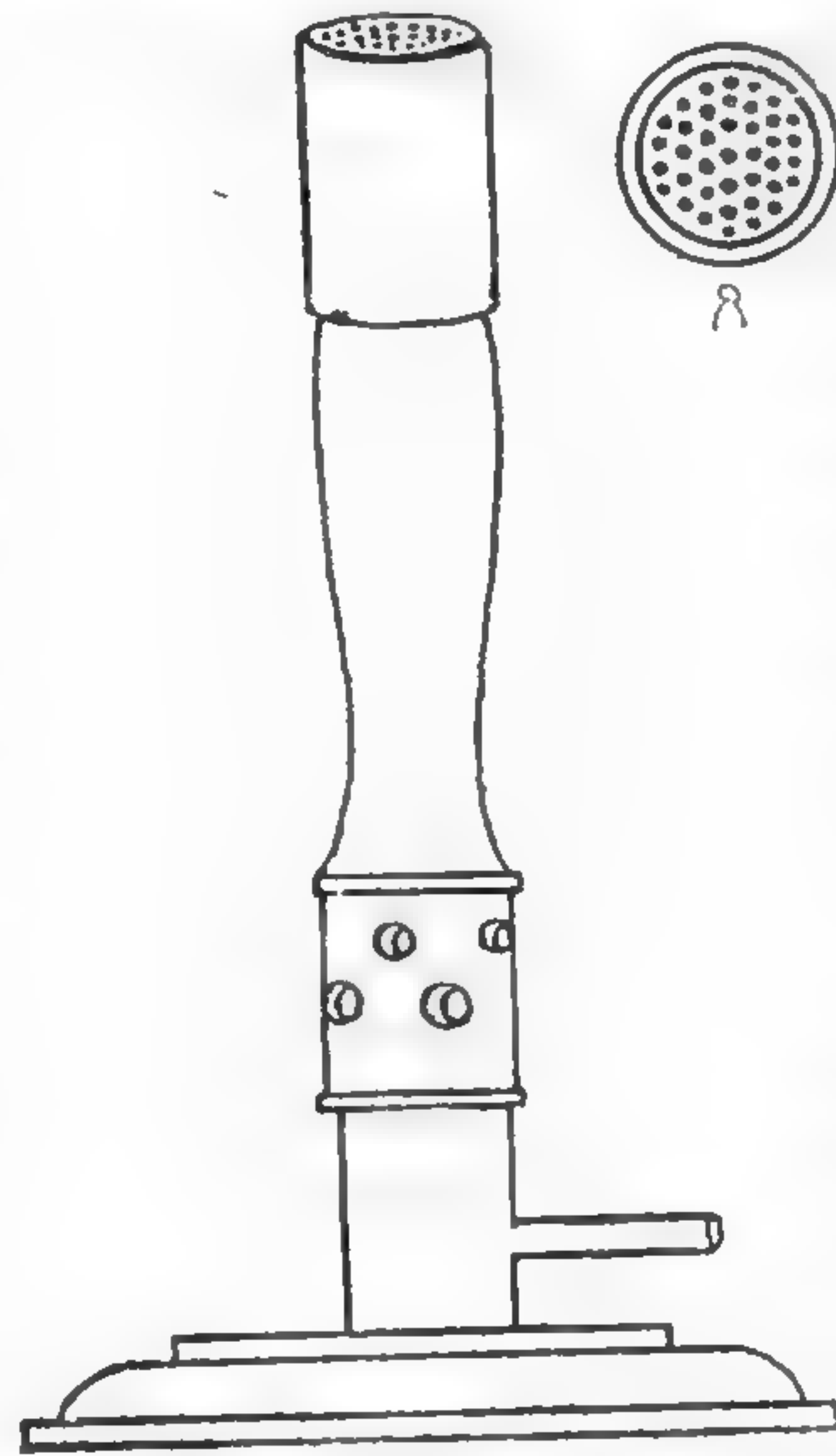
బున్ సెన్ బర్నర్ గొట్టమందు ప్రవహించు వాయు మిశ్రమంలో వాయువుతో గాలి ఒక నిర్దిష్ట నిష్పత్తిలో ఉన్నప్పుడే గొట్టముచివర వాయుమిశ్రమ చప్పుడులేక నీలిరంగుతో మండును. గాలి ఎక్కువై ఇంధనవాయువు తగ్గినపుడు జ్వాల హోరుమను ధ్వని చేయుచుండును. గాలి రంధ్రములు తెరచిఉన్న స్థితిలో మండుచున్న బున్ సెన్ జ్వాలకు క్రింద బిరడాను త్రిప్పి ఇంధనవాయు ప్రసార మును తగ్గించుచు రాగా ఒకదశలో గొట్టముక్రిందికి మంట హఠాత్తుగా దూకి ఆధారమందున్న బెజ్జముపై పొగతో కూడుకున్న జ్వాలతో మండును. ఈ సంఘటనకు జ్వాల వక్రించినది అందురు.

సాధారణముగా బున్ సెన్ బర్నర్ యొక్క జ్వాల యందు ఒక భాగము ఇంధన వాయువుతో  $2\frac{1}{2}$  భాగములు గాలి కలిసి ఉండును. ఇంతకన్న గాలియొక్క అనుపాత మును హెచ్చించి చూచినచో జ్వాల క్రిందికి తన్నును.

మెక్కర్ అను రాసాయనికుడు ఇట్టి మిశ్రమమును జ్వాలింపజేయుటకు తగిన దీపమును ఒక దానిని నిర్మించెను.

ఈ దీపమునకు 24 వ పటములో చూపినట్లు గాలిరంధ్ర ములు బున్ సెన్ బర్నర్ లోనున్న రంధ్రములకన్న పెద్దవి; వాటిసంఖ్య కూడ ఎక్కువ. గొట్టము పై చివరను లోపల అమర్చిన నికెల్ ధాతువుతో చేయబడిన జాలకము, జ్వాలను క్రిందికి తన్నుకుండ కాపాడును. గొట్టముయొక్క ముఖద్వారమునుండి బయటికి వచ్చుచున్న వాయుమిశ్ర ములో పూర్ణముగా జ్వాలించుటకు సరిపోయినగాలి కలదు. కనుక జ్వాల అంతయు ఏకరూపముగనున్న నీలిరంగుతోను వలె కన్పించును. బున్ సెన్ బర్నర్ లో గాలి రంధ్రములు తెరచి ఉన్నపుడు తాపక్రమము  $1370^{\circ}\text{C}$ . శ్రేణిలో

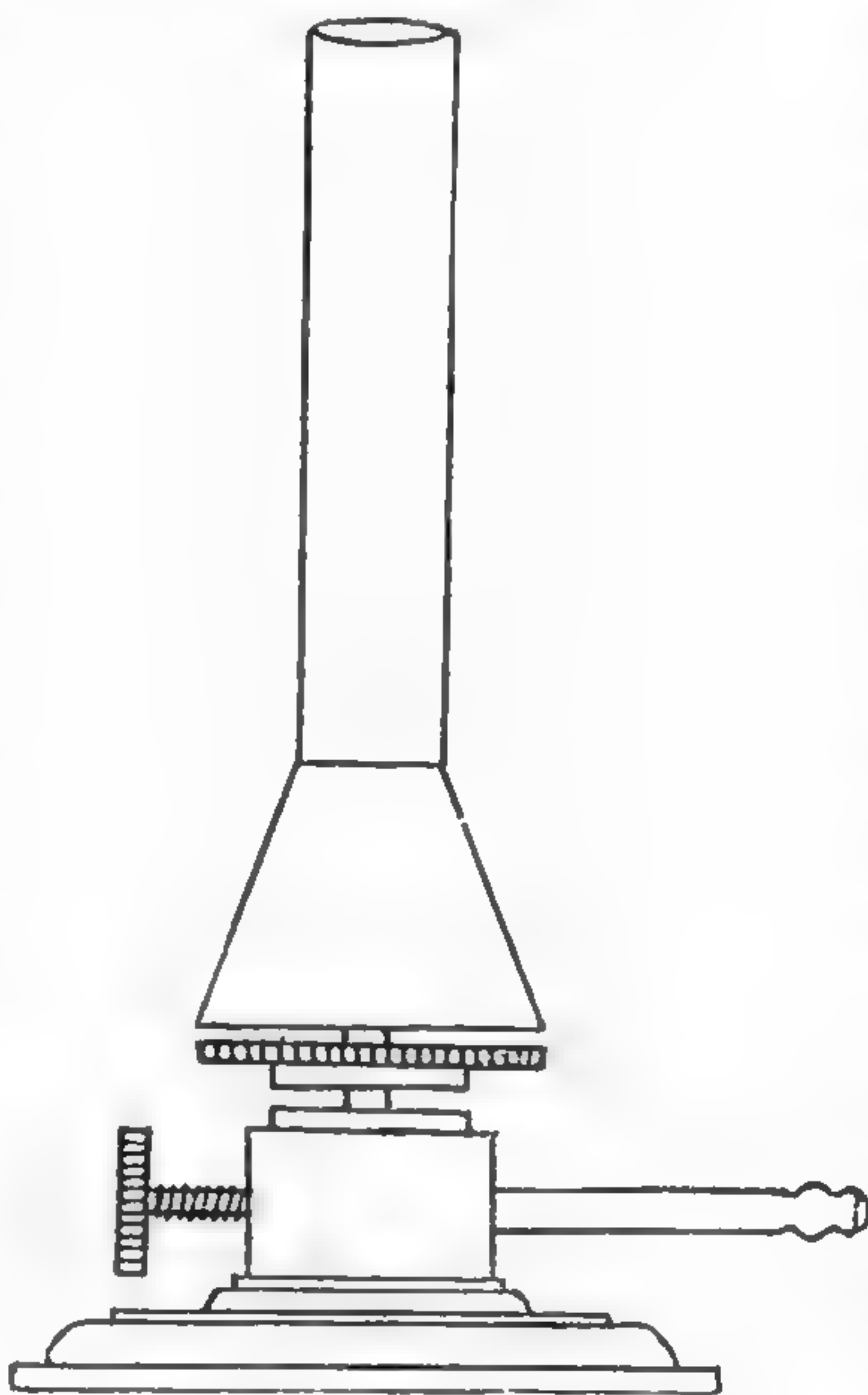
ఉండును; మెక్కర్ దీపమందు అది  $1730^{\circ}\text{C}$ . శ్రేణిలో ఉండును.



24 వ పటము : మెక్కర్ బర్నర్.

గి = గ్రిడ్డు లేదా జాలకము.

లకు బదులు ఆధార శంకును ఆశ్రయించిన బిళ్ళ ఒకటి ఉండును. ఈ బిళ్ళ ఆధారశంకుపై నిర్మించిన స్క్రూయొక్క గాడులలో తిరుగును. బిళ్ళను మీదికి



25 వ పటము : టెక్లూబర్నర్.

సాధ్యమగు తాపక్రమము  $1870^{\circ}\text{C}$  తాపక్రమశ్రేణిలో ఉండును.

ఇంధన వాయువు సంపూర్ణముగా మండ వలెననిన దాని ప్రతి భాగమునకు ఆరు భాగములు గాలి కావలయును. ఇట్టి మిశ్రమముమామూలు బున్ సెన్ గొట్టములో సంభవించదు.

మెక్కర్ బర్నర్ కన్న అధికమైనవేడిని ఈ యగలుగునది టెక్లూ బర్నర్. 25 వ పటములో చూపినట్లు, దీనికి గాలి రంధ్రము

లకు బదులు ఆధార శంకును ఆశ్రయించిన

బిళ్ళ ఒకటి ఉండును. ఈ బిళ్ళ ఆధారశంకుపై నిర్మించిన స్క్రూయొక్క గాడులలో తిరుగును. బిళ్ళను మీదికి

త్రిప్పినచోగొట్ట మునకు గాలితో

సంబంధము తెగి పోవును. బిళ్ళను

క్రిందికి త్రిప్పి నపుడు గాలి

ధారాశముగా నాళమునుప్రవే

శించి మిశ్రమము మెక్కర్ దీప

ములో కన్న హెచ్చుగా

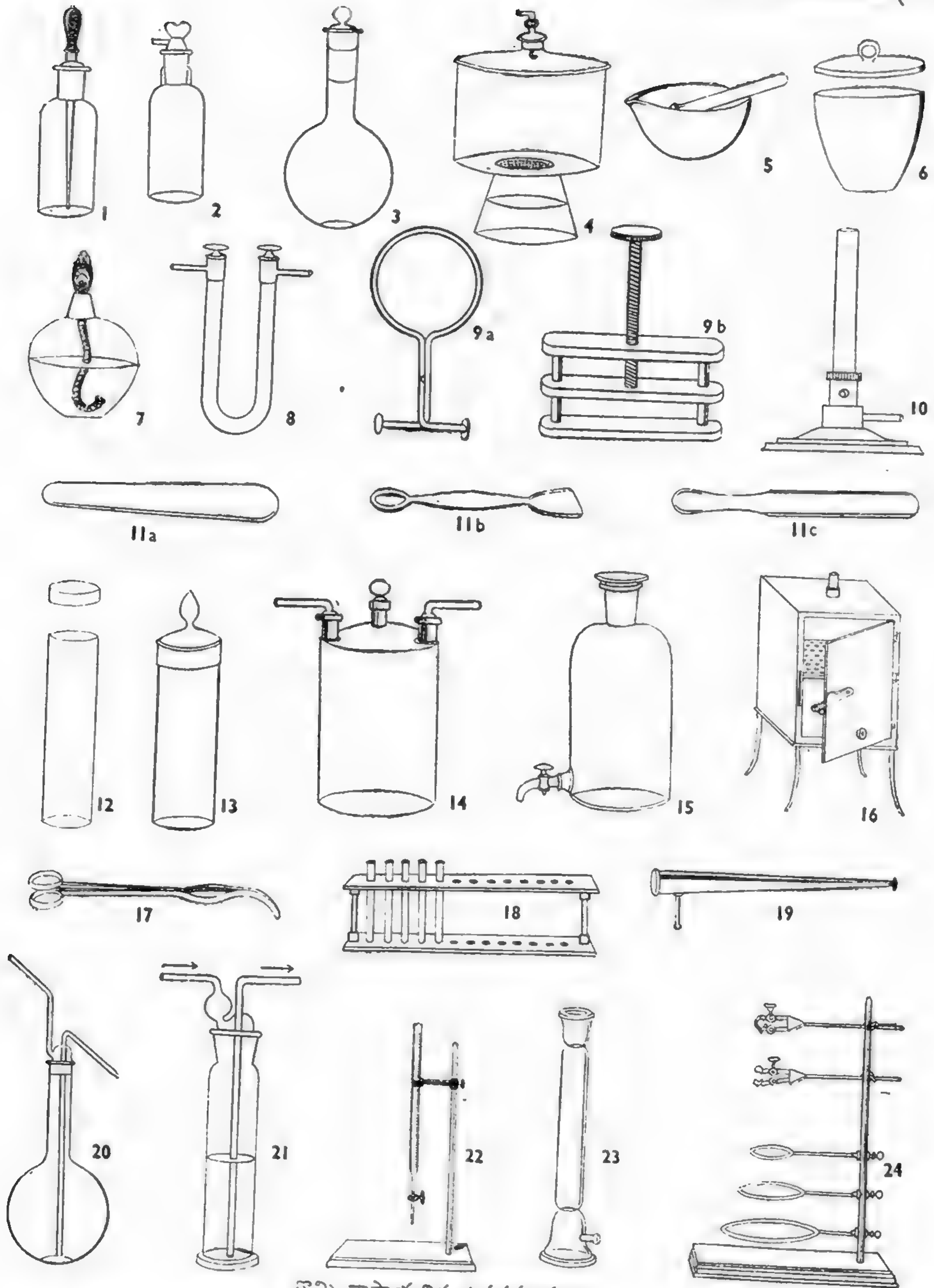
మండుటకు అనువగు పరి

స్థితిని కల్పించును. అందు

వలన టెక్లూ బర్నర్ తో



రాసాయనిక విధానములు (సామాన్య)



కొన్ని రాసాయనిక ఉపకరణములు

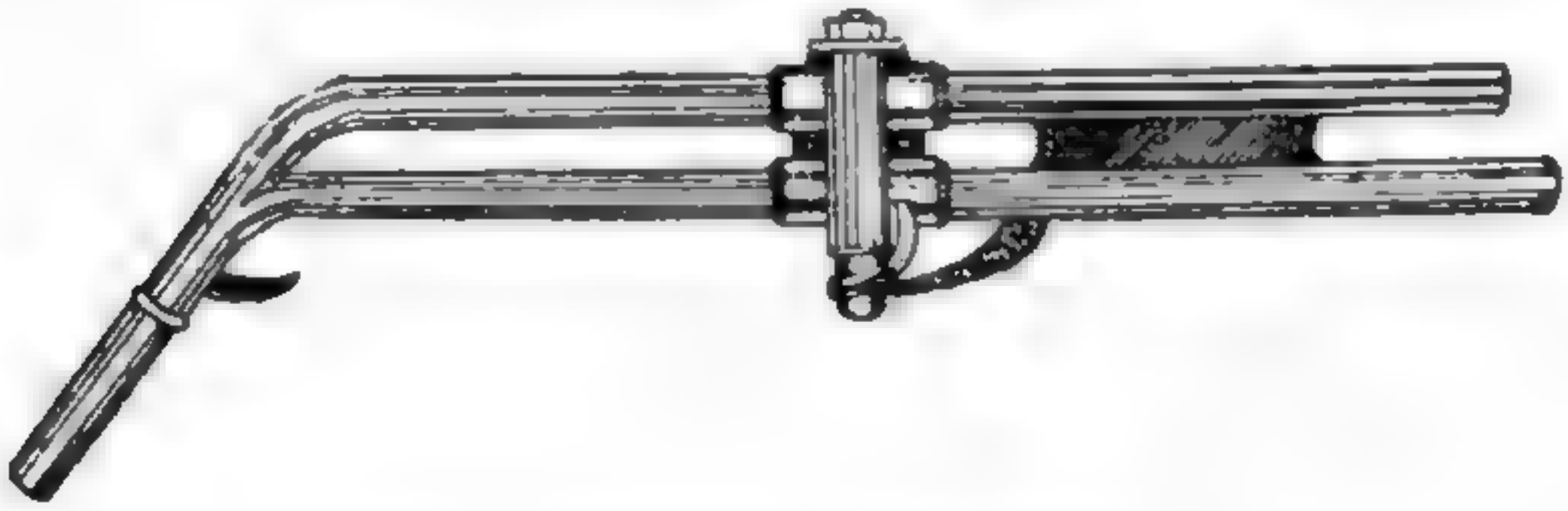
- 1, 2. చుక్కలువేయు సీసాలు; 3. లీటరుపాత్ర; 4. డెసికేటర్; 5. మోర్టార్; 6. మూస; 7. సారాయిదీపము; 8. U-నాళము; 9 a. నొక్కుక్లాంప్; 9 b. స్క్రూక్లాంప్; 10. బున్ సెన్ బర్నర్; 11 a. b. c. స్పాట్ట్యూలా; 12, 13. భారనిర్ణయపాత్రలు; 14. ఫుల్ఫీసీసా; 15. ఆస్పిరేటర్; 16. వాయుతాపకము; 17. టాంగ్స్; 18. శోధననాళాధారము; 19. ముఖధమని; 20. షాళనపాత్ర; 21. వాయుషాళనపాత్ర; 22. బ్యూరెట్టు; 23. కార్బియమ్ క్లోరైడ్ గోపురము; 24. రిటార్ట్ రింగులు, క్లాంప్స్.



## రాసాయనిక సాంకేతికము

ఇంధన వాయువును వాడుకచేసి ఇంతకన్న పొచ్చు తాపక్రమమును సాధించవలెననిన ధమనిదీపమును వాడుక చేయవలెను. ఇది పనిచేయు సూత్రము 28 వ పటమువలన బోధపడగలదు.

ఇది గొట్టములో గొట్టము. పై గొట్టములోనుండి ఇంధన వాయువును, లోపలిగొట్టములోనుండి గాలితిత్తి ద్వారా గాలిని పంపుదురు. తిత్తినుండి వచ్చేడిగాలి జ్వాలయొక్క లోపలి భాగమునందు, పరిసరములనున్న గాలి జ్వాల యొక్క ఉపరిభాగములందు మిళితమై ఇంధనవాయువు యొక్క జ్వాలనము సంపూర్ణమగునట్లు చేయును. అందు వలన వేడిమి అత్యధికముగా ఉండును. బంగారమును కరగించుటకు కూడ ఈ ధమనిజ్వాల చాలును.

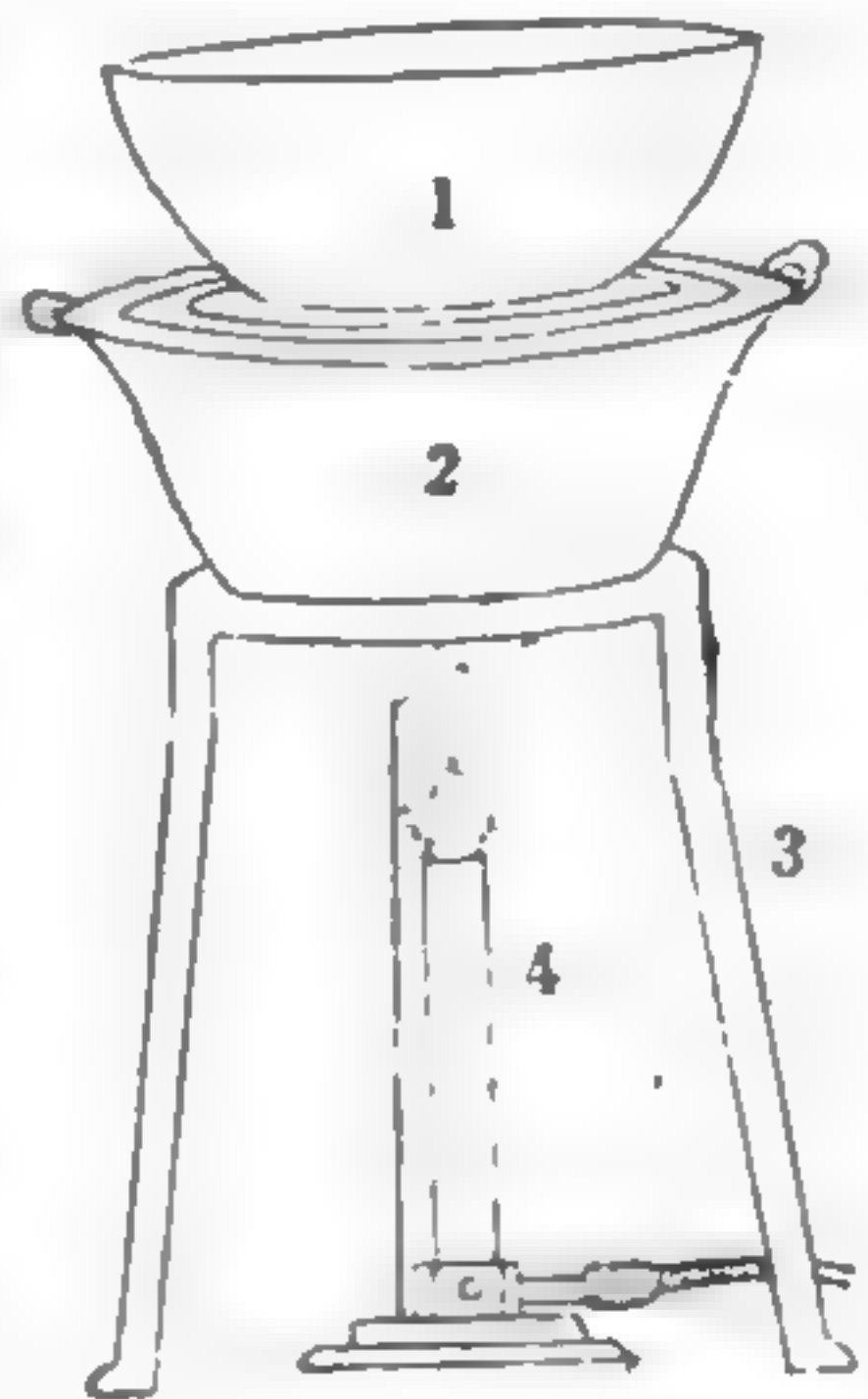


28 వ పటము : ధమనిజ్వాల.

ఇంకను చాల అధికమైన వేడిమి కావలసివచ్చినపుడు విద్యుత్ కొలుములను వాడుకచేయుదురు (చూ. విద్యుత్ కొలిమి).

మందతాపములో వస్తువులను వేడిచేయవలసి వచ్చినపుడు వాడుకలోనున్న పరికరముల రూపములను విచారింతము.

శోధనాగారములలో మందతాపమునకు తరుచుగా వాడుకలోనున్నది జలతాపకము (వాటర్ బాత్); ఇది ఒక రాగిపాత్ర. ఇది వివిధరూపములలో ఉండవచ్చును. ఇది కోలగాగాని, గుండ్రముగా గాని ఉండును. రాగి ధాతువు వేడిమికి మంచి వాహకము అగుటచే ఇట్టి తాపన సాధనములు అన్నియు ఈ ధాతువుతోనే చేయబడును. జలతాపకమును సాధారణముగా ద్రావణములో నున్న నీటి భాగము బాష్పీకరించుటకు కూడ వాడుక చేయుదురు (చూ. 27 వ పటము).

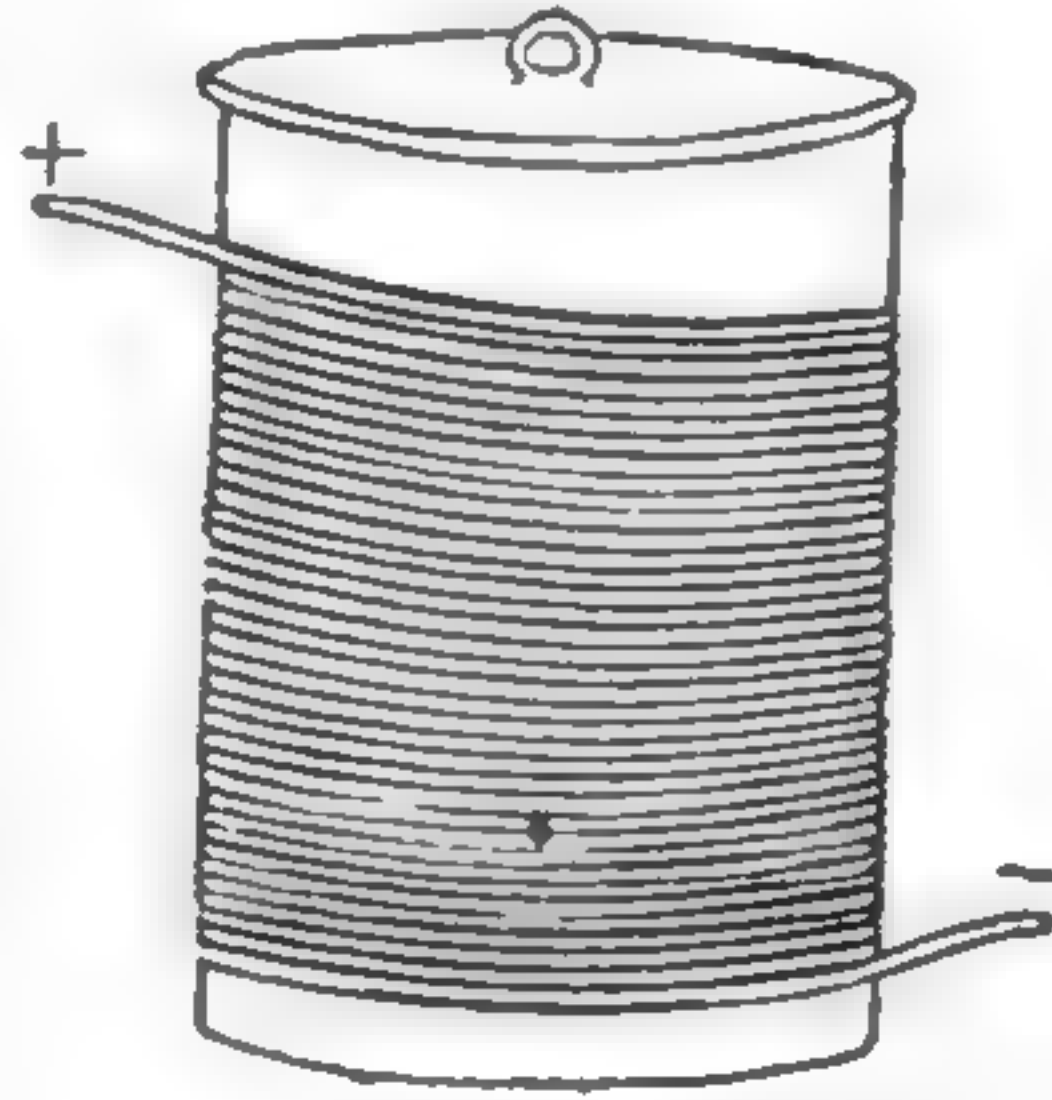


27 వ పటము: జలతాపకము

పాత్రలో నీటివంతు వివిధ తాపక్రమముల వద్ద మరుగు వేరువేరు ద్రవములను ఉంచుటచే వేరువేరు తాపక్రమములవద్ద వస్తువులను వేడిచేయవచ్చును.

1. తాపనపాత్ర
2. తామ్రపాత్ర

విద్యుత్తు నహాయముతో వేడిచేయుట : ఇంధనవాయు జ్వాలలను తాపకములుగా వాడుకచేయునపుడు ఆ వాయువులో మలినములుగా చేరియుండు గంధకయాగికములు వేడిచేయబడుచున్న వస్తువులతో కూడి వాటిలో అవాంఛనీయమైన మలిన వస్తువులు చేరవచ్చును. విద్యుత్ తాపనములో ఈ మలిన సంపర్క ప్రమాదము లేదు. అందువలన నవీన రాసాయనికశోధనాగారమునందు విద్యుత్ తాపనము పొచ్చు వాడుకలోనికి వచ్చుచున్నది.



28 వ పటము :

విద్యుత్ తాపన పరికరము : బడిన గొట్టముచుట్టు రాగి నాళపు క్రింది భాగము మూయ ధాతువు లేదా ఇతర విద్యుత్ బడి పై భాగముపై విడిమూత ప్రవాహకమిశ్రమముతో చేయ అమర్చబడినది. నాళము చుట్టు బడిన తీగనుచుట్టి (చూ. 28 వ పటము) ఉన్నది విద్యుద్వాహకతంత్రం. ప్రవాహమును వంపినచో తీగ వేడెక్కును. గొట్టములో ఉంచిన వస్తువును వేడిచేయుటకు ఆ వేడిమిని ఉపయోగించ వచ్చును. విద్యుత్ వలయములో నిరోధకమును ఒక దానిని ఉంచినచో ఆ నిరోధక పరిమాణమును మార్చితీగలో ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహ తీక్షణతను మార్చవచ్చును. తీగయందు జనించు వేడి విద్యుత్ ప్రవాహ తీక్షణతను బట్టి ఉండును. కనుక గొట్టములో పెట్టిన వస్తువును వేరు వేరు తాపక్రమములలో వేడిచేయవచ్చును. వి. బ్ర. రా.

రాసాయనిక సాంకేతికము : చూ. అణుభావము - అణుభార భావము - పు. 133.

రిచర్డ్ సన్, ఓవెన్ విలాన్స్ (జననము 1879) : ఇంగ్లీషు భౌతికవిజ్ఞాని. కేంబ్రిడ్జిలో విద్యను అభ్యసించి, తొలిని (1908) ప్రిన్స్టన్ (యూనైటెడ్ స్టేట్స్)లోను, తరువాత 1914 లో కింగ్స్ కళాశాల (లండన్)లోను ఆచార్య పదవిని స్వీకరించెను. వేడివస్తువుల నుండి బయటికి వచ్చు ఎలక్ట్రాన్లను గురించి ఈయన గణనీయమైన పరిశోధనలను కావించెను. వేడివస్తువుల నుండి ఉద్గతమగు ఎలక్ట్రాన్లకు, ఇతర ఆవిష్ట కణములకు 'తెర్మియాన్'లు అనియు, ఈ శాస్త్రమునకు 'తెర్మియానిక్స్' అనియు రిచర్డ్ సన్ పేరులు పెట్టెను. 1913 లో రాయల్ సంఘసభ్య పదవి, 1928 లో వోబెల్ బహుమానము ఈయనకు లభించినవి. మే. వ. న.



**రుదెనియమ్ :** రాసాయనిక ధాతుమూల ద్రవ్యము పరమాణ్వంకము 44; సంకేతము Ru; పరమాణుభారము 101.1; విశిష్ట గురుత్వము 12.2; ద్రవాంకము 2500° C. దీని ఉనికిని 1844లో క్లాస్ కనుగొనెను. దీనిని ఆస్మియమ్తో కలిపి పెన్ను పాళీల పాయింట్లకు ఉపయోగింతురు. దీనిని ప్లాటినమ్తోను, పెల్లేడియమ్తోను కలిపి ఆభరణముల తయారీలోను, ఎలక్ట్రికల్ కాంటాక్ట్స్లోను ఉపయోగింతురు. \* \* \*

**రుబిడియమ్ :** ఊరధాతువులకు సంబంధించిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 37; సంకేతము Rb; పరమాణుభారము 85.48; విశిష్ట గురుత్వము 1.53; ద్రవాంకము 38.6°C; క్వథనాంకము 713°C. దీని ఉనికిని 1881లో రాబర్ట్ విత్ హెల్స్ బున్ సెన్, కిర్కాఫ్ కనుగొనిరి రుబిడియమ్ను ఎలక్ట్రోన్ వాలులు, పింగాణి పరిశ్రమలోను వాడుదురు. (చూ. ఆల్కలి ధాతువులు - పు. 190). \* \* \*

**రూతర్ ఫర్డు (1871 - 1917):** బ్రిటిష్ భౌతిక విజ్ఞాని. తొలుత న్యూజీ లండ్ యూనివర్సిటీయందును తరువాత కేంబ్రిడ్జిలోని ట్రీనిటీ కళాశాలయందును విద్యను అభ్యసించి, కేంబ్రిడ్జిలో జె. జె. తామ్సన్ శిష్యుడుగా కేవెండ్లిష్ పరిశోధనా గారములో కొన్నాళ్లు నూతన అన్వేషణలను కావించెను.

1893లో మెక్ గిల్ (కెనడా) యూనివర్సిటీలో ఆచార్య పదవిని స్వీకరించి రేడియో ధార్మిక సంఘటనలను గురించి పరిశోధనలను కావించెను. 1907లో మాంచెస్టరుకు వచ్చి, 1919లో జె. జె. తామ్సన్ తరువాత కేవెండ్లిష్ ఆచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను. 1903లో రాయల్ సంఘసభ్యుడును, 1908లో నోబెల్ బహుమాన స్వీకర్తయు ఆయెను. 1931లో బ్రిటిష్ ప్రభుత్వము ఈయనకు 'బేరన్' బిరుదమును ఇచ్చి బహూకరించినది. రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యములనుండి బయటికి వచ్చు వికిరణములను వివిక్తముగా నిరూపించి వాటికి (α) ఆల్ఫా,

(β) బీటా, (γ) గామా కిరణములు అని నామకరణము (చూ. పు. 199) చేసెను. 1919లో నైట్రోజన్ పరమాణువును ఆల్ఫా (α) కణాఘాతములకు గురిచేసి దానిని ఆక్సిజన్ పరమాణువుగ మార్చగలిగెను. ఇదియే మూల ద్రవ్య పరివర్తన ప్రయత్నములకు ఓంకారము. సాడి విజ్ఞానితోపాటు, కొన్ని రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యములు హీలియమ్ వాయువును జనింపజేయునని 1902లో ఇతడు ఆదేశించెను. అంతేకాక భూప్యష్టమున ఉన్న రాళ్లలో ఇమిడియున్న హీలియమ్ వాయురాశి నిర్ణయించుట వల్ల ఆ రాళ్ల వయస్సును లెక్కగట్టుటకు ఒక పద్ధతిని ప్రసాదించెను. 1911లో కేంద్రక పరమాణు ప్రతీకమును ఒకదానిని సూచించెను. (చూ. సమీక్ష - పు. 48, 51 - 52; న్యూట్రాన్లు - పు. 449). పి.వి.రా.

**రూపాంతరత :** చూ. బహురూపత - పు. 503.

**రెనియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 75; సంకేతము Re; పరమాణుభారము 186.22; విశిష్టగురుత్వము 20.5; ద్రవాంకము 3167°C; క్వథనాంకము 5900°C; దీనిని 1925లో నాడక్, టాకే, బెర్గ్ ప్రభుత్వము కనుగొనిరి (చూ. మాంగనీస్ వర్గము పు. 531). \* \* \*

**రెసిన్లు - జిగురులు :** చెట్లపై పురుగులు సంగ్రహించు ద్రవ్యములు, జిగురులు, చెట్లనుండి పైకి ఉబుకు

నిస్సారములు. లక్కజాతికి చెందిన ఆంబరు, భూమిలో కప్పబడిన జంత్వవశేషములు (ఫాసిల్). ఈ జాతికి చెందిన ద్రవ్యములన్నియు, అతిక్లిష్ట రచనగల కార్బన్ యోగికములు. వాటిలో ఆల్కహాల్లు, ఆమ్లములు, ఎస్టర్లు, సుగంధసారములు ఉండవచ్చును. జిగురులు, నూనెరెసిన్లు, జిగురునూనె రెసిన్లు అని ప్రకృతిలో దొరకు రెసిన్లను వాటి స్వభావమునుపట్టి వర్గీకరించవచ్చును. సామాన్యముగా లభ్యమగు నూనెరెసిన్ దేవదారు వృక్షములనుండి బయటికివచ్చు నిస్సారము (బంక). దీనిని స్వేదించినచో టర్పెంటీన్ అను తైలము, రోసిన్ అను బంకలభ్యమగును.



డాక్టర్ ఎల్వెస్టా రూతర్ ఫర్డు



రేడాన్

బాల్సమ్ఫర్ వృక్షమునుండి ఉద్గతమగు రెసిన్ కు 'కెనడా బాల్సమ్' అని పేరు. మధ్య అమెరికాలోను, దక్షిణ అమెరికాలోను పెరుగు కొన్ని జాతులచెట్లనుండి 'కొపై బారెసిన్' లభించును.

జిగురురెసిన్ లలో జిగురు ద్రవ్యములు, రెసిన్ లతో కలిసి ఉండును. వీటిని నీటితో మర్చించినచో ఇమల్షన్ లు ఏర్పడును. ఇవి సమగ్రముగా ఏ ద్రావణములోను కరగవు. కాని వాటి లోని కొన్ని భాగములు ఆల్కహాల్ లోను, నీటిలోను కరగును. గాంబోజ్ అను పేరుగల జిగురు రెసిన్ సయామ్, కొచ్చిన్, చీనా దేశములలో పెరిగెడి చెట్ల యొక్క బంక. జిగురునూనె రెసిన్ లో, బాష్పశీలములగు తైలములవంటి సుగంధసారములు, జిగురురెసిన్ లు కలిసి ఉండును. మిర్ (బాలింత్రోలు), ఇంగువ ఈ జాతికి చెందినవి. ఇవి కేవలము బాషధములుగా వాడుకలో ఉన్నవి. గుగ్గిలము, సాంబ్రాణి మొదలగు ద్రవ్యములను ధూపములుగా వాడుదురు. అందువలన ఈ జాతిద్రవ్యము లకు మనవారు దశాంగధూపద్రవ్యములు అని పేరిడిరి.

కొన్ని రెసిన్ లు పైని చెప్పినట్లు శిలీభూత జంత్వవ శేషము (ఫాసిల్) లుగ దొరకునవిగలవు. కొన్ని వార్నిష్ లను తయారుచేయుటకు ఇవి ఉపయోజ్యములు. వార్నిష్ లను చేయుటకు పనికివచ్చు రెసిన్ లలో కోపాల్ అను జాతివి చాల ప్రసిద్ధికెక్కినది. ఖరీదుగల వార్నిష్ లలో వాడుక గల కౌరీ జిగురు అను ఇంకొక రెసిన్ చాల ప్రశస్తమైన ద్రవ్యము; ఇది న్యూజీలాండ్ లో దొరకును. మాస్టిక్ అను నది ఇంకొక రెసిన్. ఇది బిందు ఆకారములో లభ్యమగును. దీనియొక్క చౌకరకము ఆఫ్ఘనిస్తాన్ నుండి ఎగుమతియగు చున్నది. సాండరాక్, కోపాల్, లేదా లక్కతో కలిపి ప్రశస్తమైన స్పిరిటు వార్నిష్ లను తయారు చేయుటకు దీనిని వాడుదురు. డి. ఎన్. ఎన్.

రేడాన్ (ఎమనేషన్): రేడియోధార్మికత ఎక్కువగా గల రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 88; సంకేతము Rn; పరమాణుభారము 222 (స్థూలరాశి); దీనినే 'ఎమనేషన్' అనికూడ అందురు. దీని ఉనికిని 1900 లో ఫ్రీడ్రిచ్ ఎర్నెస్ట్ డోర్న్ కనుగొనెను. విశిష్ట గురుత్వము  $0.009730^{\circ}\text{C}$ . వద్ద ద్రవాంకము  $-71^{\circ}\text{C}$ ; క్వథనాంకము  $-61.6^{\circ}\text{C}$ . \* \* \*

రేడియమ్: రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 88; సంకేతము Ra; పరమాణుభారము 226.06. రేడియమ్ విశిష్టగురుత్వము 5; ద్రవాంకము సుమారు  $980^{\circ}\text{C}$ ; క్వథనాంకము  $1140^{\circ}\text{C}$ ; దీని ఉనికిని 1898 లో క్యూరీ దంపతులు కనుగొనిరి. రేడియమ్ II a వర్గమునకు

చేందిన ధాతువు. ఆవర్గములో ఇది నివర ఉన్నది. యురేనియమ్ ఖనిజమునుండి 1893 లో దీనిని వేరుచేసి ఆవిష్కరించినవ్యక్తి మేరియా క్యూరీ (చూ. పు. 305). యురేనియమ్ ఖనిజములో ఇది అతి స్వల్పముగా దొరకును. ఒకటన్న యురేనియమ్ ఖనిజములో 9 లేదా 10 మిల్లి గ్రాముల కన్న ఇది ఎక్కువ ఉండదు.

ధాతుసాధన: యురేనియమ్ ఖనిజముగు పిచ్ బ్లెండ్ నుండి యురేనియమ్ ను వేరుచేయుటలో ఇది లభించును. ఖనిజమును గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో కరగించి, ఆ సారమును విస్తారము నీటితో కలిపి, జేరియమ్ క్లోరైడ్ తో అవక్షేపింతురు. ఈ ప్రక్రియలో రేడియమ్ సల్ఫేట్ జేరియమ్ సల్ఫేట్ తోపాటు అవక్షిప్తమగును. జేరియమ్ సల్ఫేట్ తో రేడియమ్ సల్ఫేట్ స్ఫటిక సమరూపతను చూపును. దానివలె ఇదియు విలీనామ్లములో లీనము కాదు. ఈ సల్ఫేట్ మిశ్రమును సోడియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణముతో మరగించుటచే కార్బోనేట్ గా మార్పుదురు. కార్బోనేట్ లను హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో విలీనముచేయగా వచ్చిన ద్రావణమును ఆంశికస్ఫటికీకరణము కావించురు. చాల వరకు జేరియమ్ క్లోరైడ్ తొలిగిపోయిన తర్వాత మిగిలిన రేడియమ్, జేరియమ్ క్లోరైడ్ మిశ్రమును కార్బోనేట్ లుగా మరల అవక్షేపింతురు. ఈ కార్బోనేట్ మిశ్రమును హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్ లో కరగించుటచే ఈ ధాతువులు బ్రోమైడ్ లుగా మారును. రేడియమ్ బ్రోమైడ్ జేరియమ్ బ్రోమైడ్ కన్న చాలతక్కువ ద్రావ్యత కలిగినది కనుక, ఈ బ్రోమైడ్ ల మిశ్రమును ఆంశిక స్ఫటికీకరణముచే ఇంచుమించుగా శుద్ధమైన రేడియమ్ బ్రోమైడ్ లభించును.

కాల్సియమ్ క్లోరైడ్ నుండి కాల్సియమ్ ధాతువును ఎట్లు విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానమున తయారుచేయవచ్చునో రేడియమ్ ధాతువునుకూడ రేడియమ్ క్లోరైడ్ నుండి అట్లే సంపాదించ వచ్చును. ఇది పొటాసియమ్ అంత చురుకైన ధాతువు. రేడియమ్ లవణములలో హైలైడ్లు, నైట్రేట్, ఆసిటేట్ నీటిలో కరగును. రేడియమ్ సల్ఫేట్, జేరియమ్ సల్ఫేట్ వలె అద్రావ్యము. సామాన్యముగా రేడియమ్ లవణములు జేరియమ్ లవణములకన్న ఎక్కువ అద్రావ్యములు. రేడియమ్ లవణములు బున్ సెన్ జ్వాలకు గాఢమైన ఎరుపురంగును ఇచ్చును. రేడియమ్ ధాతువు, దానియౌగికములు సహజముగా ప్రబలమైన రేడియో ధార్మికత స్వభావము కలవి.

రేడియమ్ లవణముల ఖరీదు చాల ఎక్కువ. ఒక గ్రెయిను (0.0348 గ్రాము) రేడియమ్ బ్రోమైడ్ ఖరీదు





ఆంబరు : శిలీభవించిన చెట్టుజిగురు

ఇది ముఖ్యముగా చార్బిక్ సముద్రతీరప్రాంతమందున్న లిజైట్‌తో కలిసి పొరకుటయు, చానియందు కొన్ని కీటకశేషములు ఇరుకుకొని యుండుటయు ఇది వృక్షమని రుజువుచేయుచున్నది.



Blank Page



రూ. 10,000 వైగా ఉండును. రేడియమ్ మిక్కిలి అరుదగు టయే ఇందుకు కారణము.

ఉపయోగములు : అనేకవ్యాధులలో రేడియమ్ ఉపయోగపడుచున్నది. ముఖ్యముగా పుట్టకురుపు (కేన్సర్) మొదలగు గడ్డరోగములు ఉపశమించుటకు రేడియమ్ సూదులను వాడుదురు (చూ. బిరిలియమ్ వర్గము - పు. 510).

రేడియో : చూ. విద్యుత్ తరంగములు - నిస్తంత్రము.

రేడియో ధార్మికత (సహజ) : మూలద్రవ్యముల ఆవర్తక్రమ పట్టికయందు చివర ఉన్నట్టియు, అత్యధిక పరమాణు భారములు కలిగియున్నట్టియు కొన్ని ద్రవ్యములు స్వభావముచే శక్తిమంతమైన కిరణములను పైకి వెలువరించు ధర్మమును కలిగియున్నవి. ఈ ధర్మము తొలుత యురేనియమ్, థోరియమ్, రేడియమ్, ఆక్టినియమ్ అను మూలద్రవ్యములందు కనుగొనబడినది. ఈ ధర్మమునకు సంబంధించిన పరిశోధనలు విజ్ఞానాభివృద్ధికి అమితముగా తోడ్పడినవి.

ప్రారంభపరిశోధనలు : క్రీ. శ. 1895 లో కాంతినిరోధక ద్రవ్యములగుండా ప్రయాణము చేయగల X-కిరణములను కనుగొనుటతో ఈ శాఖలోని పరిశోధనలు ప్రారంభమైనవని చెప్పవచ్చును. కేతోడ్ కిరణ నాళములో ఋణాగ్రమునకు ఎదురుగానున్న నాళపుభాగము భాసించునపుడే నాళమునుండి పైకి X-కిరణములు వచ్చుచున్నవని రెన్టజన్ (చూ. పు. 219) కనుగొనెను. దీనినిబట్టి ప్రతి భాసించు వస్తువుయును కిరణములను పైకి పంపునేమో అను ఊహ బెక్రెల్ విజ్ఞానికి తట్టినది. అతని పరిశోధనలు ఒకందుకు ప్రారంభింపబడినను ఇంకొక అద్భుతఫలితమునకు దారితీసినవి. నల్ల కాగితము చుట్టబడిఉన్న ఛాయాచిత్ర ఫలకమును నల్లబరచు సామర్థ్యము సూర్యరశ్మిలో ఉంచిన భాసనమగు యురేనియమ్ పొటాసియమ్ సోల్ఫేట్ అను యురేనియమ్ లవణమునకు కలదని గుర్తించెను. ఆ తరువాత జరిపిన పరిశోధనల మూలముగా ఆ లవణమే గాక ఇతర యురేనియమ్ లవణములు, యురేనియమ్ ధాతువుకూడ ఆధర్మమును కలిగియున్నవని తెలిసినది. సూర్యకాంతిలో ముందు కొంతకాలము ఉంచనక్కరలేకుండనే యురేనియమ్ యోగికములు ఈ లాగున కిరణములను ఇచ్చుననియు, ఈ విషయమునకు, భాసనము (ఫాస్ఫొరెసెన్స్) (చూ. కాంతిభౌతిక శాస్త్రము - పు. 160) కు సంబంధములేదనియు రూఢి అయినది. ఈ క్రొత్తవిషయమునకు 'రేడియోధార్మికత' అనిపేరు పెట్టిరి. యురేనియమ్ వలెనే వికిరణమును ఇచ్చెడి ఇతర రేడియోధార్మిక

ద్రవ్యములు గాలిలోని అణువులను అయన్లుగా మార్చి గాలిని విద్యుద్వాహకముగా చేయునని తెలిసినది. విద్యుద్వాహకముగా మారిన గాలిలో నెలకొల్పబడిన విద్యుత్ ప్రవాహము ఉచితవిద్యుత్సాపక సహాయముచే కొలుచుట వలన ద్రవ్యముయొక్క రేడియో ధార్మికతను కొలుచుట సాధ్యమయినది.

యురేనియమ్ విషయములో కాన్పించిన ఈ వింత ప్రవర్తనను బెక్రెల్ గుర్తించిన తరువాత మేరియాక్యురీ ఇతర ద్రవ్యములు ఎవ్వయైన ఇటువంటి ప్రవర్తనను ప్రదర్శించునా అని పరిశీలన మొదలుపెట్టి థోరియమ్ అను ధాతువుకూడ ఇటువంటి ప్రవర్తనను ప్రదర్శించునని ఆమె మొట్టమొదటిలో తెలిసికొన గలిగినది. దీనిని స్వతంత్రముగా స్మిట్ అను జర్మను దేశీయుడుకూడ ఆ కాలములోనే కనుగొనెను. ఆస్ట్రియా ప్రభుత్వపు కర్మాగారము నుండి యురేనియమ్ తీసివేయగా మిగిలిన ఖనిజద్రవ్యమును క్యూరీసతి జాగ్రత్తగా రాసాయనికముగా విశ్లేషించి అందుండి యురేనియమ్ కన్న చాలరెట్లు అధికమగు రేడియోధార్మిక ధర్మమును కలిగియున్న ద్రవ్యమును విడతీసెను. ఆమె జన్మదేశము పోలాండ్ అగుటచే ఈ ధాతువునకు 'పొలోనియమ్' అనిపేరు పెట్టినది. మిగిలిన ద్రవ్యమును చాల జాగ్రత్తగా విశ్లేషించగా 'రేడియమ్' అను మరిఒక క్రొత్తద్రవ్యము బయటపడినది. ఈ రేడియమ్ నకు గల రేడియోధార్మికత యురేనియమ్ నకు గల రేడియో ధార్మికతకు 10 లక్షల రెట్లున్నది.

ఆ తరువాత ఇతర రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యములు చాల కనుగొనబడినవి. డెబీర్నీ, గీసెల్ అనువారు ఆక్టినియమ్ను, బోల్టపుడ్ అనునతడు అయోనియమ్ను, హాన్ అను విజ్ఞాని రేడియోథోరియమ్ను, మెసోథోరియమ్ను కనుగొనిరి.

రేడియోధార్మికద్రవ్యములనుండి వచ్చు వికిరణములను గురించి తీవ్రమైన పరిశోధనలు జరిగినవి. ఛాయాచిత్రఫలకములద్వారా క్రింది విషయములు తెలిసినవి. తమ మార్గమందున్న వాయువును అయనీకరించుట, విద్యుదావిష్టమైన ద్రవ్యముల ఆవేశమును అయనీకరణముద్వారా రద్దు చేయుట; కొన్నికొన్నిద్రవ్యములను భాసనము పొందునట్లుగా చేయుట. వికిరణములనుగూర్చి రూథర్ ఫర్డు, విల్లార్డ్ మొదలగువారు చేసిన పరిశోధనల మూలముగా రేడియోధార్మికద్రవ్యములనుండి వెలివడు వికిరణములు మూడు రకములైన కిరణములసముదాయమని తెలిసినది. వాటిని ఆల్ఫా ( $\alpha$ ), బీటా ( $\beta$ ), గామా ( $\gamma$ ) (చూ. పు. 199) కిరణములు అందురు.



## రేడియో ధార్మికత (సహజ)

α (ఆల్ఫా) కిరణములు: యురేనియమ్, రేడియమ్ వంటి రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు కొన్ని ధనవిద్యుదావేశముతో కూడిన ద్రవ్యకణములను అధికవేగముతో బహిర్గతము చేయును. ఆ కణములు గాలిలో కొద్దిసెంటీమీటరుల దూరమును దాటి వెళ్ళలేవు. వాటినే 'ఆల్ఫాకిరణములు' అందురు. వివిధద్రవ్యములనుండి వచ్చేడి ఆల్ఫాకణములు ఒకేద్రవ్యరాశి కలిగియుండును. బహిర్గతమగుచున్నప్పుడు వానివేగము సెకనుకు సుమారు 100 మైళ్ళవరకు ఉండవచ్చును. ఒక ద్రవ్యమునుండి వెలువడు ఆల్ఫాకణములు ఆగిపోవులోపున ప్రయాణముచేయగల అవధిదూరము ఆ ద్రవ్యమునుబట్టి ఉండును. ఆ అవధిదూరము 3-11 సెంటీమీటరులమధ్య ఉండును. తరువాత జరిగిన పరిశోధనల మూలముగా, ఆల్ఫాకణముల అవధిదూరమునకు ఆ ద్రవ్యపు (ఇకముందు చెప్పబోవు) అర్థజీవిత వ్యవధికి సంబంధము ఉన్నదని తెలిసినది. రేడియోధార్మికద్రవ్యము నుండి బహిర్గతమగుచున్న శక్తి చాలవరకు ఆల్ఫాకణములయందు ఉండును. అయనీకరణమునకూడ ఆల్ఫాకణములు చాలవరకు కారణము. ఈ కణములమార్గమును విద్యుత్ షేత్రసహాయమునగాని అయస్కాంత షేత్రసహాయమునగాని వంచవచ్చును (చూ. ఆల్ఫాకణములు - పు. 199; పటము). ప్రయోగములమూలముననే ఇవి కణసముదాయములని మొదట తెలిసినది. వీని ద్రవ్యరాశిని, విద్యుదావేశమును కనుగొనుటకు చేసిన ప్రయత్నముల మూలముగా ఇవి హీలియమ్ పరమాణు కేంద్రకమంత బరువుకలిగి, ఎలక్ట్రాన్ విద్యుదావేశమునకు రెండింతలు పరిమాణము గల ధన విద్యుదావేశమును కలిగియున్నవని తెలిసినది. వేరువేరు ద్రవ్యములనుండి బహిర్గతమగు ఆల్ఫాకణములకు వేరువేరు వేగములు ఉన్నప్పటికిని ఒకే ద్రవ్యమునుండి బయలు వెడలిన కణములన్నిటికిని సాధారణముగా ఒకే వేగము ఉండునని తెలిసినది. కొన్ని ద్రవ్యములు మాత్రము రెండు భిన్నవేగములతో ఆల్ఫాకణములను బహిర్గతము చేయును. ఆల్ఫాకణములు సరళరేఖలో పోవుచు దారిలో ఉండు వాయువును అయనీకరించును. అవి కలుగజేయు అయనీకరణము ద్వారా వాని పోకను గుర్తింపవచ్చును. ఆల్ఫాకణముల ఉనికినిగుర్తించుటకు గైగర్ గణితము (చూ. పు. 327) ఉపయోగములో ఉన్నది. జింకు సల్ఫైడ్ లేదా బేరియమ్ ఫ్లోటింగ్ సైన్లైడ్లను ద్రవములతో పూతపూయబడిన తెరమీద ఆల్ఫాకణములు పడినప్పుడు అవి తాకినచోట మెరుపు (స్కిన్ టెలేషన్) ను కలుగజేయును.

ఆల్ఫాకిరణములు ద్రవ్యముగుండా పోవుచున్నప్పుడు అందులో కొన్ని చిన్నకోణముద్వారా వంగును. కొద్ది

ఆల్ఫాకణములు మాత్రము ద్రవ్యములోని పరమాణు కేంద్రకములకు దగ్గరగా వచ్చుటవలన - పెద్దకోణము ద్వారా వంగును. ఈ శాఖలోని పరిశోధనలు కేంద్రక పరిమాణ విద్యుదావేశముగురించి తెలియజేసినవి. కేంద్రక నిర్మాణము గురించి తెలిసికొనుటకు ఇవే ఆధారమైనవి. పరమాణు విచ్ఛేదనములకును, పరమాణు నిర్మాణరహస్యములను తెలియజేయుటకును ఆల్ఫాకణములు ఉపయోగపడుచున్నవి.

β (బీటా) కిరణములు: రేడియోధార్మిక ద్రవ్య కేంద్రములనుండి వచ్చు శీతీకయైన ద్రవ్యకణములే బీటా కిరణములు. ఇవి విద్యుత్ షేత్రములందును, అయస్కాంత షేత్రము లందును, ఆల్ఫాకణములకు ఎదురు దిక్కున వాటికన్న ఎక్కువగా వంగును (చూ. 199 పుటలోని పటము). ఈ సందర్భములో జరిగిన పరిశోధనలవలన ఇవి ఎలక్ట్రాన్ లే నని తెలియవచ్చినది. ఆల్ఫాకణములకంటె ఈకణములకు సుమారు పదిరెట్లు ప్రవేశ సామర్థ్యము ఎక్కువ కలదు. ఇవికూడ వాయువులను అయనీకరించును. ఒక రేడియోధార్మికద్రవ్యమునుండి వచ్చు బీటాకణము లన్నియు ఒకేవేగము కలిగి ఉండక వేరువేరు కణములు వేరువేరు వేగములు కలిగి ఉన్నవి. ఎన్ని కణములు ఏవేగములు కలిగి ఉండును మొదలగు విషయములపై పరిశోధనలు జరిగినవి. ఒకద్రవ్యమునుండి వచ్చు బీటా కణములశక్తికి, ఆద్రవ్యపు అర్థజీవితవ్యవధి గల సంబంధమును సార్జెంట్ విజ్ఞాని కనుగొనెను. అర్థజీవిత వ్యవధి తక్కువయినకొలది ఈశక్తి ఎక్కువగును. బీటాకణములను కూడ శక్తిమంతములుగచేసి పరమాణువిచ్ఛేదనములకు ఉపయోగింపవచ్చును.

γ (గామా) కిరణములు: ఇవి పైరెండింటివలె కణరూపములు కావు; అయస్కాంతవిద్యుత్ షేత్రములలో వంగవు. ఇవి కాంతి, X-కిరణములవంటి విద్యుదయస్కాంత స్పందనములు. ఇవి X-కిరణములకన్న అల్ప తరంగదైర్ఘ్యము, ఎక్కువ శక్తికలిగిఉండును. చాల దళసరి ధాతు దిమ్మలలో జొరబడి వెలువడుసామర్థ్యము గలవి. కేంద్రకమునుండి బీటాకణము వెలువడినతరువాత అందులోని కణములు తిరిగి సర్దుకొను సందర్భములో ఈకిరణములు వికిరింపబడును. రేడియోధార్మికద్రవ్యములు వైద్యచికిత్సయందు ఉపయోగింపబడుట γ కిరణముల మూలముననే.

పరమాణు విచ్ఛేదనము: రేడియోధార్మిక ద్రవ్యము లలో కొన్నిమాత్రము ఈ మూడురకముల కిరణములను ఇచ్చును. చాలద్రవ్యములు రెండురకముల కిరణములను



ఇచ్చును. ఈ రేడియోధార్మికతల మార్పులనుగురించి రూతర్ ఫర్డు, సా.శ. 1902 లో ఒక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిరి. ఆ సిద్ధాంతప్రకారము రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యముల పరమాణువులు విచ్ఛిన్నమై ఆల్ఫా, బీటా, గామా కిరణములలో కొన్నిటిని ఇచ్చుచు క్రొత్తరకపు పరమాణువులలోనికి మారిపోవుచున్నవి. ఆ క్రొత్తరకము ద్రవ్యపుపరమాణువులుకూడ ఇట్లే మారును.

ఈమార్పు యాదృచ్ఛికముగా జరుగుచున్నది. ఈ విధముగా మొత్తము ద్రవ్యములోని ఏవో కొన్ని పరమాణువులు ప్రతిక్షణము బద్ధలగుచుండును. కాని, ఏ ప్రత్యేక పరమాణువులు ఏ నిమిషములో బద్ధలగునో చెప్పటకు సూత్రములేమియు లేవు.

ఒకద్రవ్యములో ఒకసెకనుకు బద్ధలగు పరమాణువులు వాటి సంఖ్యనుబట్టి ఉండును. ఆరెండును అనులోమ నిష్పత్తిలో ఉండును. ఆ రెండు సంఖ్యల నిష్పత్తిని విచ్ఛేదన స్థిరాంకము అందురు. ఈ స్థిరాంకపు మూల్యము ద్రవ్యమును అనుసరించి మారుచుండును. ఒక ద్రవ్యములోని పరమాణువులసంఖ్య ఆపరమాణువులు విచ్ఛిన్నమగుచుండుట వలన కొంతకాలమునకు సగమైపోవును. ఈకాలమును ఆ ద్రవ్యపు 'అర్థజీవితవ్యవధి' అని అందురు. కొన్నిముఖ్యమైన రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు వానికిరణములు, అర్థజీవితవ్యవధులు దిగువ పట్టిలో ఈయబడినవి :

దిగువపట్టిలో : సం = సంవత్సరము ; రో = రోజులు ; వికిరణముల తరువాత ఈయబడిన అంకె ఆ కిరణముల శక్తిని మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులలో తెలియజేయును.

| పరమాణ్వంకము | రేడియోధార్మిక ద్రవ్యము | పరమాణుభారము | అర్థజీవితవ్యవధి          | వికిరణములు                  |
|-------------|------------------------|-------------|--------------------------|-----------------------------|
| 92          | యురేనియమ్              | 238         | $4.0 \times 10^9$ సం॥    | ఆల్ఫా (4.18)                |
| 91          | ప్రోటాక్టీనియమ్        | 231         | $8.2 \times 10^4$ సం॥    | ఆల్ఫా (5.05) ; గామా.        |
| 90          | థోరియమ్                | 232         | $1.3 \times 10^{10}$ సం॥ | ఆల్ఫా (3.97)                |
| 89          | ఆక్టినియమ్             | 227         | 13.5 సం॥                 | ఆల్ఫా (5.0)<br>బీటా (0.22)  |
| 88          | రేడియమ్                | 226         | 1590 సం॥                 | ఆల్ఫా (4.79)<br>గామా (0.19) |
| 86          | రేడాన్                 | 222         | 3.82 రో॥                 | ఆల్ఫా (5.49)                |
| 84          | పొలోనియమ్              | 210         | 140 రో॥                  | ఆల్ఫా (5.8) ; గామా.         |

అవిచ్ఛిన్నములు, శాశ్వతములు అని అంతకుముందు అనుకొనబడుచున్న పరమాణువులు చిన్నచిన్న ద్రవ్యకణములతో నిర్మితములు అనియు ప్రకృతిసిద్ధముగా యురేనియమ్ వంటి పరమాణువులు కొన్ని విచ్ఛిన్నమగుచు, ద్రవ్యకణములను వదలిపెట్టుచు మారిపోవుచున్నవనియు రేడియోధార్మికత మూలముగా తెలిసినది.

రేడియోధార్మిక వికిరణములు విస్తారమైన శక్తిని కలిగి ఉన్నవి. వీనికింతశక్తి వచ్చుటకు కారణము రేడియో ధార్మిక విచ్ఛేదనములలో కొద్దిగా ద్రవ్యభాగము శక్తి క్రింద మారుటచేతనే అని తెలిసినది. రేడియోధార్మిక ద్రవ్య పరమాణువుల బరువును, అవి విచ్ఛిన్నమయిన తరువాత వచ్చిన పరమాణువుల బరువును సరితుచినచో అతిస్వల్పముగా ద్రవ్యము నష్టమైనదని తెలియును. అప్పుడు ఉద్భవించిన శక్తిని క్రింది సమీకరణమువలన లెక్కించవచ్చును :

$$E = mc^2$$

అదియే రేడియోధార్మిక వికిరణములశక్తి.

పై సమీకరణములో 'E' అనగా శక్తి (E), 'm' అనగా అదృశ్యమైన ద్రవ్యరాశి (m), 'c' అనగా కాంతివేగము (c).

రేడియోధార్మిక ద్రవ్యశ్రేణులు : సహజముగ రేడియో ధార్మికతను చూపు ద్రవ్యములనన్నిటిని శాస్త్రజ్ఞులు జాగరూకతతో పరిశీలించిరి. ఆ ద్రవ్యములు ఒకదానినుండి ఇంకొకటి విచ్ఛిన్నమగుట వలన వచ్చునని తెలియుచున్నది. ఆ ద్రవ్యములన్నిటిని మొత్తము మూడు వరుసలలో ఏర్పరచ వచ్చును. మొదటివరుస యురేనియమ్<sup>238</sup> పరమాణువుతో ప్రారంభించును. అది ఒక ఆల్ఫాకణమును బహిర్గతము చేయుచు, యురేనియమ్ X<sub>1</sub> గా మారును. ఇది ఒక బీటాకణమును బహిర్గతము చేయుచు యురేనియమ్ X<sub>2</sub> గా మారును. ఇది మరల రేడియోధార్మికతను చూపుచు ఇంకొక ద్రవ్యముగా మారును. ఇట్లు ఈ వరు

సలో అనేకమైన మార్పులు రాగా చివరకు మరి మార్పుచెందని సీసము<sup>208</sup> లభించును. ఈ వరుసలోని మార్పులలో మొత్తము ఏడు ఆల్ఫాకణములు, నాలుగు బీటాకణములు వదలి పెట్టబడును. రేడియమ్, రేడాన్ పొలోనియమ్ మొదలైన ప్రసిద్ధ పరమాణువులు ఈ వరుసలోనే ఉన్నవి. రెండవ వరుస ప్రోటాక్టీనియమ్<sup>231</sup>తో



## రేడియో ధార్మికత (కృత్రిమ)

ప్రారంభమగును. అది ఆరు ఆల్ఫాకణములు, మూడు బీటాకణముల విడుదలతో మధ్య అనేకమార్పుల ద్వారా మరి మార్పుచెందని సీసము<sup>207</sup>గా మారును. కాని, ఈ వరుసకూడ ఆక్టిన్-యురేనియమ్<sup>235</sup> (యురేనియమ్ సమస్థానీయము) ఒక ఆల్ఫాకణమును, ఒక బీటాకణమును విడుదలచేయగా వచ్చిన ప్రోటాక్టీనియమ్ నుండి లభించును. కనుక ఈ వరుసను మొదటి వరుసలో ఒకవ్రక్క వరుసగనే భావింపవచ్చును. మూడవవరుస తోరియమ్<sup>232</sup>తో ప్రారంభమగును. అందు క్రమముగా మార్పులు రాగా ఆరు ఆల్ఫాకణములను, నాలుగు బీటాకణములను మొత్తముమీద బహిర్గతముచేసిన తోరియమ్, మార్పుచెందని సీసము<sup>208</sup>గా మారును.

82 పరమాణ్వంకము గల సీసముయొక్క సమస్థానీయములు కొన్నియు, 83 పరమాణ్వంకముగల బిస్మత్తు సమస్థానీయములు కొన్నియు, 84 నుండి 92 వరకు పరమాణ్వంకము గల మూలద్రవ్యములు, వాని సమస్థానీయములు సహజరేడియోధార్మికతను కలిగిఉన్నవి.

భూమివయస్సు: ఖనిజములలోని యురేనియమ్ మార్పులు పొందుచున్నపుడు లభించిన హీలియమ్ యొక్క (ఆల్ఫాకణముల వలన) పరిమాణమును తెలిసికొనుటచే, ఆ యురేనియమ్ ఎంతకాలమునుండి మార్పుచెందు చున్నదియు నిర్ణయించవచ్చును. ఇటువంటి లెక్కలవలన యురేనియమ్ ఖనిజముల వయస్సు సుమారు 200 కోట్ల సంవత్సరములని తేలినది. దీనినిబట్టి భూమివయస్సు అధమము 200కోట్ల సంవత్సరములని నిశ్చయింపవచ్చును.

రేడియోధార్మిక ఖనిజములు: సహజ రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములకు మూలములు యురేనియమ్, తోరియమ్ ఖనిజములు. యురేనియమ్ తో కూడిన పిచ్ బ్లెండ్ ఖనిజము చెకోస్లోవాకియా లోను, బెర్జియన్ కాంగో లోను, కార్నవాల్ లోను, కెనడా లోను దొరకును. యురేనియమ్ యాగికము ఇంకొకటి యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోని కొలరేడో లోను, నార్త్ కేరోలినా లోను ఎక్కువగా దొరకును. పోర్చుగల్ లోను, ఇంగ్లండులోను యురేనియమ్ ఫాస్ఫేట్ దొరకు చున్నది. 15% యురేనియమ్ ను కలిగిఉన్న సమర్ స్కెట్ ఖనిజము రష్యాలోను, భారత దేశములోను యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోను లభించును.

మోనజైట్ అను ద్రవ్యముతో కలిసి 10% తోరియమ్, కొద్దిగా యురేనియమ్ గల ఖనిజము భారత దేశములో (ముఖ్యముగా కేరళ సముద్రతీరములోను), బ్రెజిల్ లోను, యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోను దొరకును. తోరియమ్ సిలికేట్ లు కొన్ని నార్వేలోను, బెర్జియన్ కాంగోలోను దొరకును.

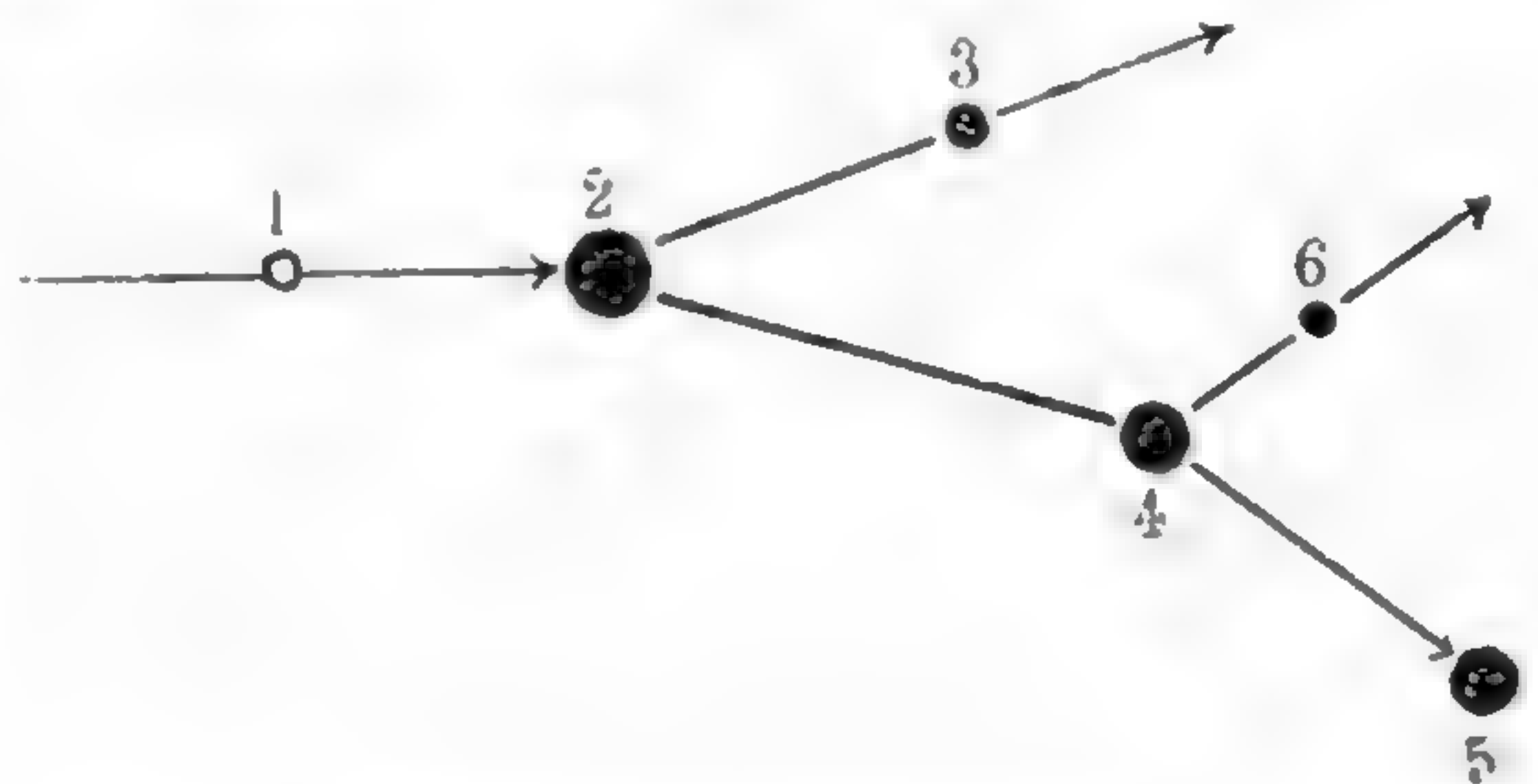
సిలోన్ లో తోరియ వైట్ లు దొరకును; మోనజైట్ కూడ మంచి స్పటికములుగా దొరకును.

ఉపయోగములు: రేడియోధార్మిక వికిరణములు పుట్టకురుపు (కేన్సర్)లను నశింప చేయుటకు, వ్రణములను మాన్పుటకు ఈ శతాబ్ది ప్రారంభమునుండికూడ ఉపయోగపడినవి. రేడియమ్ ను వైద్యములో ఉపయోగించుటకు 'రేడియమ్ తెరపీ' అనిపేరు.

సహజమైన రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు పరమాణు శక్తి సాధనలో ఉపయోగింపబడు అవకాశములు గలవై ప్రతిదేశములోను ప్రస్తుతము ప్రభుత్వపు అధీనమునందు ఉన్నవి. [చూ. ఆల్ఫాకణములు - పు. 199; ఆటంబాంబు - పు. 187; రేడియోధార్మికత (కృత్రిమ)] డి.వి.వి.ఎస్.నా.

రేడియోధార్మికత (కృత్రిమ): ఒక పరమాణువు తనంతటతాను విచ్ఛిన్నమగుచు చిన్న ద్రవ్యకణములను ప్రసరింప చేయుచు, మార్పులు చెందునపుడు అది సహజ రేడియోధార్మికతను ప్రదర్శించినదని అందురు. ప్రకృతిలో దొరకని రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములను కృత్రిమముగా పరిశోధనాగారములో ఉత్పత్తిచేయుపద్ధతి 1934 లో ఐరీన్ క్యూరీ, ఫ్రెడరిక్ జోలియో అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞానదంపతులు తొలిసారిగా కనుగొనిరి. ఇవి కూడ యురేనియమ్, రేడియమ్ వలెనే యాదృచ్ఛికముగ విచ్ఛిన్నమగు గుణము కలిగియున్నవి. ఇవి ప్రదర్శించు ధర్మమును కృత్రిమ రేడియోధార్మికత అందురు.

మూలద్రవ్యముల పరమాణుకేంద్రకములు సాధారణముగ స్థిరముగ ఉండును. రేడియోధార్మిక ద్రవ్యముల కేంద్రకములుమాత్రము యాదృచ్ఛికముగ మారును. ఒక మూలద్రవ్యపు పరమాణుకేంద్రకమును శక్తిమంతములైన ఆల్ఫాకణములతోనో, ప్రోటాన్ లతోనో, న్యూట్రాన్ ల



అల్ఫామినియము పరివర్తనము.

1. α-కణము; 2. అల్ఫామినియము పరమాణువు; 3. న్యూట్రాన్;
4. భాస్వర సమస్థానీయము; 5. సిలికన్ సమస్థానీయము;
6. పోజిట్రాన్.

తోనో ఘట్టించి ఛేదించవచ్చునని తెలిసినది. మొదటిలో ఒకరకపు పరమాణువులను ఛేదించగా అవి మార్పుచెంది



ఇంకొకరకపు పరమాణువులుగా మారినవి. మార్పుతో వచ్చిన ఈ క్రొత్తరకపు పరమాణువులు స్థిర కేంద్రములుగా ఉండెడివి. 1919-34 సం॥ల మధ్య శాస్త్రజ్ఞులు అటువంటి మార్పులకు సంబంధించిన ప్రయోగములను ఎన్నింటినో చేసిరి. ఐరీన్ క్యూరీ, ఫ్రెడరిక్ జోలియో 1934 లో శక్తి మంతమైన ఆల్ఫాకణములతో అల్యూమినియము పరమాణువులను ఘట్టించిరి. కొన్ని అల్యూమినియము పరమాణువులు ఛాన్సరము (ఫాస్ఫరస్) సమస్థానీయములుగా మారినవి (చూ. పటము - పు. 602).



ఇదికూడ అంతకుముందు వచ్చిన మార్పులవంటిదే అయినచో ఈ క్రొత్తగావచ్చిన పరమాణువు స్థిరముగా ఉండవలెను. కాని, ఈ మార్పులో ఒక ఆశ్చర్యకరమైన విషయము తెలిసినది. క్రొత్తగావచ్చిన ఛాన్సరపుసమస్థానీయము స్థిరముగా ఉండక యాదృచ్ఛికముగ విచ్ఛేదనమును చెందుచు సిలికన్ సమస్థానీయముగా మారును (చూ. పటము - పు. 602).



ఈ సందర్భములో అది విడుదలజేయు ద్రవ్యకణము ఎలక్ట్రాన్ కు ఉన్నంత ద్రవ్యరాశియు, విద్యుదావేశమును కలిగియుండు ధనవిద్యుత్కణము. దీనికి 'పోజిట్రాన్' అని పేరు. కాని, ఎలక్ట్రాన్ వలె ఋణావేశమునుకాక పోజిట్రాన్ ధనవిద్యుదావేశమును కలిగియుండును. పైవిధమున మారుటలో ఛాన్సరపు సమస్థానీయము 'కృత్రిమ రేడియోధార్మికత'ను ప్రదర్శించినదని అందురు. ఈ మార్పు శాస్త్రప్రపంచములో గొప్పసంచలనమును కలుగజేసినది. ఇటువంటి కృత్రిమ రేడియోధార్మికత ద్రవ్యములను ఇంకను కనుగొనుటకు కృషి చాలతీవ్రముగ జరిగినది. కృత్రిమరేడియోధార్మికతను చూపుచు అస్థిరముగా ఉండు పరమాణువులను సుమారు 500 రకములను 1947 సరికే ఇట్టి పరిశోధనలమూలముగా శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. ప్రతి మూలద్రవ్యమునకు అధమము ఒక్క కృత్రిమ రేడియోధార్మిక సమస్థానీయమైనను కలదు.

కృత్రిమ రేడియోధార్మిక విచ్ఛేదనములు: కృత్రిమ రేడియో ధార్మికతను చూపు ద్రవ్యములలో జరుగు మార్పులు గుర్తించదగినవి. ప్రకృతిలో రేడియోధార్మికతను చూపు ద్రవ్యములు ఆల్ఫాకణములను, బీటాకణములను, గామాకిరణములను బయటకు పంపును (చూ. ఆల్ఫాకణములు - పు. 199). కృత్రిమ రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు ఎలక్ట్రాన్లనుగాని, పోజిట్రాన్లనుగాని బయటకు

పంపును. కృత్రిమరేడియో ధార్మిక ద్రవ్యములలో సుమారు మూడవవంతు ఎలక్ట్రాన్, పోజిట్రాన్లను ద్రవ్యకణములను మాత్రమే వెలువరించును. మిగిలినవి వాటితో బాటు గామా కిరణములనుకూడ వెలువరించును. కేంద్రకములలో ఒక న్యూట్రాన్ ప్రోటాన్ గాను, ఎలక్ట్రాన్ గాను మారుట ఆ ఎలక్ట్రాన్ బహిర్గతమగుట జరుగవచ్చును; లేదా ఒక ప్రోటాన్ న్యూట్రాన్ గాను, పోజిట్రాన్ గాను మార్పుచెంది ఆ పోజిట్రాన్ బహిర్గతమగుట జరుగవచ్చును. సాధారణముగ ఈ రెండు రకముల మార్పులే జరుగును. ఎలక్ట్రాన్ బహిర్గతమనము సుళువుగా జరుగగలదు. కాని, కేంద్రకమునుండి పోజిట్రాన్ ను వెళ్లగొట్టుటకు ఒక మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల శక్తి అవశ్యకము. కేంద్రకమునకు విద్యుదావేశము ఎక్కువయై పోజిట్రాన్ ను విడుదలచేయవలసిన అవసరము ఉండియు పోజిట్రాన్ బహిర్గతమనమునకు కావలసిన శక్తి ఆ మార్పులో లేనపుడు పోజిట్రాన్ బహిర్గతమనమునకు బదులు కేంద్రకముచుట్టు 'K' పొరలో పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రాన్ కేంద్రకముచే గ్రహింపబడవచ్చును. ఇటువంటి మార్పులు సాధారణములు కావు. కాని, అప్పుడప్పుడు జరుగుటకు అవకాశము ఉన్నది. సహజ రేడియోధార్మికత (చూ. పు. 599) లోని మార్పులకు సంబంధించిన సూత్రములే కృత్రిమ రేడియో ధార్మికతలోని మార్పులకు కూడ వర్తించును. కేంద్రకము నుండి బహిర్గతమైన కణము యొక్క గరిష్ఠశక్తికి, ఆ ద్రవ్యపు అర్థజీవిత వ్యవధి సహజరేడియోధార్మికతలోని సంబంధమే వర్తించును.

పరమాణువుల ఉత్పత్తి: ఆల్ఫాకణముగాని, ప్రోటాన్ గాని, డోయిట్రాన్ గాని ఒక స్థిరమైన కేంద్రకమును డీకొని ఒక న్యూట్రాన్ ను విడుదలచేసినప్పుడు ఆ కేంద్రకము అస్థిరమగును లేదా, ఒక ప్రోటాన్ ను గ్రహించినపుడుకూడ ఆ కేంద్రకము అస్థిరము కావచ్చును. ఈ నాలుగు సందర్భములలోను లభ్యమగు అస్థిరకేంద్రకములకు విద్యుదావేశము ఉండవలసినదానికన్న ఎక్కువ ఉండును. కనుక అది పోజిట్రాన్ ను బహిర్గతముచేయుచు స్థిరమైన మూలద్రవ్య కేంద్రకముగా మార్పుచెందును. న్యూట్రాన్ ఒక కేంద్రకమును డీకొని దానిచే గ్రహించబడినపుడు లేదా కేంద్రకమునుండి ప్రోటాన్ నుగాని, ఆల్ఫాకణమునుగాని, న్యూట్రాన్ నుగాని విడుదలచేసినపుడు లేదా ఒక కేంద్రకమునుండి ప్రోటాన్ ను, డోయిట్రాన్ ను విడుదల చేసినపుడుకూడ కేంద్రకము అస్థిరము కావచ్చును. ఈ సందర్భములలో కేంద్రక ధనవిద్యుదావేశము తక్కువగుట మూలమున అది ఒక ఎలక్ట్రాన్ ను



రోడియమ్

బహిర్గతము చేయును. శక్తిమంత మయిన గామా కిరణములను కేంద్రకము మీదకు పంపినపుడు కూడ కొన్ని పరమాణువులు రేడియో ధార్మిక ధర్మములను పొందును. డి. ఏ. ఎ. ఏస్. నా.

**రోడియమ్ :** రాసాయనిక ధాతు మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 45; సంకేతము Rh; పరమాణుభారము 102.91; విశిష్టగురుత్వము 12.44; ద్రవాంకము 1930° C. దీని ఉనికిని 1803 లో వూలాస్టన్ కనుగొనెను. \* \* \*

**లవే, మాక్స్ ఫాన్ (జననము 1879):** జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని. ప్లాన్ బర్గ్, గాటింజన్, మ్యూనిక్ విద్యా సంస్థలలో విద్య పూర్తి అయిన తరువాత మ్యూనిక్ విద్యాలయములో ఆచార్యుడుగా కొన్నాళ్ళు పనిచేసెను. ఇట్టి ఆచార్యత్వమును పలు సంస్థలలో నెరపి చివరకు 1919 లో బెర్లిన్ సైద్ధాంతిక భౌతికవిజ్ఞానసంస్థకుడై రక్తరుగా నియమితుడు అయ్యెను. X-కిరణ విశ్లేషణము వలన కలిగిన ఛాయాచిత్రముల పరిశీలన వలన స్పటిక రచనను అనుశీలించు పద్ధతి ఈతని ఉపజ్ఞయే. స్పటికములు X-కిరణ ములకు జాలకముగా ఉపయోగించుటచే ఈయన రెండు మహత్తర భౌతికశాస్త్రవిషయములను వెల్లడించగలిగెను. మొదటిది : X - కిరణములుకూడ సామాన్య కాంతి కిరణ ములవలె తరంగరూపములని నిర్దేశించుట; రెండవది : స్పటికములందు, జాలకములందు రేఖలవలె స్పటికఘటక ముల క్రమ రచనను నిరూపించుట. 1914 లో ఈయనకు భౌతికశాస్త్ర నోబెల్ బహుమతి లభించినది. వం. న. నా.

**లాక్టోన్ :** చూ. కార్బోప్రాడ్రేట్లు - పు. 285.

**లాజ్, అలివర్ (1851 - 1940):** లండన్ యూని వర్సిటీ కాలేజీలో చదువు పూర్తిచేసి, మొదట బెడ్ ఫర్డ్ స్త్రీలపాఠశాలలో ఉపాధ్యాయుడుగా చేరెను. తరువాత యూనివర్సిటీకాలేజీలో వినియక్త గణితశాస్త్రాచార్యు డుగా నియమితుడై, లివర్ పూల్ యూనివర్సిటీలో మొదటి భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగ ఆహూతుడైనాడు. తరువాత బర్మింగ్ హామ్ యూనివర్సిటీకి అధ్యక్షుడు అయ్యెను. రేడియో విజ్ఞానమునకు ఈయన ప్రాథమిక పరిశోధనలే బీజములు. విద్యుదస్కాంత వికిరణ స్వభా వము, ఈతర్ ప్రవాహము, మెరుపు - ఈ విషయములు అన్నియు ఈయన పరిశోధన విషయములైనవి. కోహిరర్ అను రేడియోతరంగ సూక్ష్మసంగ్రాహక పరికరము ఒక దానిని సృజించెను. కె. గె.

**లాన్గ్మ్యూర్, ఇర్వింగ్ (జననము 1881):** మొదట కొలంబియాలో తరువాత గాటింజన్ లో విద్యనభ్యసించి, ఉపాధ్యాయవృత్తిని కొన్నాళ్లు అవలంబించి, దానిని

విడిచి 'జనరల్ ఎలక్ట్రిక్ కంపెనీ' నూతనాన్వేషణ శాఖలో ప్రవేశించెను (1909-50).

తలరాసాయనికశాస్త్ర పరిశోధనలకై ఈతనికి 1932లో నోబెల్ బహుమానము లభ్యమైనది. నైట్రోజన్ తో నింపిన టంగ్ స్టన్ విద్యుత్ దీపము, ధాతువులను అతుకుట, హైడ్రోజన్ పరమాణు ధమనజ్వాల ఈయన ఉపజ్ఞములే. అత్యధిక శూన్యమును సృజించగల పాదరస సాంద్రీకరణ పరికరమును ఒకదానిని ఈయన నిర్మించెను. మొ.హ.రా.

**లారెన్స్, ఎర్నెస్ట్ ఆర్లాండ్ (జననము 1901):** యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. 1928 లో కాలి



ఎర్నెస్ట్ ఆర్లాండ్ లారెన్స్

ఫోర్నియా యూని వర్సిటీ యందు భౌతికశాస్త్రాచార్యు డుగా ప్రవేశించెను. 1930 లో మొదటి పైక్లోట్రాన్ ను నిర్మించి దానితో మూలద్రవ్య పరి వర్తనములు, కృత్రిమ రేడియో ధార్మికత - ఈ విష యములను పరి శోధించెను. ఈ పరిశోధనలకై 1939 లో నోబెల్ భౌతికశాస్త్ర బహుమతి ఈయనకు ఒసగబడినది. కె. ల.

**లావ్వాజ్యే, అంటూనీ లారెన్స్ (1743 - 94):** ప్యారిస్ నగరమున జన్మ. ఇరువయ్యైదేండ్ల వయస్సులో



అంటూనీ లారెన్స్ లావ్వాజ్యే

ప్రాయోగిక నిర్వచనమును ప్రథముడు.

ఫోర్నియా యూని వర్సిటీ యందు భౌతికశాస్త్రాచార్యు డుగా ప్రవేశించెను. 1930 లో మొదటి పైక్లోట్రాన్ ను నిర్మించి దానితో మూలద్రవ్య పరి వర్తనములు, కృత్రిమ రేడియో ధార్మికత - ఈ విష యములను పరి శోధించెను. ఈ

ఎకాడమీ ఆఫ్ సైన్సెస్ లోనియుక్తు డైనాడు. తన నాడుప్రచారములో ఉన్న జ్వలన (ప్లోజి స్టాన్) సిద్ధాంతముల దోషముల కని పెట్టి సమంజస జ్వలన సిద్ధాంతమును ప్రతి పాదించెను. రాసా యనిక మూల ద్రవ్యముల నిశిత ఇచ్చుటలో ఈతడు

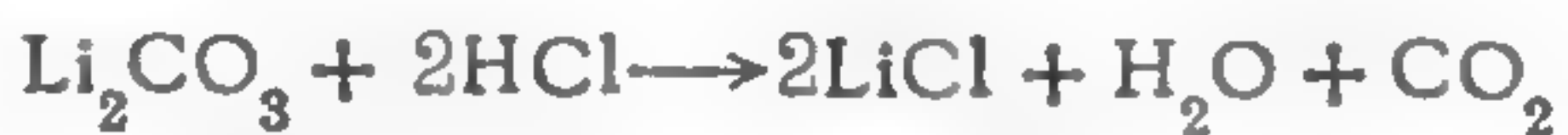


ఈతని అప్రతిమానసర్వతోముఖ ప్రతిభ ఈతనికి ప్రభుత్వ రంగమందు అధికారపదవుల తెచ్చిపెట్టి ఈతని జీవితము నకే ముప్పు తెచ్చినది. విప్లవ ప్రభుత్వోద్యోగులు ఈతని మహత్త్వము గుర్తెరుంగక 1792 లో ఈతని అధికార పద భ్రష్టునిగావించి మరి రెండుపండ్ల తరువాత ఉరితీసిరి. ప్రసిద్ధ గణిత శాస్త్రవేత్తయగు లాగ్రాన్జ్, ఈ పాశపక్రియను ఏవగించుకొని " ఒక తృటిలో ఈ మహామహుని తల తెగ గొట్టిరి. ఈతని సముని శతాబ్దకాలమునకైన కానలేము " అని విప్లవకారులను గర్వించెను. ఆక్సిజన్ ఉనికిని కను గొన్న కీర్తి షేలేకు లభించినను లావాజ్యేకు, ప్రీస్ట్లీకిని కూడ అందు ముఖ్యపాత్ర కలదు. 'ఆక్సిజన్' అని నామ కరణము చేసిన భ్యాతి లావ్వాజ్యేకు లభించినది. నైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్కయు, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్కయు సంఘట్టన కనుగొని 'జలవాయువు' (వాటర్ గాస్) ను తయారు చేసెను. మే. వ. న.

**లిథియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 3; సంకేతము Li; పరమాణుభారము 6.94; విశిష్టగురుత్వము 0.534; ద్రవాంకము 186°C. క్వథనాంకము 1400°C. దీని ఉనికిని 1828 లో జోహాన్ ఆగష్ట్ ఆర్ ఫెడ్ సన్ కనుగొన్నాడు.

**ప్రాప్తి :** ప్రకృతియందు లిథియమ్ అరుదుగ ఉన్నది. ధాతురూపమున దొరకదు. సోడియమ్ సిలికేట్ తోను, పొటాసియమ్ సిలికేట్ తోను లిథియమ్ సిలికేట్ కొలదిగా కలిసి ఉండును. లిథియమ్ ఖనిజములలో ముఖ్యమైనవి : 1. లెపిడొలైట్ లేదా లిథియమ్ అభ్రకము (Li, K, Na)<sub>2</sub> Al<sub>2</sub>(SiO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(F, OH)<sub>2</sub>; 2. పెటలైట్ LiAl(Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>)<sub>2</sub>.

**ధాతు సాధన :** లెపిడొలైట్ నకుగాని, పెటలైట్ నకుగాని జేరియమ్ కార్బొనేట్ ను కలిపి ఈ మిశ్రమును ద్రవీభవించినచో లిథియమ్ కార్బొనేట్ ఏర్పడును. ఈ ద్రవ్యమును చల్లార్చి సజలహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ నందు కరగించి, లభించిన ద్రావణమును వడపోసి పూర్తిగా ఇగుర పెట్టుదురు. ఇప్పుడు ఏర్పడిన శేషమును సారాయిలో కరగింతురు.



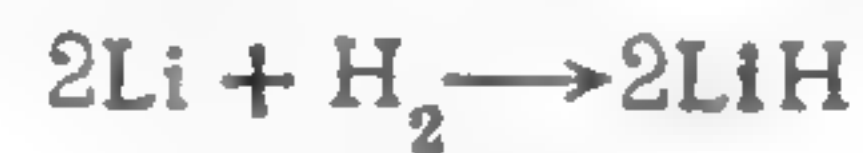
లిథియమ్ క్లోరైడ్ సారాయిలో కరగును. సారాయి ద్రావణమును మరల ఇగురపెట్టినచో పరిశుద్ధమైన లిథియమ్ క్లోరైడ్ లభించును. దీనిని ద్రవీభవించి విద్యుత్కరణము చేసిన లిథియమ్ ధాతువు ఏర్పడును.

**ఉపయోగములు :** లిథియమ్ నకు ధాతురూపమున ప్రత్యేకించి ఉపయోగములు కానరావు. దానిధాతు మిశ్రములు విశేషముగా ఉపయోగపడునని పొడగట్టు

చున్నది. 1% నకు తక్కువగా లిథియమ్ కల జింకు - అల్యూమినియము ధాతుమిశ్రము మెత్తని ఉక్కుకంటె స్థితిస్థాపకతయు, పటుత్వమును అధికముగ కలిగియుండుటచేతను, తేలికయగుటచేతను విమాననిర్మాణమునకు ఉపయోగపడుచున్నది. లిథియమ్-సీసము ధాతుమిశ్రమును విద్యుత్ తంత్రుల జంటలనుంచు ఒరలను జేయుటకు వాడుదురు.

**యౌగికములు :** ఇవి సోడియమ్ యౌగికములను, పొటాసియమ్ యౌగికములను అన్ని విషయముల పోలియుండును. కాని లిథియమ్ కార్బొనేట్, ఫాస్ఫేట్, ఫ్లోరైడ్ మాత్రము వాటికి విరుద్ధముగా నీటిలో అతిస్వల్పముగా కరగును. ఈ గుణములు ఆ వర్తక్రమములో మగ్నీషియమ్ తో దీనికిగల ఐమూల సంబంధమును విశదపరచుచున్నవి (చూ. బోరాన్-పు. 514; సిలికన్)

**లిథియమ్ హైడ్రైడ్ (LiH) :** లిథియమ్ ను హైడ్రోజన్ తో సంయోగించినప్పుడు ఇది ఏర్పడుచున్నది :



ద్రవరూపమున ఉన్న లిథియమ్ హైడ్రైడ్ ను విద్యుత్కరణము గావించినచో హైడ్రోజన్ ధనద్రువము వద్ద వెలువడును; ఇది ఒకవిశేషము. ఏలన సర్వసాధారణముగా ఇది ఋణద్రువము వద్దనే వెలువడును. లిథియమ్ హైడ్రైడ్ ను నీటితో కలిపిన హైడ్రోజన్ వచ్చును :



లిథియమ్ ఆక్సైడ్, Li<sub>2</sub>O లిథియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ : లిథియమ్ ధాతువు నీటిని విశ్లేషించి లిథియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (LiOH) ను ఇచ్చును :



లిథియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ను వేడిచేసినచో లిథియమ్ ఆక్సైడ్ లభించును. ఇందు గుర్తింపదగు విషయము సోడియమ్, పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ లవలెగాక ఇది వేడివలన వియోగము చెందును.

**లిథియమ్ లవణములు :** లిథియమ్ ఖనిజములను గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో ఇగురపెట్టి వచ్చిన శేషమును నీటితో సారము తీసినచో నీటిలో సిలికా కరగక మిగిలియుండును. ఇట్లు ఏర్పడిన ద్రావణమును వడపోసి దానికి సోడియమ్ కార్బొనేట్ విశేషముగా కలిపినచో లిథియమ్ కార్బొనేట్ అవక్షిప్తమగును. దీనిని కావలసిన ఆమ్లములలో కరగించి వేర్వేరు లిథియమ్ లవణములను ఉత్పత్తి చేయవచ్చును ; లేదా ఖనిజములకు జేరియమ్ కార్బొనేట్ తోకలిపి వేడిచే ద్రవీభవించినను లిథియమ్ కార్బొనేట్ ఏర్పడును.



లిప్ మన్, గేబ్రియల్

లిథియమ్ క్లోరైడ్ ( $\text{LiCl}$ ): ఖనిజముల నుండి లిథియమ్ ధాతువును వేరుచేయునపుడు ఇది తయారగును. లవణము లన్నిటిలోను ఇది మిక్కిలి చెమ్మగిల్లెడు స్వభావము గలది.

లిథియమ్ ఫాస్ఫేట్ ( $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ): కాల్షియమ్ మగ్నీషియమ్ ఫాస్ఫేట్ లవణనే ఇది నీటిలో కరగదు. లిథియమ్ ద్రావణములకు సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ కలిపినచో ఇది అవడి ప్తమగును.

లిథియమ్ కార్బోనేట్ ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ): దీని ఉత్పత్తివిషయము ఇదివరకే తెలుపబడినది. ఇది మిగిలిన ఛారధాతువుల కార్బోనేట్ లవణగాక నీటిలో అతిస్వల్పముగా కరగను.  $800^\circ\text{C}$  వద్ద లిథియమ్ ఆక్సైడ్ గను, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ గను వియోగము చెందును. ఇది మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ లను పోలియుండును. మరియు వానివలె ఎక్కువగా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ మూలమున నీటిలో కరగి బై కార్బోనేట్ ద్రావణముగా మారును. దీనినే లిథియమ్ జలమనుపేరను ఔషధముగా వాడుదురు. లిథియమ్ బై కార్బోనేట్ కొన్ని నీటిబుగ్గలందుకూడ ఉండును.

లిథియమ్ సల్ఫేట్ ( $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ): ఇది నీటిలోను, సారాయిలోను సులువుగా కరగను.

లిథియమ్ నైట్రేట్ ( $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ): ఇది మిక్కిలి చెమ్మగిల్లెడు స్వభావము కలది; సారాయిలో కరగను.

ఉపయోగములు: లిథియమ్ బ్రోమైడ్, కార్బోనేట్ లను వైద్యమున వాడుదురు. సిక్రేట్, సాలిసిలేట్ కీళ్లవాతమునకు ఔషధములు. హైడ్రాక్సైడ్, ఆడినన్ విద్యుత్ ఘటమునందు ఉపయోగపడును. లెపిడొలైట్ ను పూర్వము ముఖ్యముగా తెల్లనిగాజును చేయుటకు ఉపయోగించెడివారు. తొందరగా పగులనట్టియు, ఎక్కువ వేడిమికి కరగనట్టియు, తక్కువవ్యాకోచము గలదియు అగు గాజును ఉత్పత్తిచేయుటకు లెపిడొలైట్ ఇటీవల వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఎక్కువగా లిథియమ్ గాజును అతినీలలోహితకాంతిని ప్రసరింపజేయుటకును, విద్యుత్ నిరోధమునకును వాడుదురు. విద్యుత్ బంధములుగ వాడబడుపింగాణి మొదలగు వస్తువులకు మంచిమెరుగులు దిద్దుటకు ఈ లిథియమ్ లవణములు పనికివచ్చును. హైడ్రోజన్ వాయువును లిథియమ్ హైడ్రైడ్ రూపమున ఒకచోటినుండి మరియొకచోటికి తీసికొనిపోవచ్చును. గాలిలోని ఆర్ద్రత తగుమాత్రము ఉండునటుల ఏర్పాటు చేయుటకు లిథియమ్ క్లోరైడ్ ఉపయోగపడును (చూ. ఆల్కలి ధాతువులు - పు. 190).

జె. వి. బి. రావు.

లిప్ మన్, గేబ్రియల్ (1845 - 1921): ఫ్రెంచ్ భౌతికవిజ్ఞాని. ప్యారిస్ లోను, జర్మనీలోను విద్యను అభ్యసించి, ప్యారిస్ లో (1886) సార్వోన్ యూనివర్సిటీ యందు ప్రాయోగిక భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడయ్యెను. కైశిక విద్యుత్ స్థాపకమును అతిసూక్ష్మ విద్యుత్ శక్తి వ్యత్యాసములను కనపరచు పరికరము (చూ. పు. 298) ఒక



గేబ్రియల్ లిప్ మన్

దానిని నూతనముగా నిర్మించెను. 1908 లో ఈయనకు నోబెల్ బహుమతి, రాయల్ సంఘ సభ్యత్వము లభించినవి. కె. ఎస్. ల.

లిబ్బీ, విల్లర్డ్ ప్రాంక్ (జననము 1908): యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడు. కొలరేడో గ్రాండు వేలీలో జననము. కాలిఫోర్నియాలో చదువు పూర్తిఅయిన తరువాత అచ్చటనే రాసాయనిక శాస్త్ర ఉపాధ్యాయుడుగా కుదురుకొనెను. 1941 నుండి 1945 వరకు కొలంబియా యూనివర్సిటీయందు ఆచార్యుడుగా ఉన్న కాలములో ఆటంబాంబు సాధించుటయందు పనిచేసెను. యురేనియమ్<sup>235</sup> సమస్థానీయమును వేరుపరచుట యందు విజయమును సాధించెను. కార్బన్ మూలద్రవ్యమునకు రేడియో ధార్మిక సమస్థానీయముగా  $\text{C}_{14}$  రేడియో ధార్మిక సామర్థ్య పరిమాణమును కన్పడు పురావస్తువుల వయస్సును నిర్ణయించుటయందు సఫలుడయ్యెను. ఇందుకై ఈతడు నోబెల్ బహుమానమునకు ప్రతిగ్రహీతగా గౌరవించబడెను. మే. వ. స.

లిమొనీన్: చూ. పెర్మీన్లు - పు. 350.

లీబిక్, జస్టస్ ఫాన్ (1803 - 73): జర్మను రాసాయనికుడు. డార్మ్ స్టాట్ నగరమందు జన్మించెను. తొలిని బాన్ యూనివర్సిటీలో ప్రవేశించి ఎర్లాంగెన్ లో డాక్టరేట్ పట్టమును సంపాదించి గీసెన్ లో ఆచార్యుడుగా నియమించబడెను. తరువాత ప్రఖ్యాతిగాంచిన రాసాయనిక విశ్లేషణానుశీలన శోధనాగారమును స్థాపించి వందల కొలది శిష్యులను ఆకర్షించెను. ఈతడు నేటికిని ప్రచార



ములోఉన్న కార్బన్ యోగికవిశ్లేషణ పద్ధతుల స్థాపించెను. జంతువుల, వృక్షముల జీవితసంఘటనల పరీక్షించుట ఈతని పరిశోధన పరిధిలో నుఖ్యాంశము. భౌతిక రాసాయనిక ప్రక్రియలు చేతన, అచేతన వస్తువులకు సామాన్యములని ఈతడు రుజువుచేసెను. ఎరువుల ఉపయోగమును నిరూపించి వ్యవసాయశాస్త్రమునకు వికాసమును పొందించెను. మాంసరసమును (మీట్ ఎక్స్ట్రాక్ట్), శిశ్వాహారము తయారుచేయుటలో ప్రథముడు. మే. వ. న.

లీమెట్టర్ (జననము 1878) : 1917 - 33 సం॥ల మధ్య బెర్లిన్ 'కెయ్జర్ - విల్ హెల్మ్ ఇన్స్టిట్యూట్' లో ఆచార్యగా ఉన్నకాలమున, 1917 లో హాన్ విజ్జానితో కలిసి పనిచేసి, ప్రోటాక్టీనియమ్ అను క్రొత్తరేడియో ధార్మిక మూలద్రవ్యమును ఆవిష్కరించెను. ఇంతేకాక 1934 లో 93, 94, 95, 96, పరమాణ్వంకముగాగల మరి కొన్ని క్రొత్త మూలద్రవ్యములు ఉన్నజాడలను కూడ నిరూపించెను. యురేనియమ్<sup>235</sup> పరమాణు కేంద్రకము ఇంచుమించు సమానభారముగల రెండుశకలములుగా బ్రద్దలగునను విషయము ఈమెయే మొట్టమొదట నిరూపించినది. బి. పూ. రా.

లూటీషియమ్ : అపురూప మృత్తుధాతువులకు చెందిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 71; సంకేతము Lu; పరమాణుభారము 174.99. దీని ఉనికిని 1907 లో జార్జి ఉర్బా కనుగొనెను. లూటీషియమ్ చాల అరుదుగా లభించును. \* \* \*

లూయీ సిద్ధాంతము : చూ. ఆప్లుములు - లవణాధారములు - పు. 172.

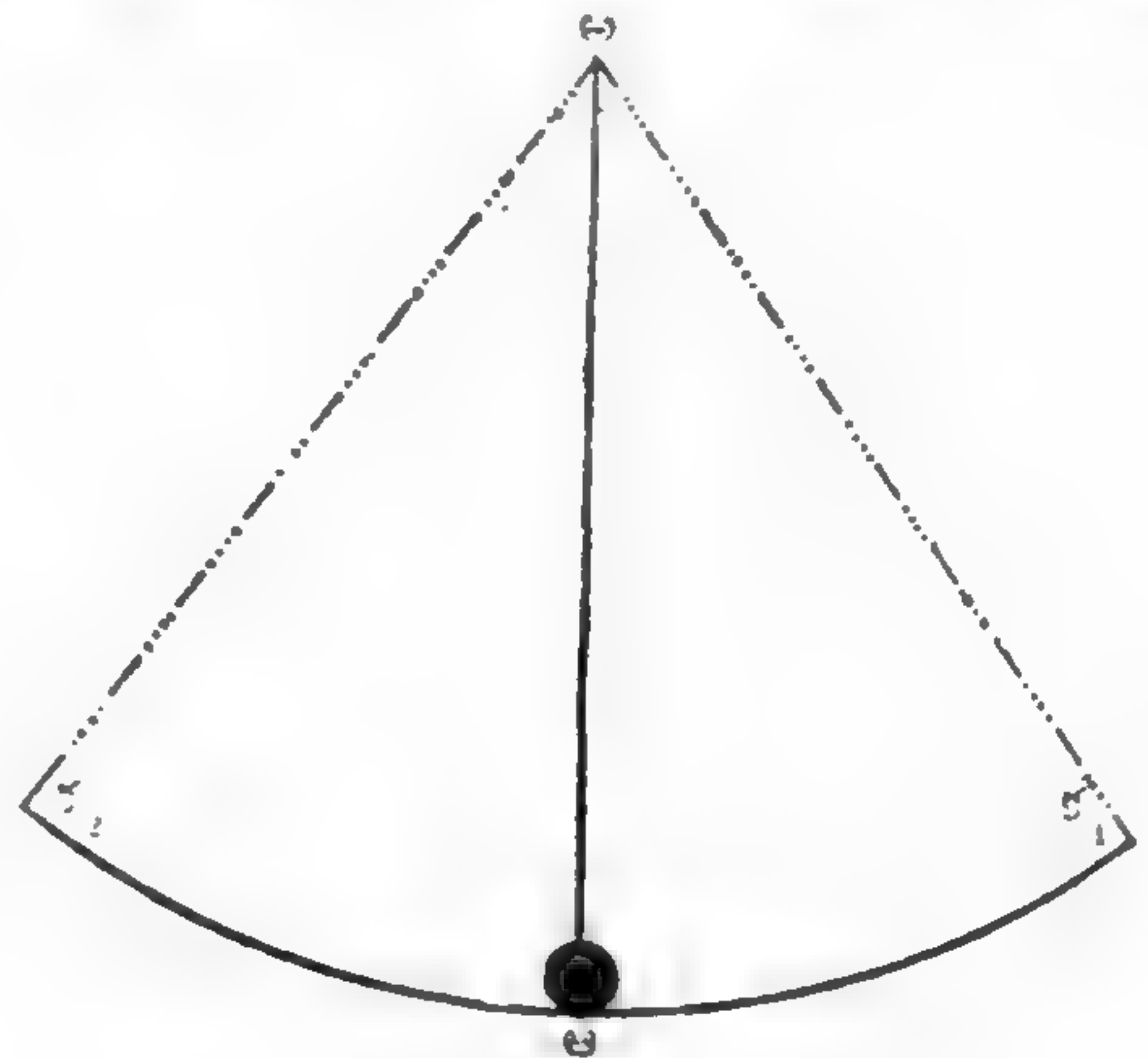
లెనార్డ్, ఫిలిప్ ఇ. ఏ. ఫాన్ (1872-1947) : జర్మను భౌతిక శాస్త్రవేత్త. హైడిల్బర్గ్ లో బున్సెన్ వద్ద శిష్యుడుగా ఉండి విద్యనభ్యసించి, అచ్చటనే భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. కేటోడ్ కిరణములపై ఈయన కావించిన పరిశోధనలు మార్గదర్శకములు. కేటోడ్ కిరణములు పలుచని అల్యూమినియము పొరగుండ బయటకు రాగలవని కనిపెట్టి, ఆకిరణములు సాధారణ వాతావరణములో ఎంతవరకు ప్రచారము చేయగలవో గణించగలిగెను. ఈయనకు 1905 లో నోబెల్ బహుమానము లభ్యమైనది. ఈతడు నాజీ రాజ్యతంత్రాభిమాని. కె. ఎస్. ల.

లేంటెనెమ్ : ధాతురాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 57; సంకేతము La; పరమాణు భారము 138.92; విశిష్టగురుత్వము 6.15; ద్రవాంకము 828°C; కృత్రాణాంకము 4200°C; దీని ఉనికిని 1839 లో కార్ల్ గస్టావ్

మోసాండర్ కనుగొనెను. రేడియో ధార్మికగుణము కలది. గాఢపరిశ్రమలోను, ఖరీదుగల కటకముల తయారీలోను ఉపయోగింతురు. ఇది గాలి సోకినవెంటనే తెల్లని పొడిగామారును. \* \* \*

లోరెన్స్, హెండ్రీక్ అంటూన్ (1853-1928) : డచ్ భౌతికశాస్త్రవేత్త. లీడెన్ లో చదివి అక్కడనే 1878 లో భౌతిక శాస్త్రగణితాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. క్వాంటం వాదమందు ప్రామాణికుడు. 'లోరెన్స్ - ఫిట్స్ జెరాల్డ్ సంకోచము' అనుపేర బరగు వివరణను స్వతంత్రముగా సూచించెను. విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రమునందు ఈయన పరిశోధనలు సాపేక్షతావాదమునకు దారితీసినవి. ఈ పరిశోధనల ముఖ్యఫలితము లోరెన్స్ పరివర్తనమను భావము సాపేక్షతా వాదమునకు మొదటిమెట్టు. 1902 లో నోబెల్ భౌతికశాస్త్ర బహుమానము లోరెన్స్ కును, జేమాన్ కును ఇద్దరికిని పంచబడినది. కె. ఎస్. ల.

లోలకము (సామాన్య) : సన్నని తంతుకి ఒకకొనకు బరువైనవస్తువును కట్టి స్థిరబిందువువద్ద వ్రేలగట్టిన దానికి 'సామాన్యలోలకము' (సింపిల్ పెండులమ్) అని పేరు.



సామాన్యలోలకము

పైపటములో 'ఆ' అనునది ఒక బరువైన గుండు. 'అ ఆ' అనునది అస్థితిస్థాపకలక్షణముగల తంతి. 'అ' అను ఎత్తైన ప్రదేశమునుండి గుండు వ్రేలకట్టబడినది. 'ఆ' అనునది గుండుయొక్క కేంద్రస్థానముగా పరిగణించవచ్చును.

'అ ఆ' అను లంబమును ఏతలములోనున్నదో ఆతలముననే గుండును ఒకవైపుకు లాగి విడిచినచో గురుత్వాకర్షణము (చూ. పు. 324) వలన ఆతలమున అది ఊగులాడుట ప్రారంభించును. ఈ చలనము 'అ' అను



## లోలకము (సంయుక్త)

స్థానమునకు ఇరువైపుల సమముగా ఉండును. అందువలన గుండు కుడివైపుగా 'క<sub>1</sub>' వరకు ఏ రీతిగా ఎంత దూరము ఊగునో అదేరీతిగా ఎడమవైపుగా కూడ 'క<sub>2</sub>' వరకు ఊగును.

నిర్వచనములు: వ్రేలాడదీయబడిన బిందువునకు 'ఆధార బిందువు' అని పేరు. సామాన్య లోలకమందలి గుండు యొక్క కేంద్రమునకు డోలనబిందువని సాంకేతిక నామము.

ఆధారడోలనబిందువుల మధ్య దూరమును 'లోలకపు పొడవు' అందురు. 'క<sub>1</sub>' నుండి 'క<sub>2</sub>' వరకును లోలకపు గుండు ఊగినచో అది ఒకకంపనమును చేసినది అందురు. కంపనమును, ప్రతికంపనమును కలిసి 'డోలనము' అందురు. అనగా లోలకపుగుండు 'క<sub>1</sub>' వద్ద బయలుదేరి 'క<sub>2</sub>' ను చేరి, తిరిగి 'క<sub>1</sub>' వద్దకు వచ్చుటకు 'డోలనము' అని పేరు. లోలకము ఒకడోలనమును చేయుటకు పట్టుకాలమునకు డోలనకాలము లేదా, 'డోలనకాలపరిమితి' అని పేరు. డోలనము చేయుటలో లోలకము చేయు గరిష్ఠపరిమాణపు కంపనపరిమితిని 'కంపనవిస్తారము' (అంప్లిట్యూడ్) అని పేర్కొందురు. పటములో 'క<sub>2</sub> అక<sub>1</sub>', 'క<sub>1</sub> అక<sub>2</sub>' అను కోణములు కంపనవిస్తారమును నిరూపించును.

లోలకములు - కాలప్రమాణము: ఒకే పొడవుగల లోలకములు స్థానికముగ నిర్ణీతవ్యవధిలో సమానడోలనములతో ప్రకంపించును. ఈ సూత్రమును ఆధారముగ చేసికొని లోలకగడియారములు వాడుకలోనికి వచ్చినవి.

సామాన్య లోలక సూత్రములు: 1. ఒకే పొడవు గల లోలకముయొక్క డోలనకాలపరిమితిని లోలకపుగుండు యొక్క బరువుపై గాని, దాని ఆధారముపై గాని, మరియే ఇతరగుణములపై గాని ఆధారపడి ఉండదు; 2. ఒకేపొడవు గల లోలకముయొక్క డోలనకాలపరిమితి దాని కంపన విస్తారముపై ఆధారపడి ఉండదు. ఈనియమము కంపన విస్తారము స్వల్పపరిమితికలది అయినప్పుడే వర్తించును; 3. లోలకముయొక్క డోలనకాలపరిమితి దాని పొడవు పై ననే ఆధారపడి ఉండును. 'కా' అనగా డోలనకాల పరిమితి, 'పొ' అనగా లోలకపుపొడవు 'బ' అనగా గురుత్వ

త్వరణ అయినచో  $k = 2\pi \sqrt{\frac{p}{b}}$  అను సమీకరణము సిద్ధించును. దీనిని లోలకసమీకరణము అందురు. ఇ.పి.జి.

లోలకము (సంయుక్త): కొంత పొడవు గల త్రాటితో వ్రేలాడదీసిన భారమునకు సామాన్యలోలకము అని పేరు. దీనికిని, సంయుక్తలోలకమునకు చాలపోలిక గలదు. గోడకు కొట్టిన మేకుపై ఒకకొనను రంధ్రము

కలిగిన కొయ్య బల్లనుదూర్చి, ఊగులాడించిన అది సంయుక్తలోలక\* మగును.

ఒక అక్షమును ఆధారముచేసికొని భ్రమించగల ఏ అనమ్య (రిజిడ్) వస్తువైనను సంయుక్తలోలకమే అగును.

ఇచ్చట మనకు వస్తువుయొక్క శుద్ధభ్రమణమే విషయము. అట్టి భ్రమణమునుగురించి మనము ఇదివరకే తెలిసికొనిన ముఖ్యాంశము భ్రమణకాలమును గురించినది.

ఈభ్రమణకాలము  $T = 2\pi \sqrt{\frac{mx}{F}}$  అను సమీకరణముచే సూచించబడును. కొద్ది మార్పులతో ఈ సమీకరణమే సంయుక్త లోలకభ్రమణ కాలమును కూడ సూచించగలదు. మే. వ. న.

లోహధాతువులు: ఇందు ఇనుము, కోబాల్ట్, నికెల్ కలవు. ఇవి ఆవర్తక్రమమందు ఎనిమిదవ వర్గమునకు చెందినవి. ఇందు మరిరెండు ధాతుకూటములు కలవు. ఆ రెండిటిని స్లాటినమ్ ధాతువులని వ్యవహరింతురు. లోహధాతువులకు స్లాటినమ్ ధాతువులతో పోలిక చాల తక్కువ కాని ఇనుము, కోబాల్ట్, నికెల్ పరస్పరము చాలపోలియుండును. అట్లే స్లాటినమ్ ధాతువులలో కూడ పరస్పరసాదృశ్యములు కలవు. (Fe, Co, Ni) భూపృష్ఠముననున్న అగ్నిశిలలో ఇనుము 5.0%, కోబాల్ట్  $2.3 \times 10^{-3}\%$ , నికెల్ 0.008% ను కలవు. కాని, భూగర్భమంతయును ఇనుము, నికెల్ ధాతువుల మిశ్రమంతో నిండియున్నదని భూతత్వశాస్త్రజ్ఞుల నిశ్చయము. అందు వలన భూమిలో ఉన్న మూలద్రవ్యములన్నిటిలో ఇనుము అధికతమరాశిలో ఉన్నట్లగపడును. ఇనుము, కోబాల్ట్, నికెల్ అను ఈమూడును ప్రబల ఆక్సిహరణసాధనములు. ఇవిఆమ్లములనుండి హైడ్రోజన్ ని విడుదలచేయును; ప్రబల ఆక్సికరణద్రవ్యములు. ఈధాతువులు మూడును నైట్రిక్ ఆసిడ్, క్రోమిక్ ఆసిడ్ వంటి ప్రబల ఆక్సికరణద్రవ్యములచే జడములుగా ఒనరించబడును. ఈధాతువుల

\* గణితశాస్త్రదృష్ట్యా, సామాన్యలోలకము అనునది బరువు లేని త్రాటితో వ్రేలాడగట్టిన భారముగల ఒకబిందువు. వాస్తవిక సామాన్య లోలకమందుకూడ వ్రేలాడ దీసినవస్తువు యొక్క కేంద్రమున దాని భారమంతయు కేంద్రీకరించబడి ఉన్నట్లు భావన. ఒక ఆధారముపై వ్రేలాడుచు ఊగులాడుచున్న కొయ్య బల్లవంటివస్తువులో అనేక భారబిందువులు ఉన్నట్లు మనము పరిగణించవలెను. ఈభార బిందువులన్నియు ఒక దానితో ఒకటి దృఢముగా కలిసియుండుటచేత వస్తువు ఊగులాడునపుడు ఈభార బిందువులన్నియు ఒకేరకపు ఆందోళనను కలిగియుండును. ఇన్ని భారబిందువుల సంయోగమగుటచే దీనికి 'సంయుక్తలోలకము' అని పేరు వచ్చినది.



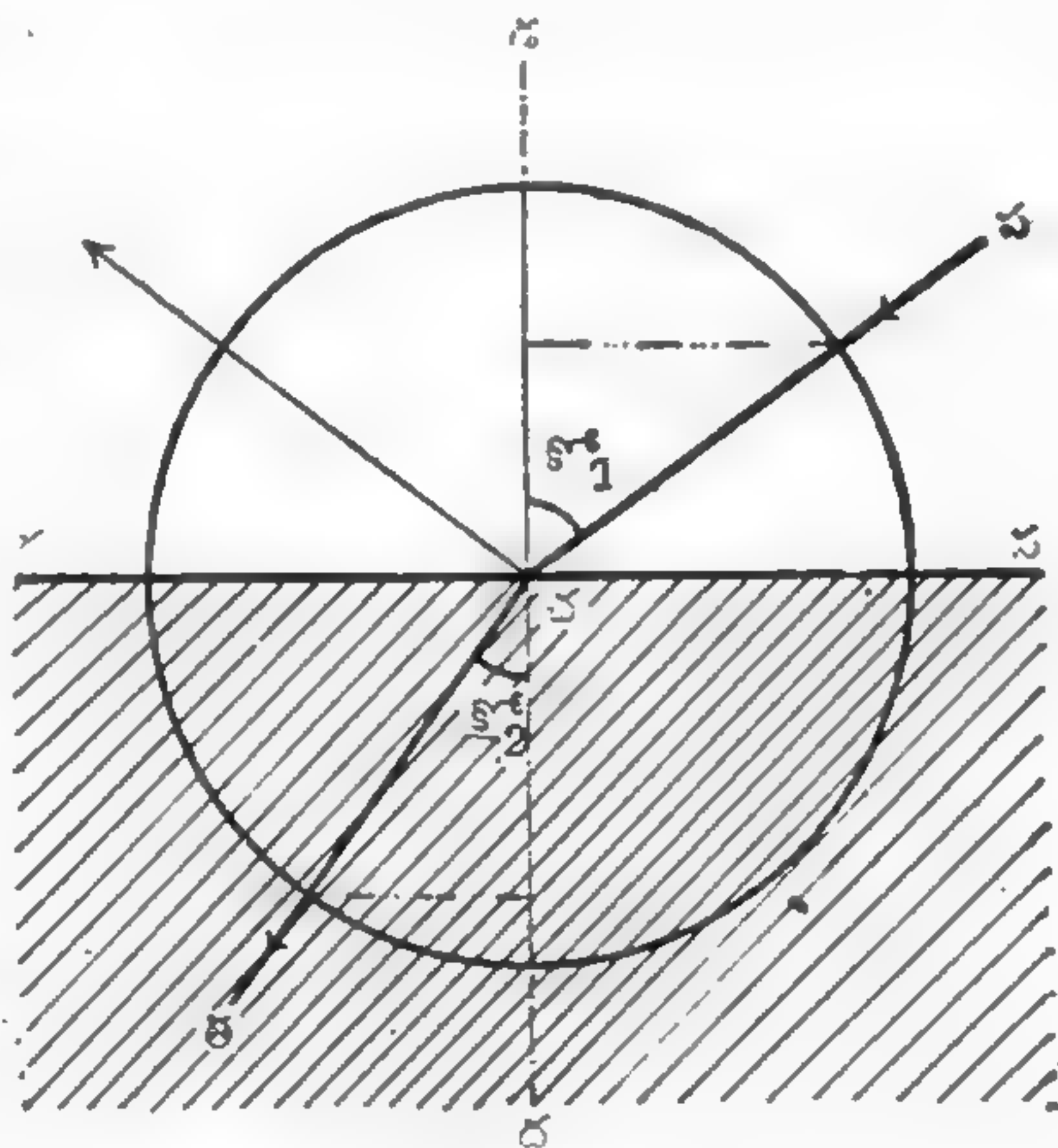
ముఖ్య ఆక్సీకృతస్థితులు ఇనుము<sup>2,3</sup>, కోబాల్ట్<sup>2,3</sup>, నికెల్<sup>3</sup>. తక్కిన ఆక్సీకృతస్థితులు చాల అరుదుగా తారసిల్లును. ఫెర్రస్<sup>3</sup> స్థితి ప్రబలమగు ఆక్సిహరణ సాధనముగా ఆచరించును. కాని కోబాల్ట్<sup>3</sup> కు ఈ ఆక్సిహరణసామర్థ్యము లేదు; మీదుమిక్కిలి కోబాల్ట్<sup>3</sup> ఆక్సికరణ సాధనము. చూ. ఇనుము - పు. 208; కోబాల్ట్, పు. 303; నికెల్. పు. 434; మే. ప. స.

వంగము : చూ. తగరము - పు. 364

వక్రీభవనము : నీటిలో తిన్ననిగెడను ఉంచి ప్రక్కనుండి దానివైపు చూచినచో అది నీటితలమువద్ద విరిగి, వంగియున్నట్లు అగుపడును. కాని గెడను నీటినుండి పైకితీసి పరీక్షించినచో, గెడ విరుగుటగాని, గెడలో వంపుగాని ఏమియు గోచరింపదు. నీటినుండి గాలిలోనికి ప్రయాణముచేయుటలో కాంతికిరణములు నీటితలమువద్ద వంపు చెందునని అనుకొనినచో ఈ విచిత్రసంఘటనను సులభముగా విశదీకరింపవచ్చును. నీటిలోనున్న గెడ భాగమునుండి వచ్చుచున్న కాంతికిరణములు మనకంటిని చేరుట చేతనే కదా నీటిలోనున్న గెడ కనిపించుచున్నది! కాంతి కిరణములు మనకంటిని చేరుకొనుటలో కొంతమేర నీటిలోను, కొంతమేర నీటివెలుపలను ప్రయాణమొనర్చినవి. నీటినుండి వెలుపలకు వచ్చినపుడు కాంతికిరణములను నీటిలోనికి ఋజుమార్గమున పొడిగించినచో అదేదిశలో మనకు నీటిలోనున్న గెడభాగపుదిశకును, ఈదిశకును వ్యత్యాసముండుటవలన గెడ నీటితలమువద్ద విరిగినదని మనము భ్రమపడుచున్నాము. ఈరీతిగా కాంతికిరణములు నీటివంటి వేరొక యాన

కములోనికి ప్రసరించినపుడు వాటి యందుకలుగు వంపునకు 'వక్రీభవనము' అని పేరు.

1వ పటములో మీది యానకములో ప్రయా



1వ పటము

ణము చేయుచున్న 'ప' అను కాంతికిరణము క్రింది యానకతలముపైబడి అందు కొంతభాగము క్రింది యానకముగుండా 'త' వైపు ప్రయాణముచేయుచున్నది. క్రింది

యానకము కాని లేకపోయియుండినట్లయిన, శాణముచే చూపబడినట్లు పరావర్తితమగును. 'చ' అనుదానికి పతన బిందువనియును, 'పచ' కిరణమునకు పతనకిరణమనియును, 'చత' కిరణమునకు వక్రీభూత కిరణమనియును సాంకేతికనామములు. 'చ' బిందువువద్ద 'గస' తలమునకు 'డద' అను లంబమును గీయుము. అప్పుడు 'పచడ' కోణము ( $\angle_1$ ) నకు పతనకోణము అనియును, 'దచత' కోణము ( $\angle_2$ ) నకు వక్రీభవన కోణము అనియును పేర్లు. వక్రీభూతకిరణము రెండవ యానకములో ఎంత వంగినదో 'పచ' ను పొడిగించిన వచ్చు రేఖ తెలియజేయును.

వక్రీభవనసంఘటనలో కాంతికిరణము తక్కువసాంద్రత గల యానకమునుండి ఎక్కువసాంద్రతగల యానకములోనికి ప్రవేశించినచో లంబమునకు అభిముఖముగను, ఎక్కువసాంద్రతగల యానకములోనుంచి తక్కువసాంద్రత గల యానకములోనికి ప్రవేశించినచో లంబమునకు విముఖముగను ప్రసరించును.

కాంతికిరణపు వేగము మొదటియానకములో 'వే<sub>1</sub>' రెండవ యానకములో 'వే<sub>2</sub>' అయినచో  $\frac{వే_1}{వే_2}$  నిష్పత్తికి మొదటియానకమునుండి రెండవయానకములోనికి ఆ కాంతికిరణపు వక్రీభవనగుణకము (రిఫ్రాక్టివ్ ఇండెక్స్) అనిపేరు. దానిని సాధారణముగా  $\mu$  (మ్యూ) అను గ్రీకు అక్షరముతో సూచించుదురు.

కాంతివక్రీభవనగుణక పరిమాణము కేవలము కాంతి ప్రసరించుచున్న రెండు యానకములపై ననేగాక కాంతి వర్ణమునుబట్టికూడ ఉండును. తెల్లనికాంతి పలువర్ణముల మిశ్రము. ఆ రంగులు ఇంద్రధనస్సులో వరుసగా మనకు గోచరమగును. ఎరుపురంగునుండి ఊదావర్ణమువైపుకు సాగినకొలది కాంతికిరణముల తరంగదైర్ఘ్యము క్రమముగా తగ్గును. కాంతికిరణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యము తగ్గినకొలది దానివక్రీభవన గుణకము పెచ్చును. ఈ విషయమును మొట్టమొదట కనుగొనిన మహావిజ్ఞాని న్యూటన్.

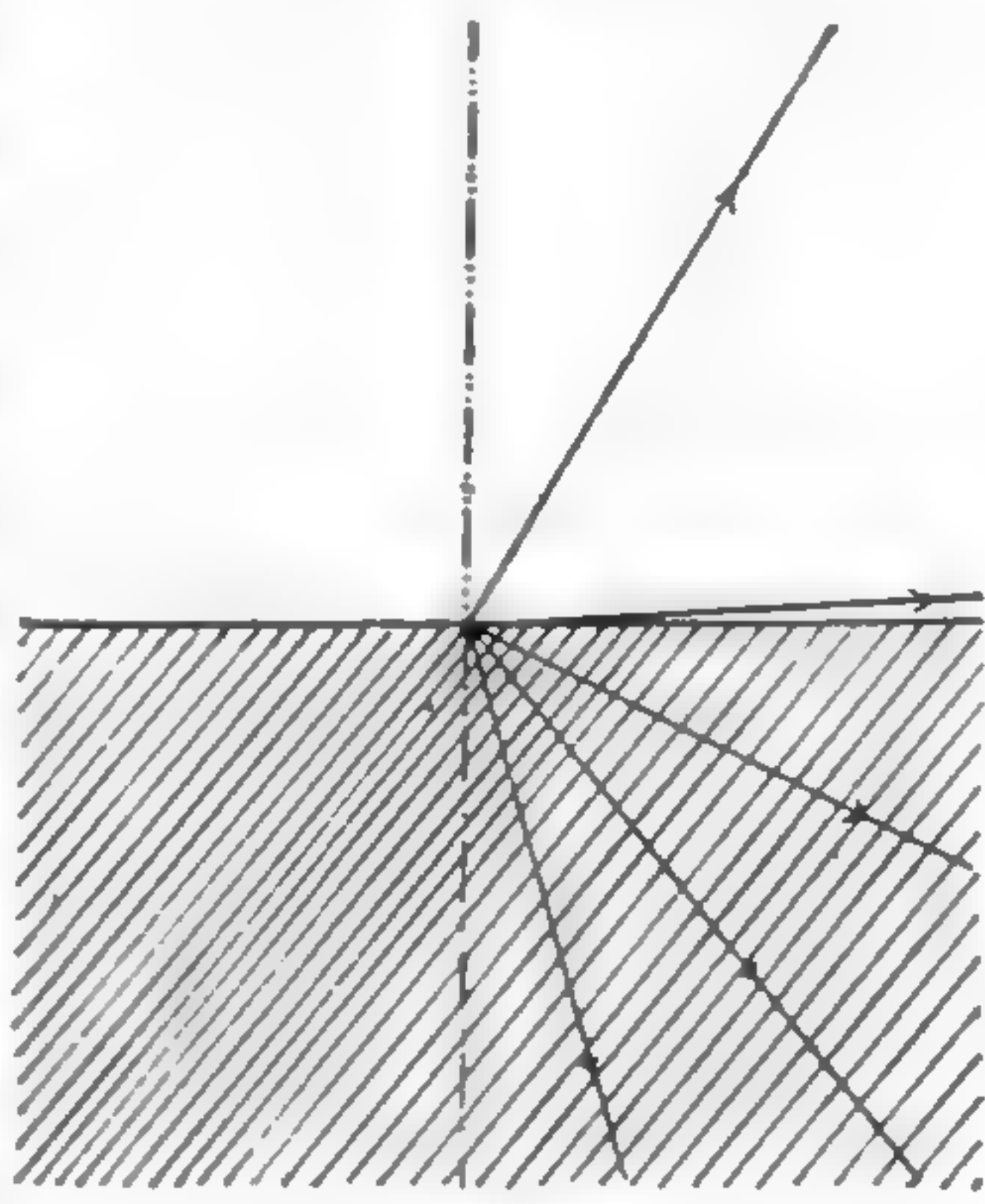
కాంతి వక్రీభవనమునకు చెందిన నియమములు రెండు : 1. పతనకిరణము, వక్రీభూతకిరణము, వక్రీభవన యానక తలమునకు పతనబిందువుయొద్ద గీచిన లంబము - మూడును ఒకే సమతలములో ఉండును ; 2. ఒక యానకము నుండి మరొక యానకములోనికి ప్రసరించుచున్న ఏకవర్ణ కాంతి కిరణముయొక్క పతనకోణభుజ 'జ్యా' వక్రీభవన కోణ భుజ 'జ్యా'కు స్థిరనిష్పత్తిలో ఉండును ; ఈ నిష్పత్తినే 'వక్రీభవన గుణకము' అందురు.



వజ్రము

సాధారణముగా వక్రీభవనమును పొందిన కాంతికిరణము వక్రీభవనయానకములో ఒక మార్గముననే ప్రసరించుచుండును. కాని కొన్ని స్ఫటికములపై పడిన కాంతికిరణము ఆ స్ఫటికములలో ఏకమార్గమునకాక రెండు మార్గముల ప్రసరించుట కాననగును. ఈ సంఘటనకు 'ద్వివక్రీభవనము' అనిపేరు (చూ. ద్వివక్రీభవనము - పు. 423).

సంపూర్ణాంతః పరావర్తనము : ఎక్కువ సాంద్రతగల యానకమునుండి తక్కువసాంద్రతగల యానకములోనికి ప్రసరించిన కాంతికిరణము లంబమునకు విముఖముగా వంగును. 2వ పటములో ఎక్కువ సాంద్రతగల మొదటి యానకములో నుండి తక్కువ సాంద్రత గల రెండవ యానకములోనికి ప్రసరించిన కాంతికిరణము లంబమునకు విముఖముగా ఎట్లు వంగినదో కాననగును. నీటిలో పయనమైన కాంతి నీటిని, గాలిని విభజించు తలముపై పడినపుడు లంబముతో ఆ కిరణము



2వ పటము

చేయు కోణమునకు పతనకోణమని పేరు. ఇప్పుడు ఈ పతనకోణము యొక్క పరిమాణమును క్రమముగా హెచ్చించినచో తదనుగుణముగా వక్రీభవన కోణము యొక్క పరిమాణము కూడ వృద్ధిచెంది పతనకోణము యొక్క ఒకానొక విలువకు వక్రీభవన కోణముయొక్క విలువ  $90^\circ$  అగును. ఆ సందర్భములో వక్రీభూత కిరణము వక్రీభవన తలమునంటి ప్రసరించును. అంతకంటె పతనకోణపరిమాణమును అధికమొనర్చినచో ఆ కాంతికిరణము రెండవయానకములోనికి పోయి వక్రీభవనమును పొందక మొదటియానకములోనికే పూర్తిగా పరావర్తనమొందును. ఈ సంఘటనకు 'సంపూర్ణాంతఃపరావర్తనము' అనిపేరు.

సంపూర్ణాంతఃపరావర్తనములో వక్రీభవనము జరుగుటకు ఆవశ్యకమైన గరిష్ఠపరిమాణపు పతనకోణమునకు సందిగ్ధకోణము (క్రిటికల్ ఏంగిల్) అని పేరు. శబ్దము, ఉష్ణము ఇత్యాది ప్రసారములు కూడ వక్రీభవన సంఘటనలో కాంతి అనుసరించు నియమముల ననుసరించియే వక్రీభవనమును పొందును.

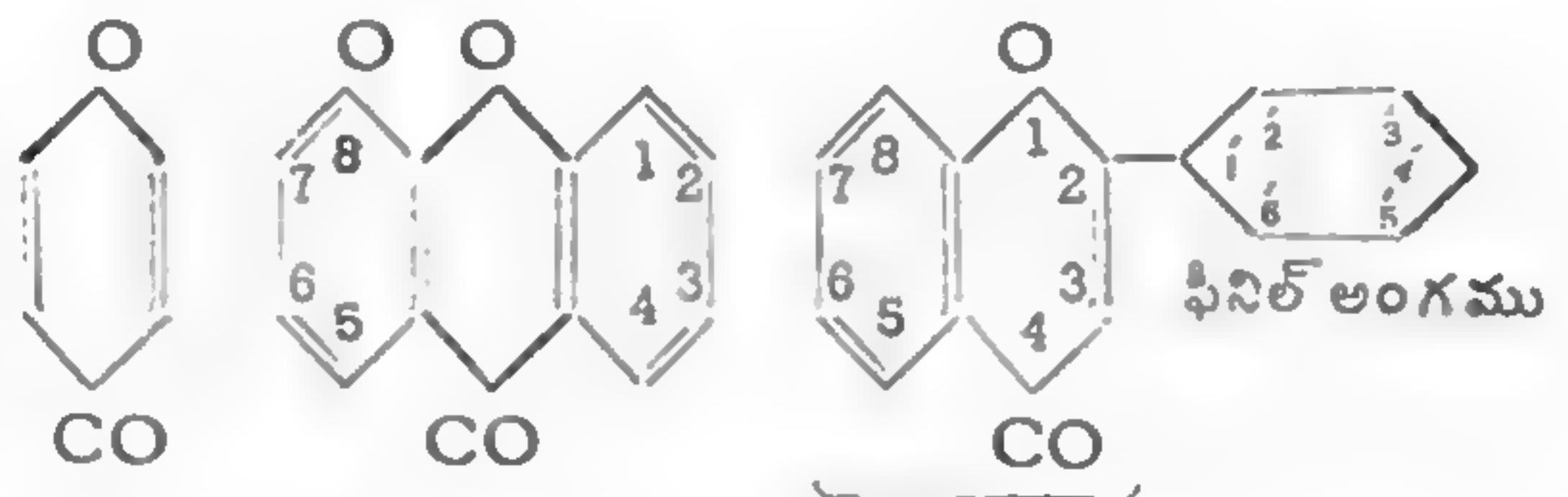
మే. వ. న.

వజ్రము : చూ. కార్బన్ - పు. 257

వర్జ్నియమ్ : ఆల్కలి రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 87; సంకేతము Fr; పరమాణుభారము 223 (స్థూలరాశి). దీనికి 'ప్రాన్సియమ్' అని మరొకపేరు. 1939 లో దీని ఉనికిని పియరీ కమగొనెను. \* \* \*

వర్ణద్రవ్యములు : ప్రకృతిలో అనేకములగు సహజ వర్ణములుగల ద్రవ్యములు ఉన్నవి. ఇవి రెండురకములుగా ఉన్నవి. 1. ప్లాస్టిక్\* రంగులు; 2. వృక్షరసములలో విలీనమై ఉండురంగులు. ఆకులందలి 'క్లోరోఫిల్' అను ఆకుపచ్చరంగు, గుమ్మడికాయ, కందదుంప, కారట్ దుంపలు మొదలగువాటిలోనుండు కారొటినాయిడ్లు అను పసుపుపచ్చనిరంగులు మొదటి జాతికి చెందినవి. ఆంథ్రాక్విన్, నీలిమండు, జాన్టోన్, ప్లావోన్, ప్లావనోల్, ఆంతనైనిన్లు మొదలగురంగులు రెండవ రకమునకు చెందినవి. ఈ రంగులన్నియు వృక్షముయొక్క దైనందిన జీవితములో పాల్గొనును (చూ. కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము - పు. 251).

స్వాభావికపు రంగులలో పలురకములైనవి గామా పైరోన్ (I) నుండి ఉత్పన్నమైనవి (చూ. విషమవలయ యాగికములు : 4 పైరోన్). వీటిలో జాన్టోన్, ప్లావోన్, ప్లావనోల్లు ముఖ్యములు. జాన్టోన్ రంగులు డై బెన్జో పైరోన్ (II) నుండి, ప్లావోన్, ప్లావనోల్లు ఫీనిల్ బెన్జో పైరోన్ (III) నుండి ఉత్పన్నములైనట్లు భావించవచ్చును.



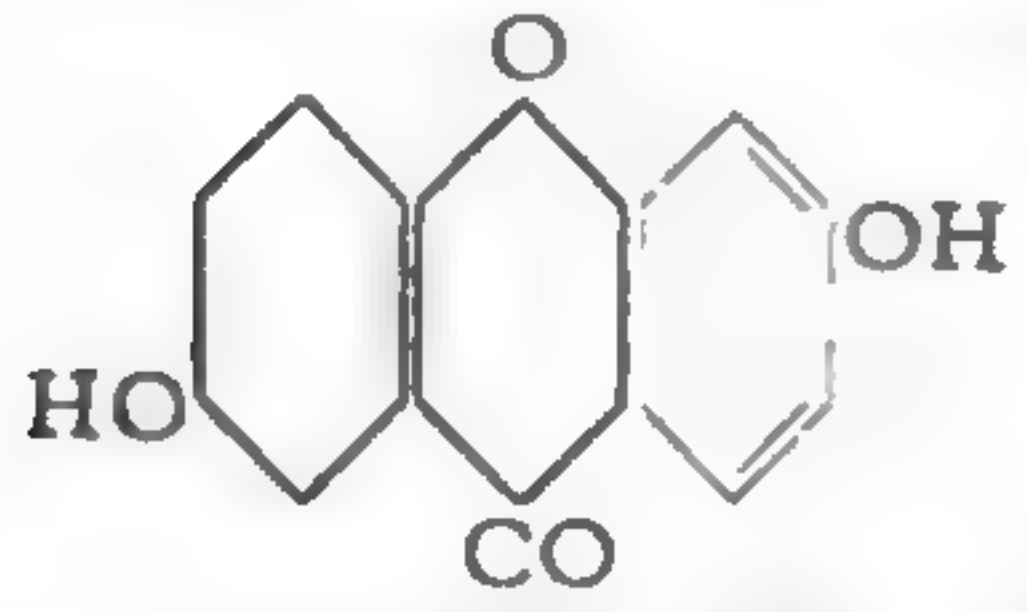
1-పైరోన్    డై బెన్జోపైరోన్    బెన్జోపైరోన్ లంగము  
2 ఫీనిల్ 1 బెన్జోపైరోన్  
లేదా ప్లావోన్  
I                      II                      III

జాన్టోన్లు : ఈ రకమునకు చెందిన రంగులలో ముఖ్యమైనది యూజాన్టోన్. పియరీ అను అద్దకపు రంగులో ఇది కలదు. లేతమామిడి చిగుళ్ళను మేసిన గోవుల

\* జీవనవ్యాపారమునకు ఆధారభూతమై జీవకణమందుండు ద్రవ్యమునకు 'ప్రోటోప్లాజ్మ్' అని పేరు. దీనియందు లగ్నమై యుండు రంగులకు ప్లాస్టిక్ (అ=ప్లాస్మోసంబంధమైన) రంగు అని పేరు.



యొక్క మూత్రమునుండి దీనిని తయారు చేయుదురు. ద్వారములకు, గోడలకు రంగుగా ఉపయోగించును.



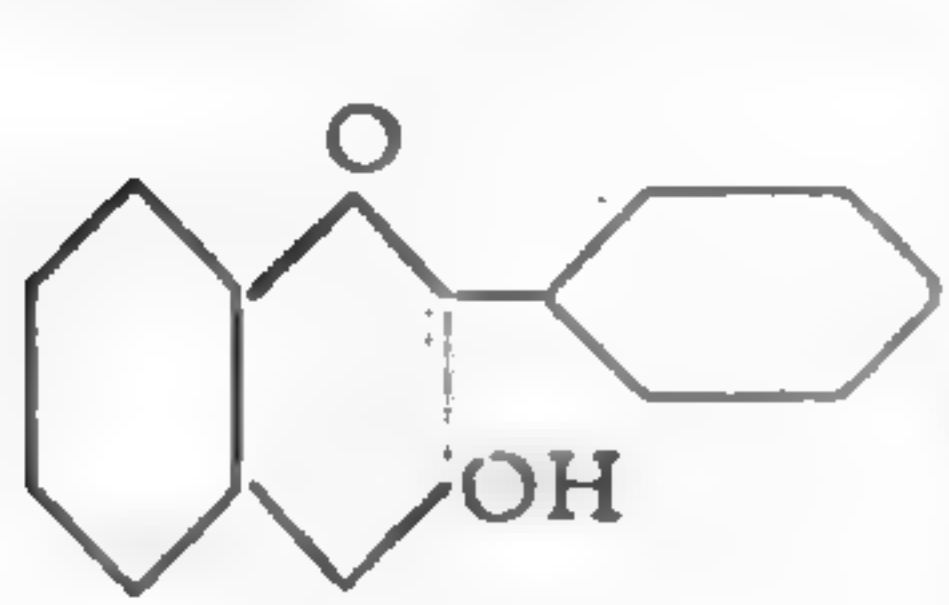
బట్టల ఆర్థకమునకు ఇది పనికిరాదు.

ఈ రకమునకు చెందిన రంగులు అనేకములు కలవు.

యూజిబిన్ (గ్రేవే) ఇవి అర్థకమునకు ప్రశస్త మైనవి కావు.

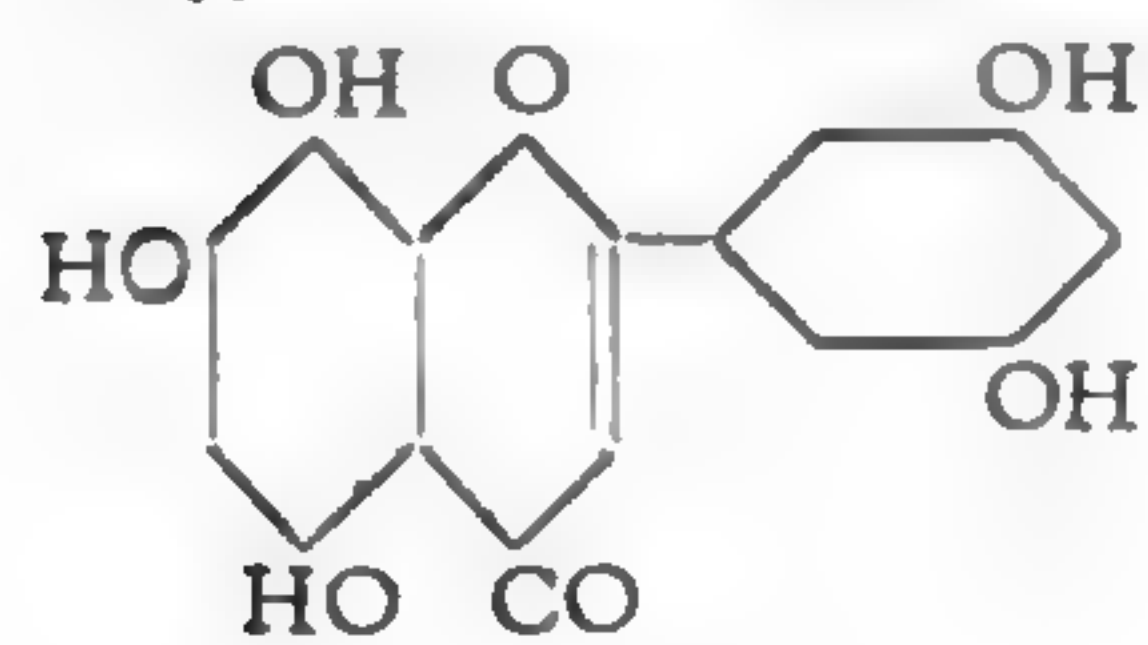
**ప్లావోన్-ప్లావనోల్లు :** ఇవి వృక్షరసములలో విలీనమై యున్న పసుపురంగులలో చాలముఖ్యమైనవి. ఇవి పసుపు పచ్చని పూవులు, ఆకులు, బంగారుతీగచెరకుపట్ట మొదలగు వాటియందు ఉండును. ఇవన్నియు ఫీనిల్ బెన్జోపైరోన్ (III) యొక్క హైడ్రాక్సీ వ్యుత్పన్నములు. గ్లూకోస్ మొదలగు చక్కెరలతో రాసాయనిక సంయోగమును చెంది గ్లూకోసైడ్ యాగికరూపమున (చూ. గ్లూకో సైడ్లు - పు. 288) లభించును. ప్రత్తి, గోగు, గంగరావి, బంతి, చామంతి మొదలగు పసుపుపచ్చని పూవులందును, వనసచెక్క, సునాముఖ ఆకు లందును ఈ రంగులు కలవు. యూరప్, అమెరికా ఖండములలో మొన్నమొన్నటివరకు అర్థకమునకు వాడిన ఓక్ వెర్డ్ ఫుస్టిక్, డయర్స్, బ్రూమ్ మొదలగు వృక్షముల వర్ణద్రవ్యములలో ఈ ప్లావోన్ రంగులే ప్రధానములు. వీటి ఛాయలు నిలువకపోవుటచే వీటితో అర్థకపు పరిశ్రమ ఓడించినది.

ఈ రంగుల మూలమనదగు ప్లావోన్ ప్రకృతియందు ప్రిమ్యులావృక్ష సంతతికి చెందిన పువ్వులయందును, వాటి పుప్పొడియందును విరివిగా లభించును. దీని 3-హైడ్రాక్సీ



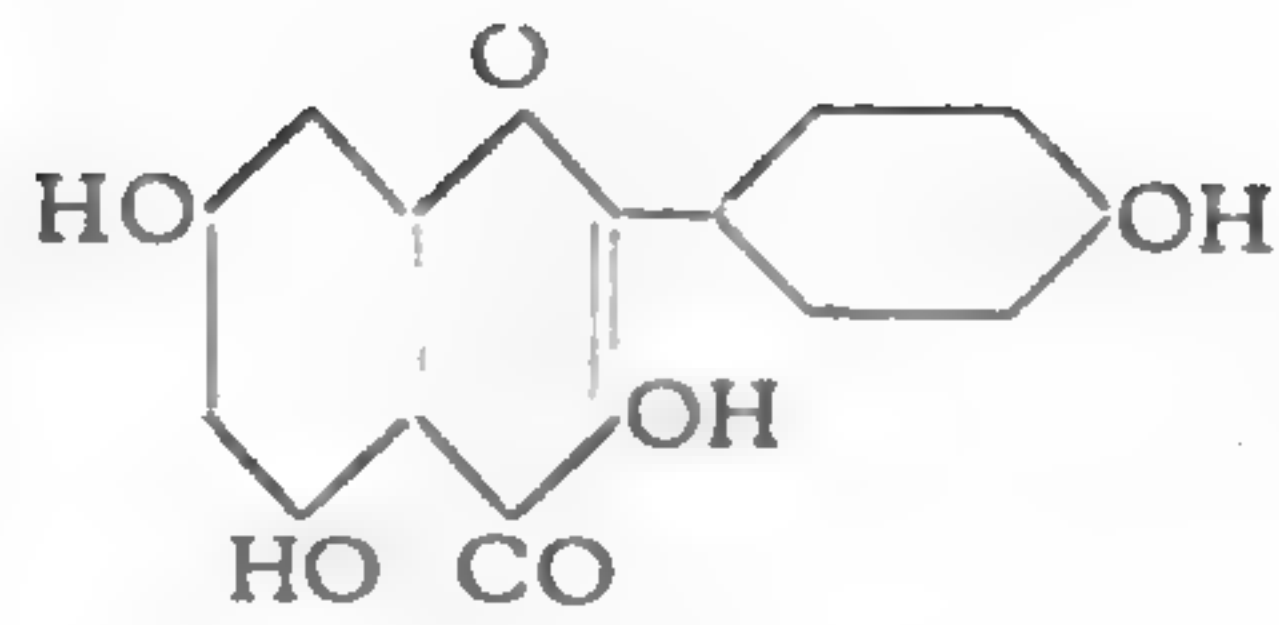
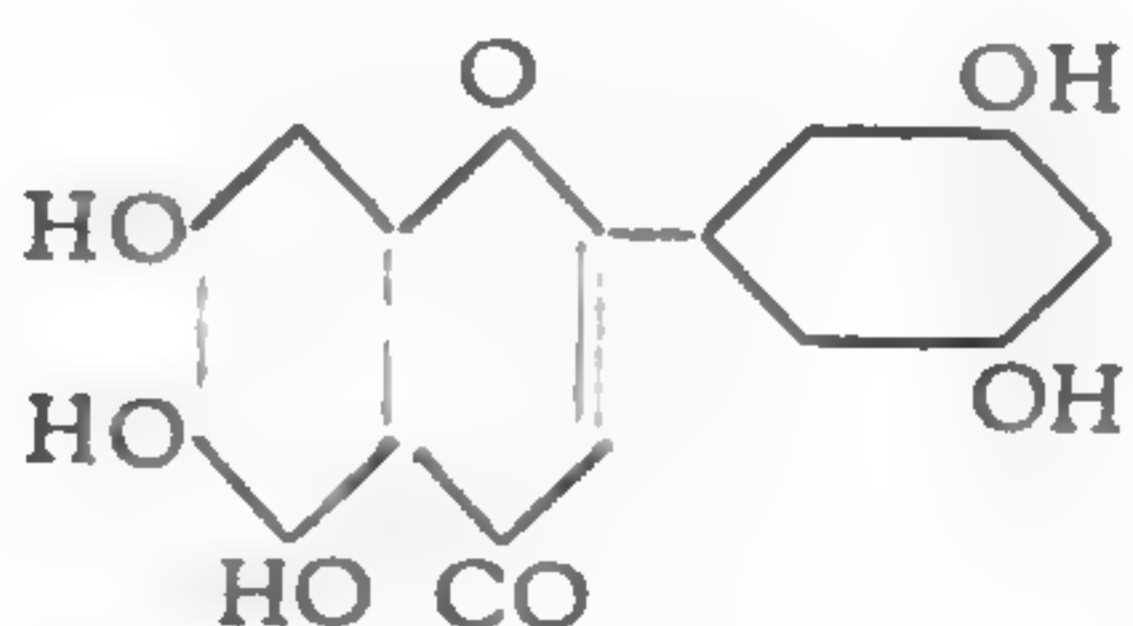
వ్యుత్పన్నమే ప్లావనోల్. ఇది ప్రకృతిలో లభించదు. దీని వ్యుత్పన్నములు మాత్రము విరి విగా దొరకును.

ప్లావనోల్ లకు కొన్ని ఉదాహరణములు :

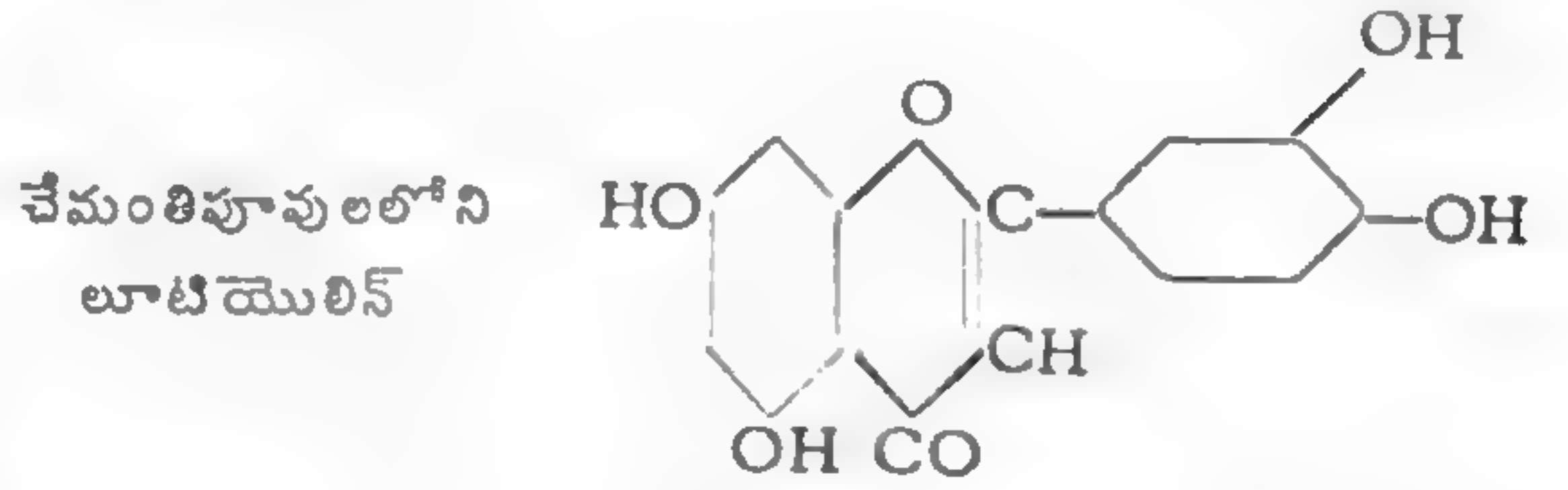


ప్రత్తిపూవులలోని గాస్పిపెటిన్

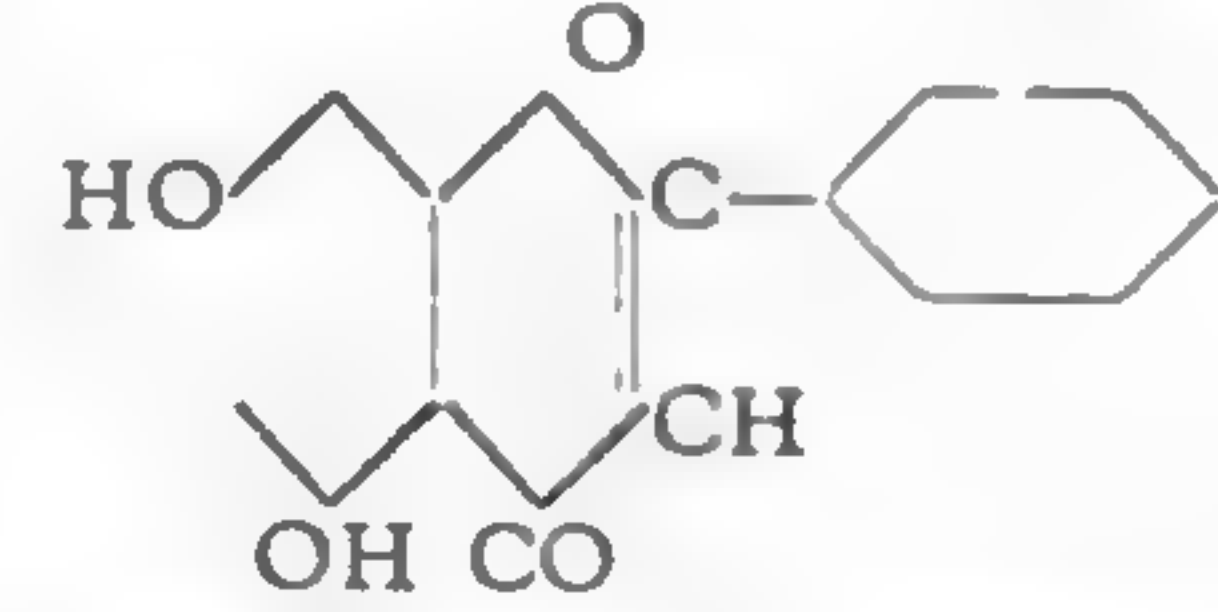
బంతిపూవులలోని క్వెర్సిటాజిటిన్



గంగరావిపూవుల లోని కాంఫిరాల్



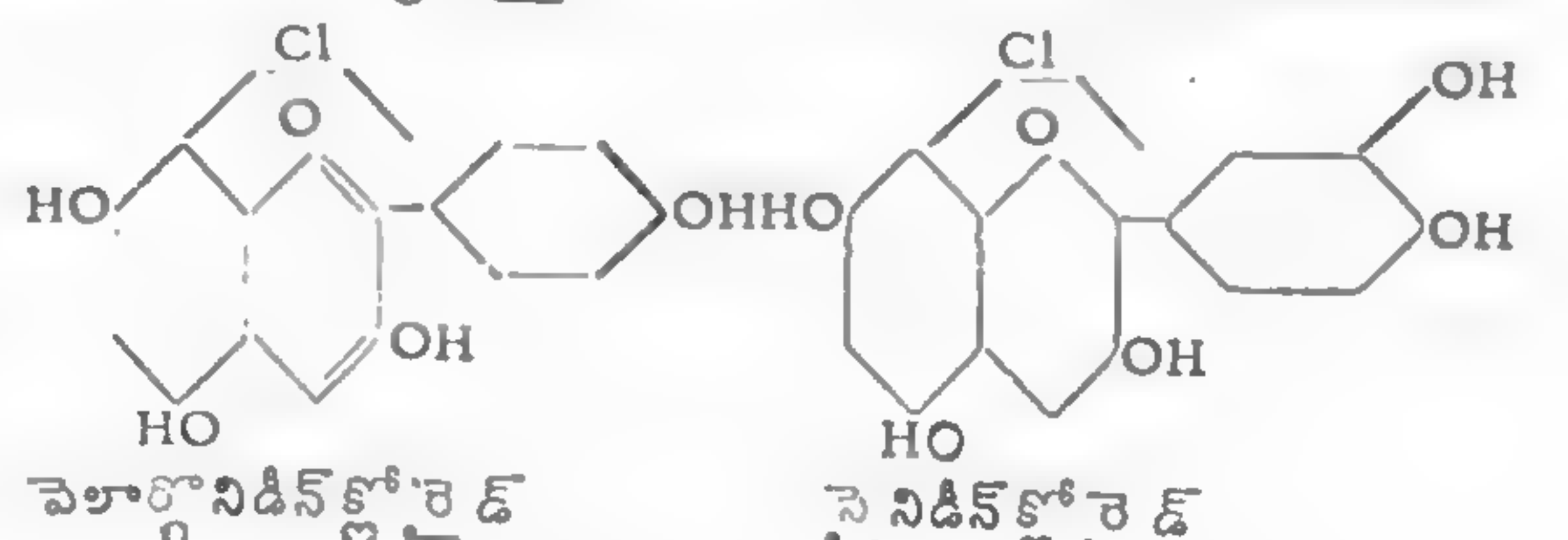
చేమంతిపూవులలోని లూటియోలిన్



పాప్లర్ మొగ్గలలోని క్రైసిన్

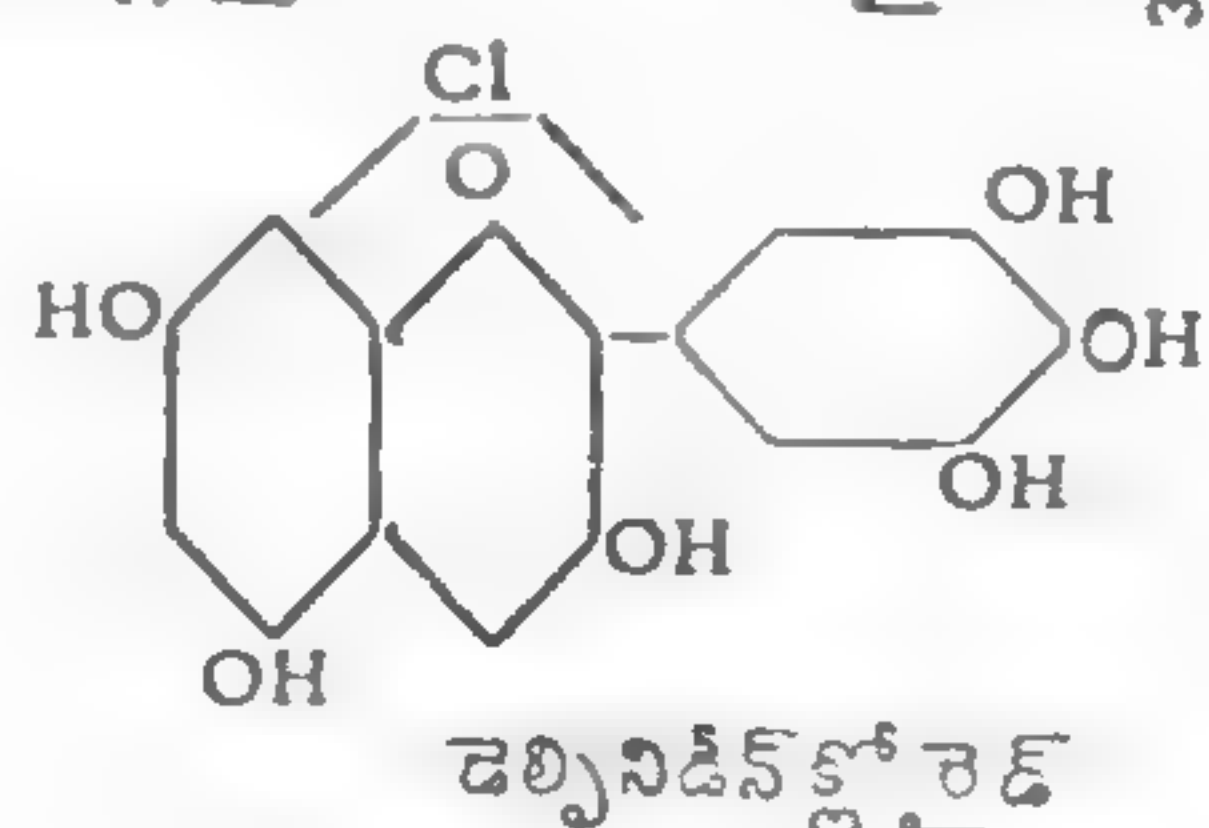
**ఆన్టోసైనిన్లు :** బహుజన ఆకర్షకమైన ప్రకృతిని శోభాయమానముగా నొనర్చు ఎరుపు, నీలి, ఊదారంగులు రాసాయనికుల మనములను ఆకర్షించినవి. పుష్పములు, పత్రములు, పండ్లు మొదలగు వాటిలో లభ్యమగు ఈ రంగులు ఆన్టోసైనిన్ జాతికి చెందినవి. తరచుగా ఇవి గ్లూకోసైడ్ రూపమున ఆయా వృక్ష భాగములందు ఉండును. ఈ రంగులను హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ తో ఉడక బెట్టినచో జలవిశ్లేషణ ఫలితముగా ఇవి చక్కెరలు, ఆన్టో సైనిడిన్ గా విడిపోవును. అనగా ఆన్టోసైనిన్ లన్నియు ఆన్టోసైనిడిన్ లయొక్క గ్లూకోసైడ్లు (చూ. గ్లూకో సైడ్లు - పు. 288).

ఆన్టోసైనిన్ పలురకములైనను, ఆన్టోసైనిడిన్లు ఎని మిదిమాత్రము కనుగొనబడినవి. వీటిలో పెలాన్థొనిడిన్, సైనిడిన్, డెల్ఫినిడిన్ ముఖ్యములు. మిగిలినవి వీటి మేతిల్ ఈతర్లు. వీటి సర్వతోముఖ అన్వేషణనను, సంయోజనపద్ధతిచే వీటి నిర్మాణమును నిర్వహించినవాడు, సర్ రాబర్ట్ సన్ అను ఇంగ్లీషు రాసాయనికుడు. ఈయనకు 1947 లో ఈ కృషికై నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది.



పెలాన్థొనిడిన్ క్లోరైడ్

సైనిడిన్ క్లోరైడ్



డెల్ఫినిడిన్ క్లోరైడ్



## వర్ణద్రవ్యములు

ఆన్టోనైనిన్లు చాల మితమైన రంగులు. రంగులు వేరుగానున్నను, మూలయోగికము ఒకటే కావచ్చును. ఒకే ఆన్టోనైనిడిన్ ఎరుపు, నీలి, ఊదా, చినాలి ఛాయలను ఈయగలదు. అట్లు పరిసరములందు ఒక రంగు, ఊరపరిసరములందు ఇంకొకరంగు ఇవి స్వీకరించగలవు. ప్రకృతిలోని వివిధ వర్ణములకు ఆన్టోనైనిడిన్ల మార్పులే కారణమని రాసాయనికముగా నిరూపించబడినది.

అద్దకము - అద్దకపు రంగులు : అద్దకము చాల ప్రాచీనమైన పరిశ్రమ. మొట్టమొదట ఆకులు, పువ్వులు చెక్కలు వీటి కషాయములను రంగువేయుటకు పూర్వులు ఉపయోగించెడివారు. ఇట్టి రంగులు ఇంపుగా ఉండకపోవుటయేగాక సూర్యరశ్మికి కగ్గి, ఉతికినపుడు వెలియు స్వభావము కలవి. పటిక, అన్నభేది మొదలగు వర్ణబంధక ద్రవ్యము (మార్డెంట్)లను ఉపయోగించి అద్దుటను ప్రారంభించిన తరువాత అద్దకపు పరిశ్రమ సుస్థిరమైనది. మార్డెంట్ అద్దకము ఇండియాలో మొదట నెలకొని, తరువాత పాశ్చాత్య దేశములకు ప్రాకినది.

లక్క, పసుపు, చిరివేరు, తొగరువేరు, జాభరాగింజలు మొదలైన రంగులు ప్రకృతిలో సహజముగా దొరకును. నీలిమందు, చిరివేరు మాత్రము అద్దకమునందు నిలకడగ ఉండు ఛాయలను ఇచ్చును.

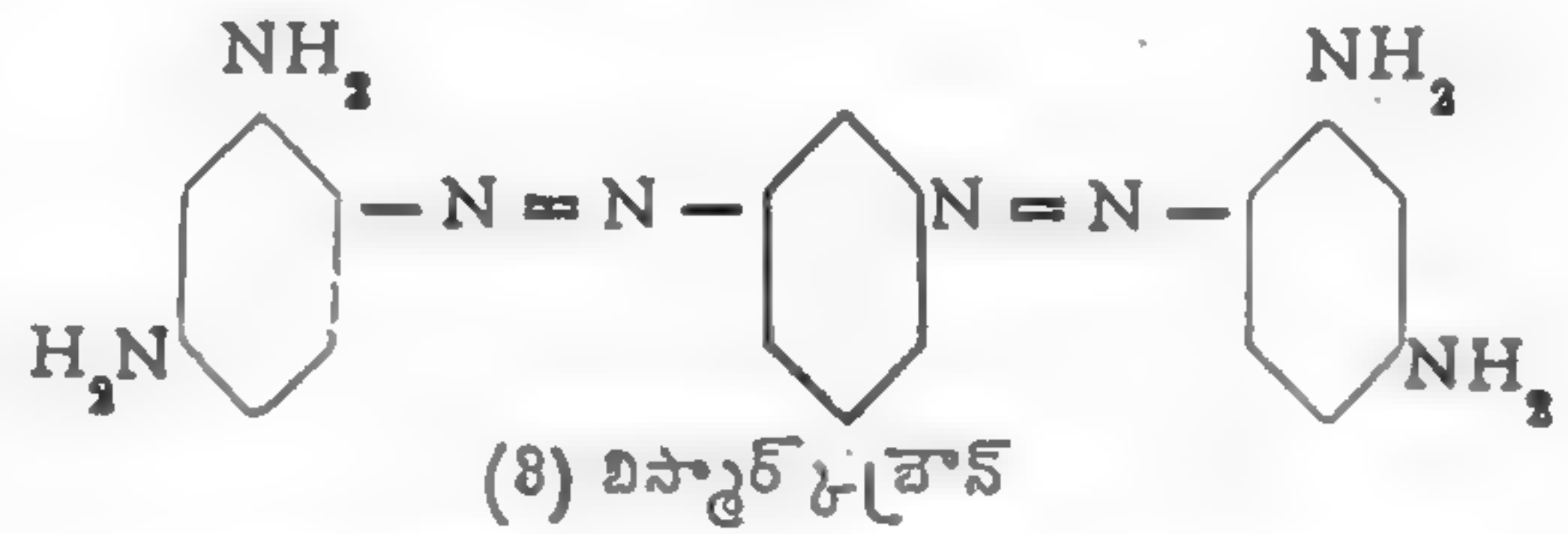
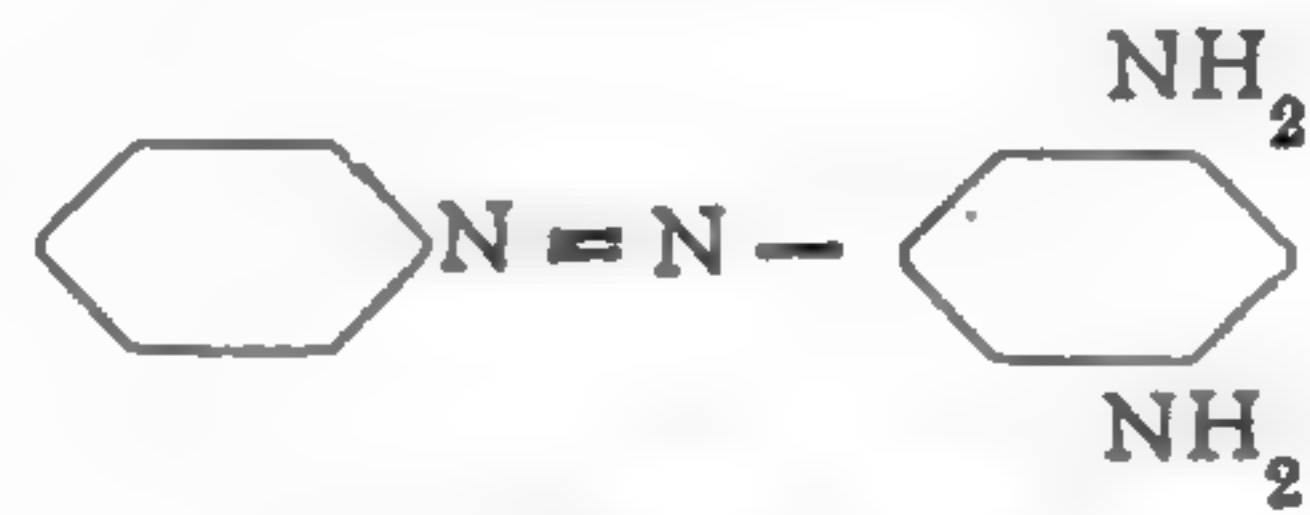
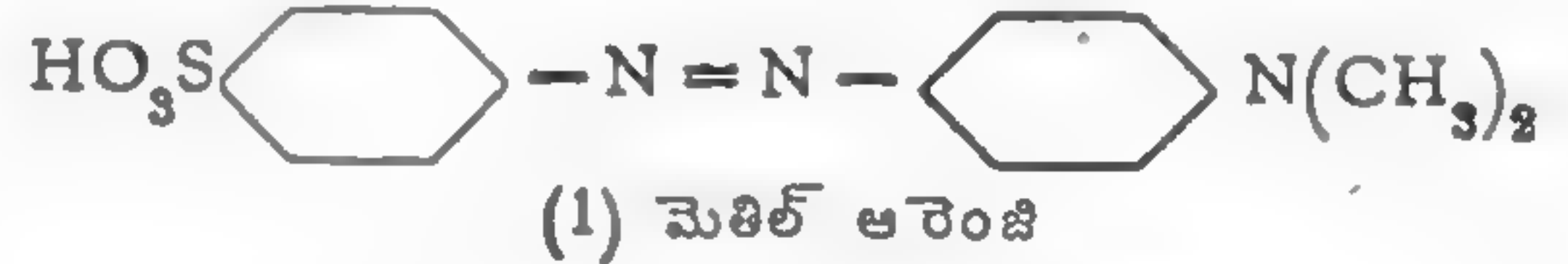
కృత్రిమరంగులు - రాసాయనిక స్వరూపము : కొన్ని అకర్పన ద్రవ్యములను మినహాయించి, మూడు వంతుల ముప్పాతిక వర్ణద్రవ్యములన్నియు కార్బన్ యోగికములే. రంగుగల ప్రతికార్బన్ యోగికమును అద్దకమునకు ఉపయోగించదు (చూ. వర్ణము - రాసాయనిక రచన) కార్బన్ వర్ణ ద్రవ్యములన్నియు ముఖ్యముగా కోల్ తారు నుండియే లభ్యమగుటచే, వీటికి కోల్ తారు రంగులనికూడ పేరు గలదు. వీటిలో అనేక రకములు ఉన్నవి : ఆజో, ట్రైఫీనిల్ మీతేన్, తాలీన్, రోడమీన్లు, ఆంత్రిక్వినోన్, ఇండాంత్రిన్, క్వినోన్ ఇమిన్ రంగులు, గంధకపు రంగులు అనునవి ముఖ్యములైనవి.

ఆజోరంగులు : రాసాయనికపు రంగులలో సగము పాలు ఈ రకమునకు చెందినవే. ఈ రంగులు సబ్ స్టాంటివ్\* రకమునకు చెందినవైనను వర్ణబంధక ద్రవ్యములతోకూడ ఉపయోగించవచ్చును. అద్దకమునందలి పసుపు, గోధుమ, ఎరుపు, ఆకుపచ్చని వర్ణములను ఇచ్చును. ఇవి నూలు పోగులకు గాఢముగా హత్తుకొని ఉతుకునందుగాని,

\* సబ్ స్టాంటివ్ అనగా వర్ణబంధకము యొక్క ఆవశ్యకత లేనిదే వస్త్రమునకు అత్తుకొను రంగు.

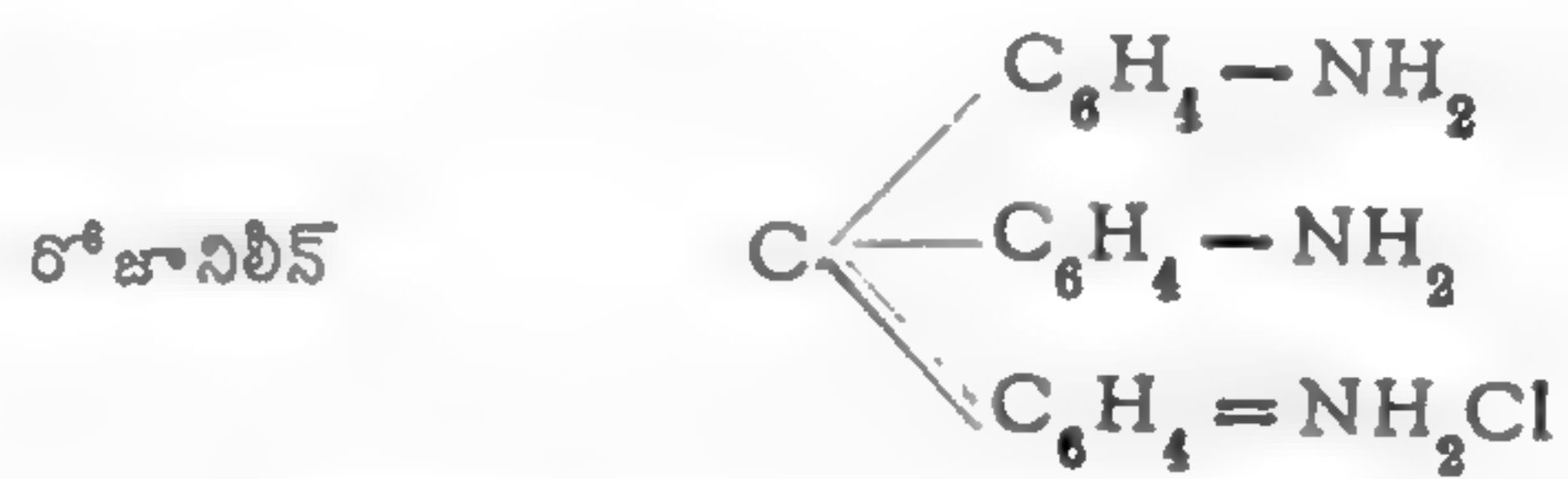
ఎండకుగాని కగ్గవు. ఈ రంగులలోని వర్ణధారకము ఆజో ( $-N=N-$ ) గణమగుటచే వీటికి ఈపేరు వచ్చినది.

1. మెతిల్ ఆరెంజి : పట్టుబట్టలకు ఉజ్జ్వలమైన నారింజ ఛాయలను ఇచ్చును. 2. ట్రైఫీనిల్ టానిన్ : వర్ణబంధకముతో పసుపుపచ్చని ఛాయను ఇచ్చును. 3. బిస్మార్క్ బ్రౌన్ : ఇందు రెండు ఆజోగణములు ఉన్నవి. ఇది ఉన్నికి, తోళ్ళకు విశంగవర్ణమును ఇచ్చును. కాంగోరెడ్ (చూ. పు. 174) ఈ జాతికి చెందినదే.

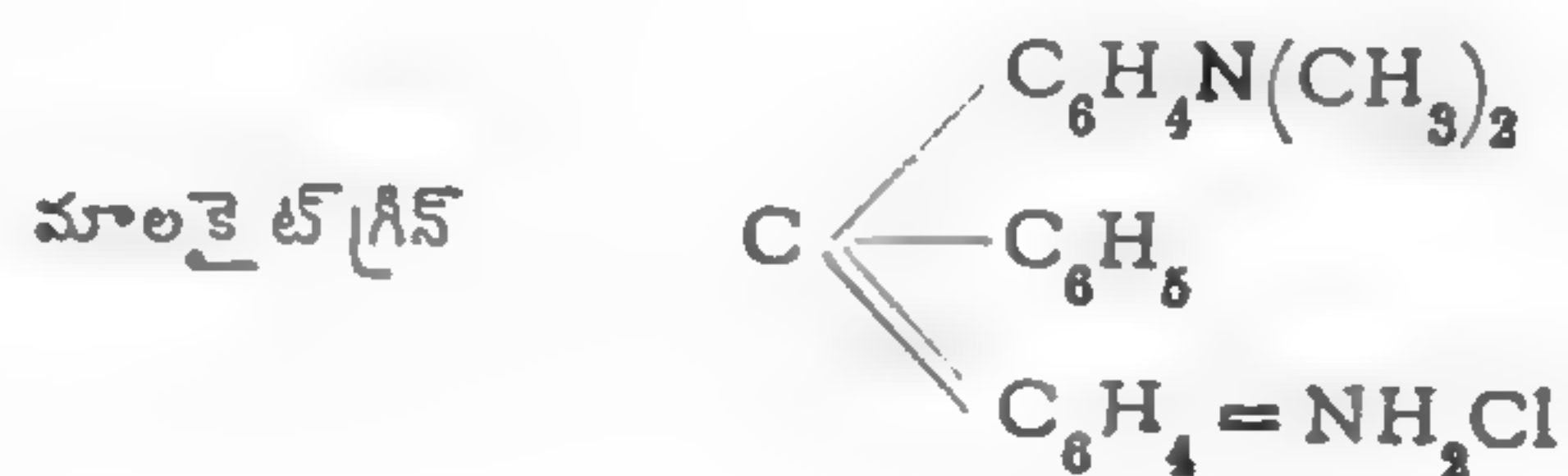
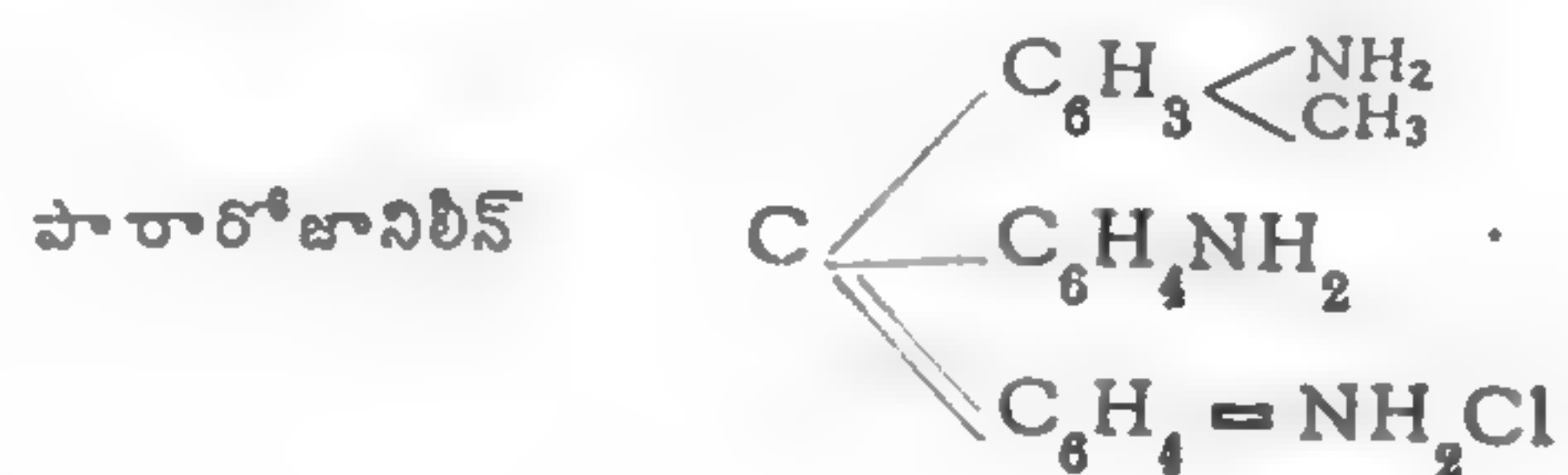


ట్రైఫీనిల్ మీతేన్ వర్ణ ద్రవ్యములు : ఈ రంగులన్నియు ట్రైఫీనిల్ మీతేన్ (చూ. పు. 505) నుండి పుష్కలము లైనవి. ఇందులో 1. రోజానిలిన్ రంగులు ; 2. ఆరిన్ రంగులు ; 3. తాలీన్ రంగులు ; 4. రోడమీన్లు అనబడు నాలుగు అవాంతర భేదములు కలవు.

రోజానిలిన్ రంగులు : ఇవి లవణాధారగుణము కలవి. ఇందులో ఎమీనోగణము ఆక్సోక్రోమ్ (సహకారి వర్ణ ధారకము)గా ఆచరించును.



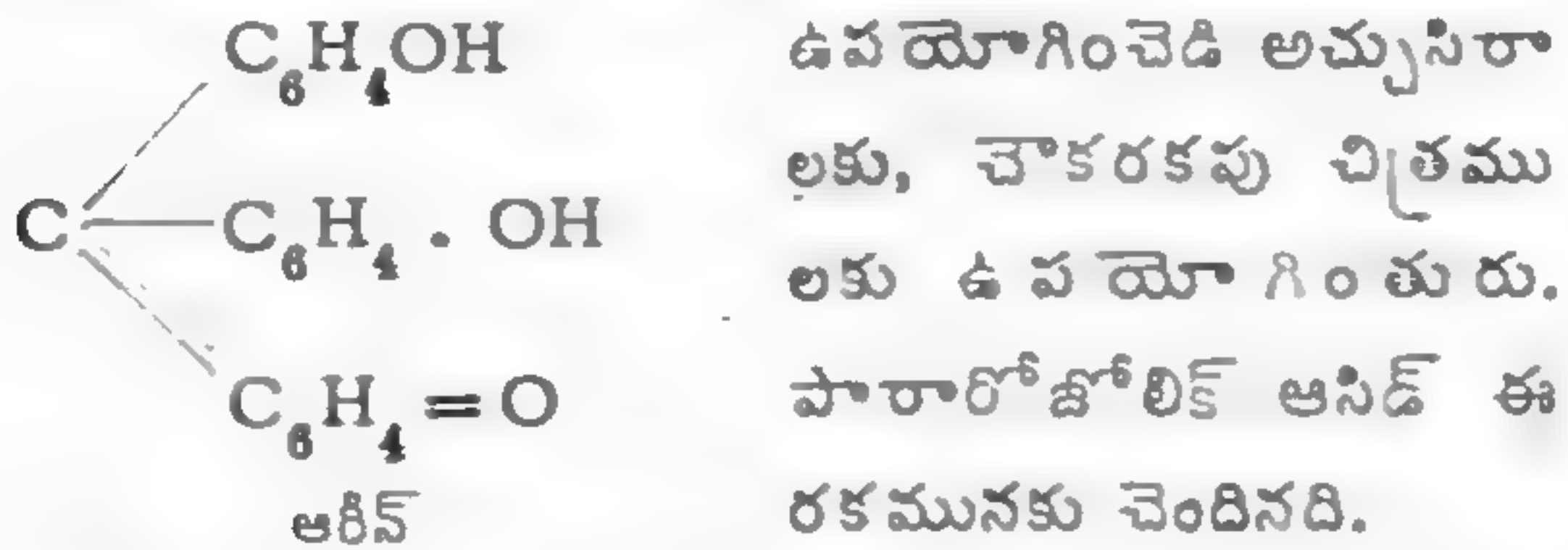
క్వినోనోయిడ్ రచనగల ఫీనిల్ గణము



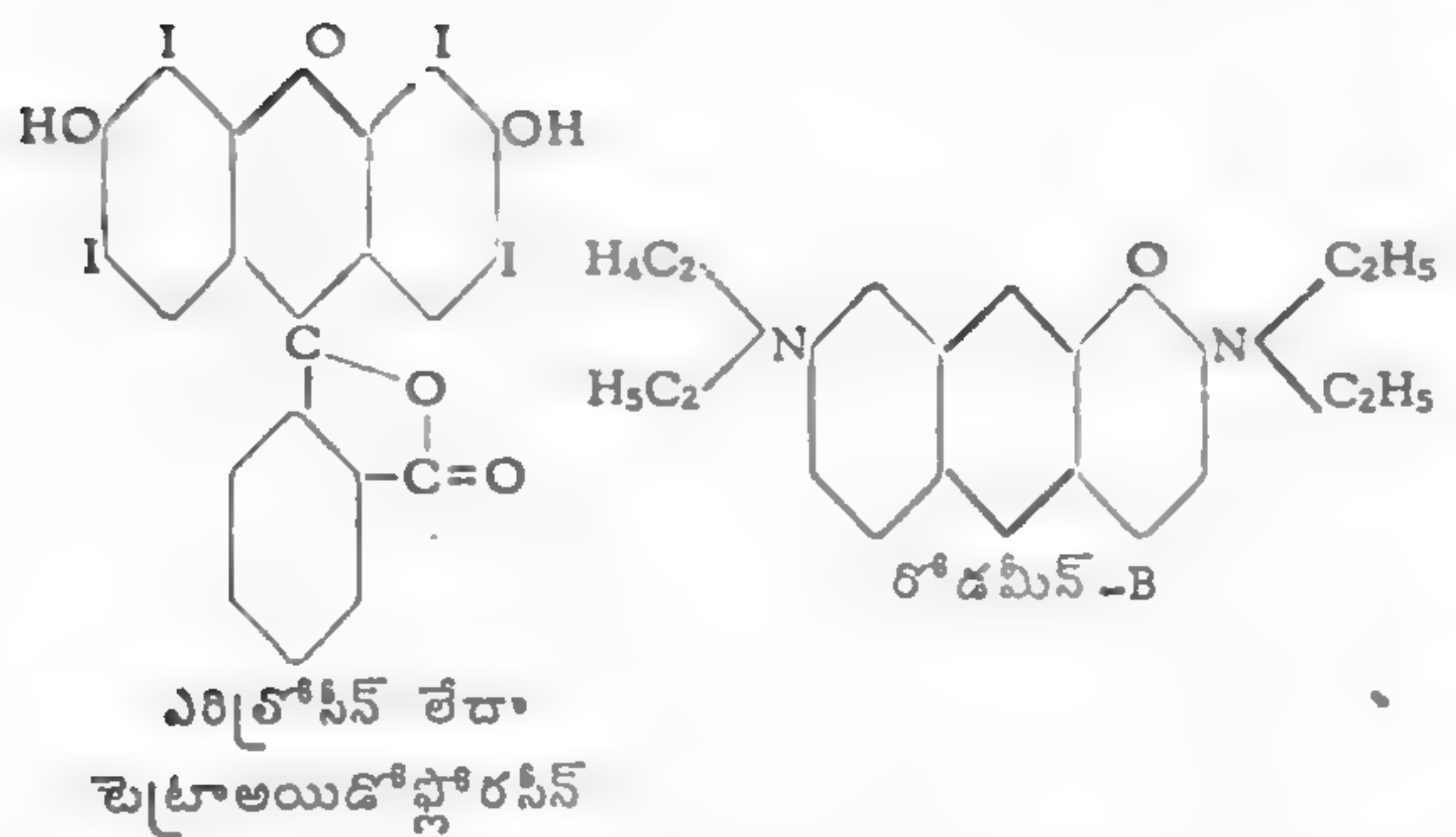
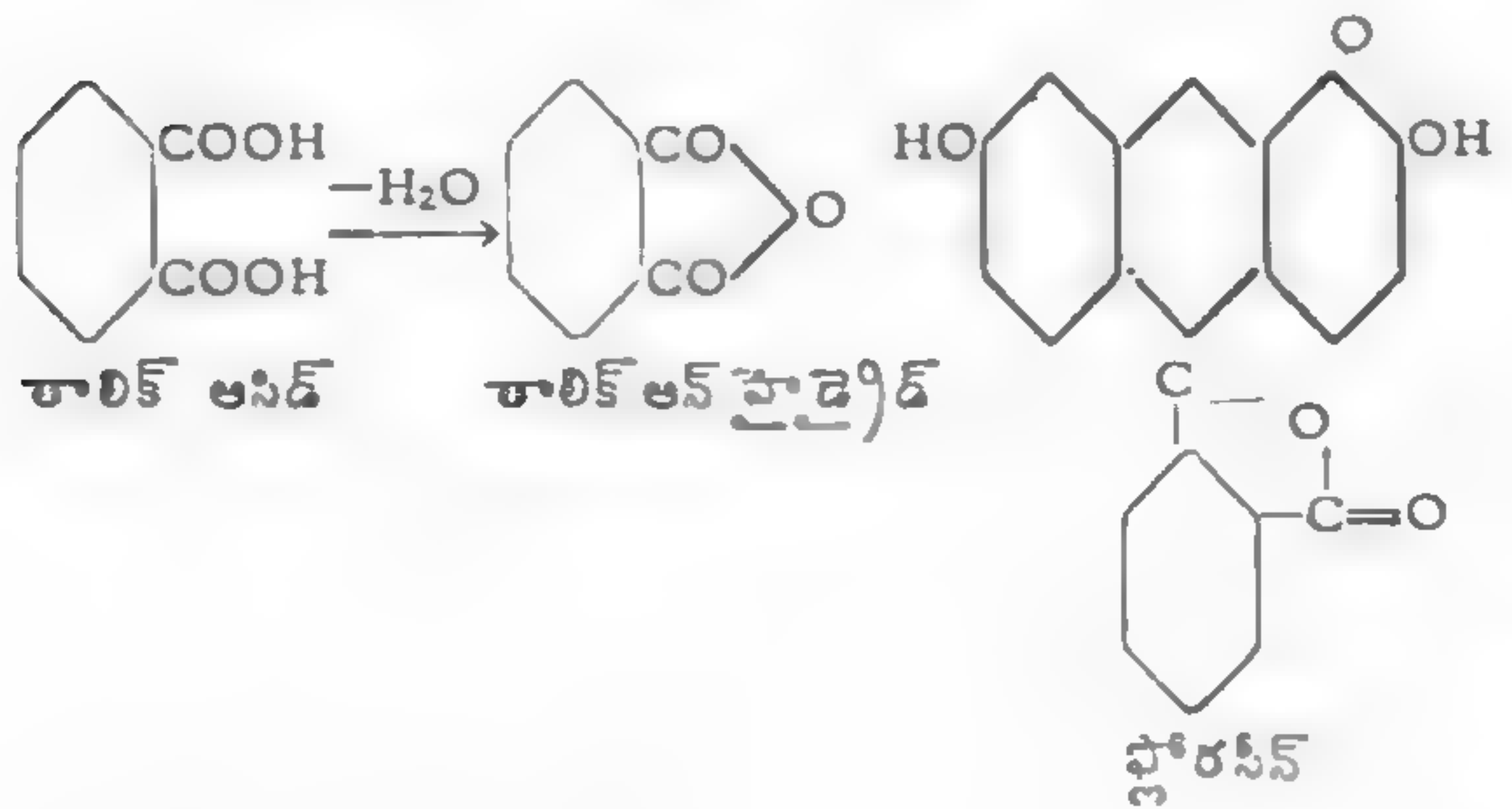


రోజానిలిన్ ఎరుపును. పారారోజానిలిన్ ఊదాతో కూడిన ఎరుపును, మాలకైట్ గ్రీన్ ఆకుపచ్చని ఛాయలను ఇచ్చును. ఈ ఛాయలు స్థిరమైనవికావు. కాని పై రచనలు గల రంగుల సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు, మెతిల్ ప్రతిస్థాపితవ్యుత్పన్నములు వెలియని ఛాయలను ఇచ్చును.

ఆరీన్ రంగులు : ఇవి ఉత్తమ తరగతికి చెందినవికావు. వీటి ధాతుయోగికము (లేకు)లను ముద్రణాలయములో



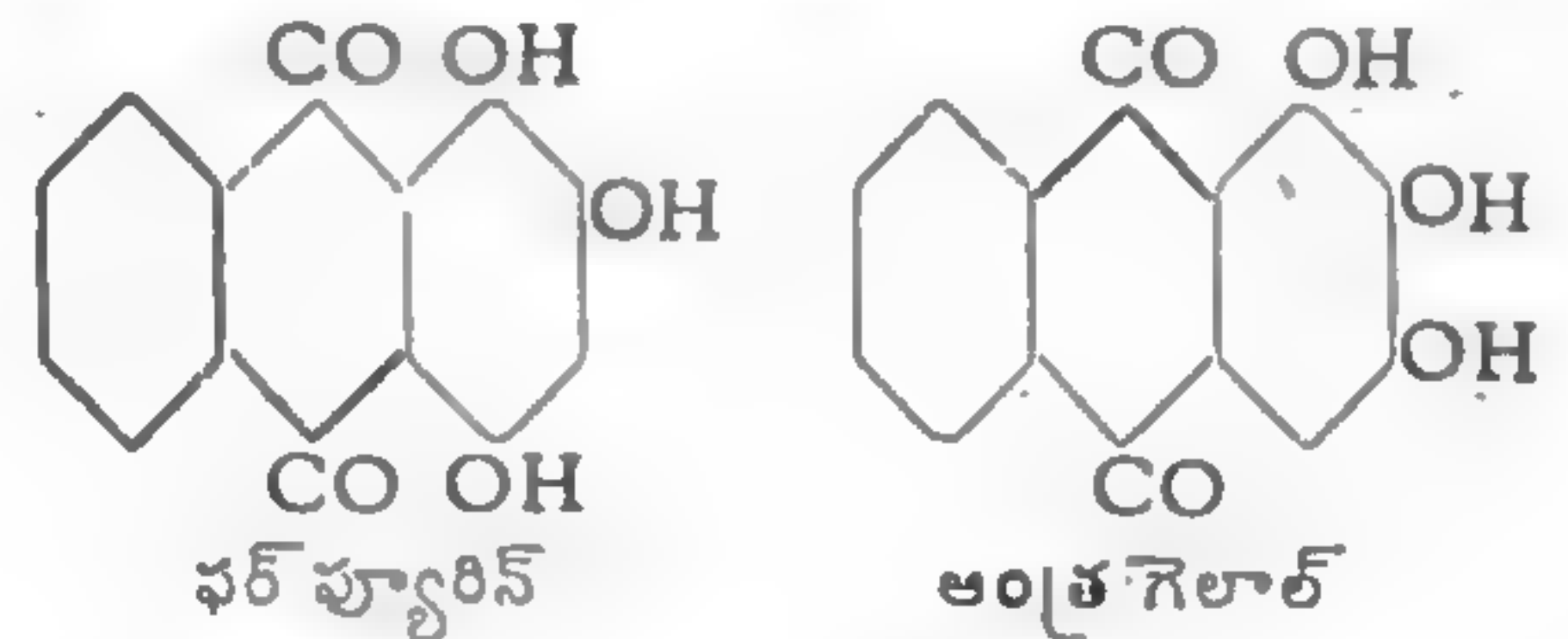
తాలిన్ రంగులు : తాలిక్ ఆన్ హైడ్రైడ్ నుండి తయారైనవి. ఈ తరగతికి చెందిన ఫ్లోరసీన్ అద్దకమునకు అంతగా పనికిరాక పోయినను దీనినుండి తయారైన హేలోజన్ వ్యుత్పన్నములు ముఖ్యమైనవి. ఎరిత్రాసీన్ అనునది టెట్రాఅయిడోఫ్లోరసీన్. ఇది పట్టునకు ఊదాతో కూడిన ఎరుపురంగును ఇచ్చును. ఇయోసీన్ అనునది టెట్రాబ్రోమోఫ్లోరసీన్. ఇది పట్టుకు ఎర్రటి ఛాయలను ఇచ్చును. ఎర్రసిరాలలోని ద్రవ్యము ఇదియే.



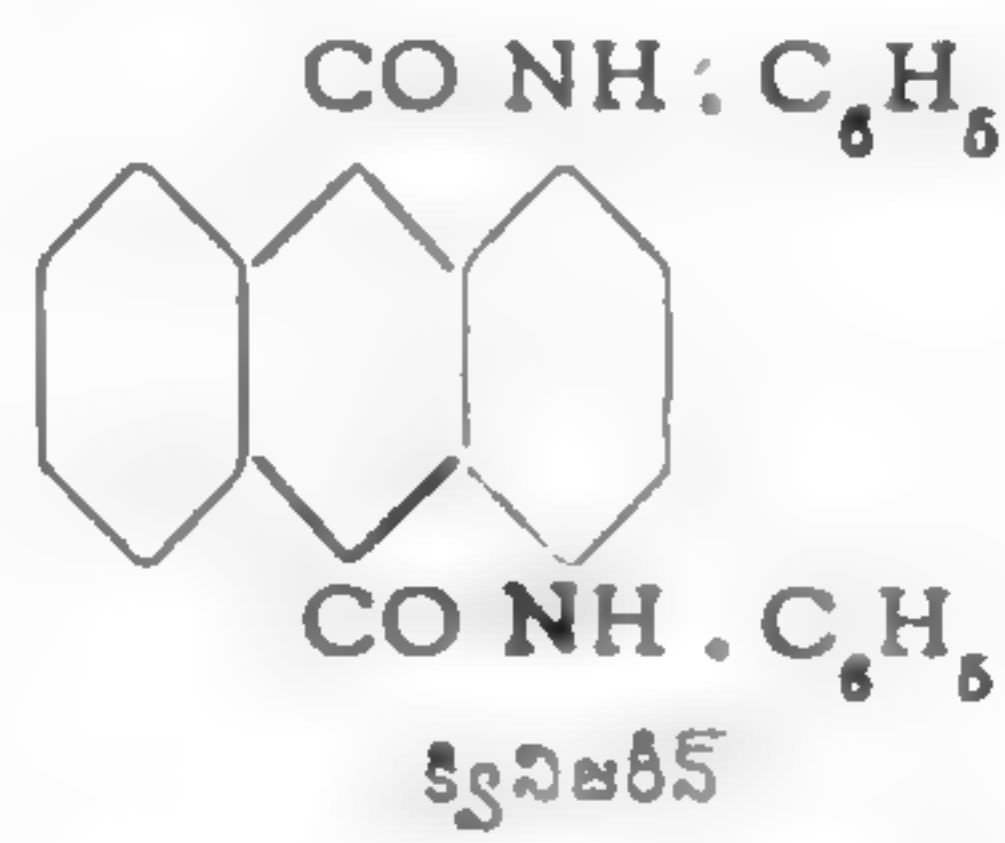
రోడమీన్లు : ఇవి అవసాధార గుణముగల తాలిన్ రంగులు. రోడమీన్-B ఈ తరగతికి చెందినది. ఇవి ఎర్రటి వర్ణములను ఇచ్చు అద్దకపు రంగులలో చాల ఉత్తమమైనవి.

ఆంత్రిక్విన్ రంగులు : వీటినే అలిజరిన్ రంగులందురు (చూ. అలిజరిన్-పు. 509) ఆంత్రిక్విన్ యోగికమునకు పసుపుపచ్చరంగు ఉన్నను అద్దకమునకు పనికిరాదు. దీని హైడ్రాక్సీ, నైట్రో, ఎమీనో, సల్ఫోనిక్ ఆమ్లవ్యుత్పన్నములు అద్దకమునకు చాల ప్రశస్తమైన రంగులు. ఇవి వర్ణబంధక భేదముతో వేరువేరు ఛాయలను ఇచ్చును. ఈ జాతికి చెందిన అలిజరిన్, అల్యూమినియముతో గులాబిరంగు, తగరముతో ఎరుపుఛాయ, ఇనుముతో ఊదాఛాయలను ఇచ్చును.

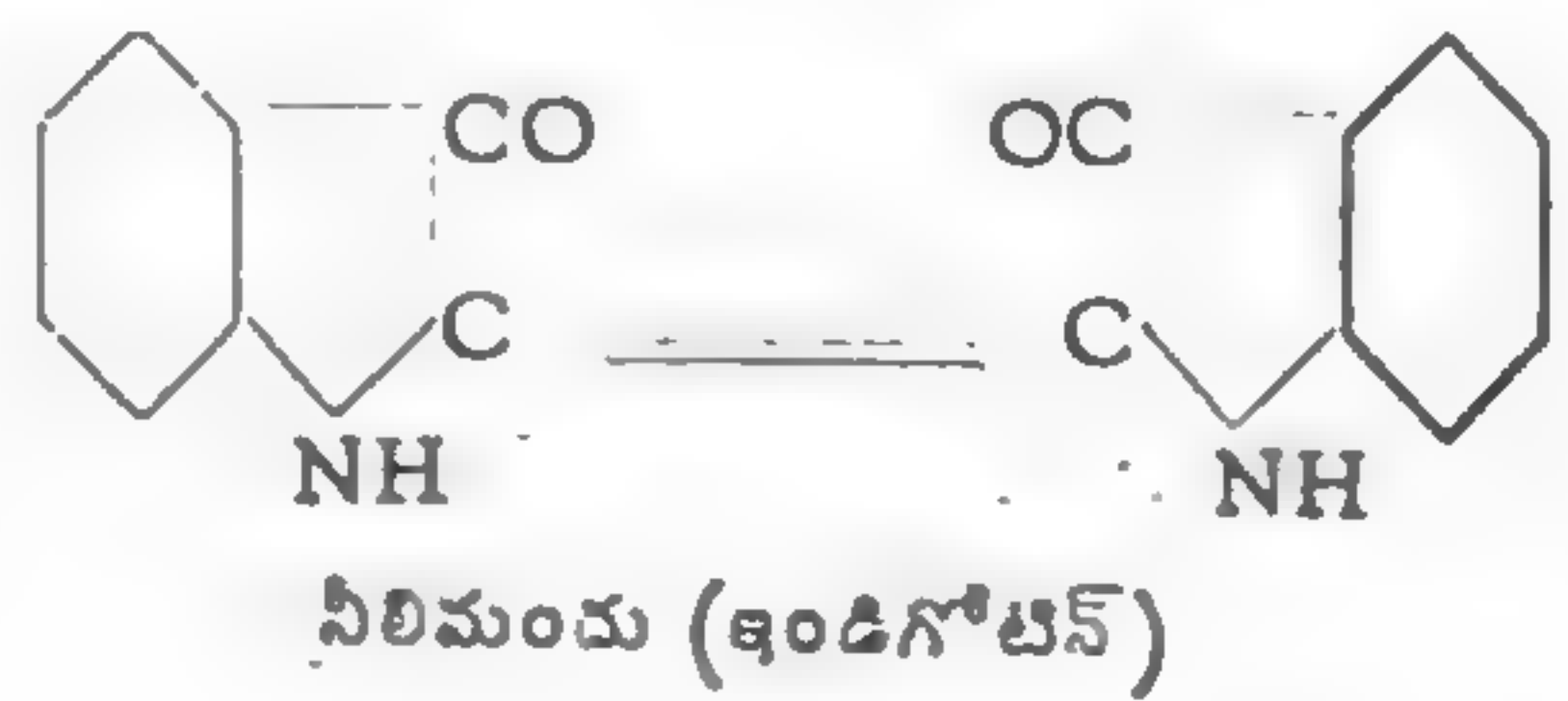
ఫర్ఫ్యూరిన్ : ఫర్ఫ్యూరిన్ శ్రేష్ఠమైనరంగు కాదు. ఆంత్రిగెలాల్ గోధుమఛాయలను ఇచ్చును. ఇది మార్డెంట్ రంగులలో చాల ముఖ్యమైనది.



ఆంత్రిక్విన్ రంగులో ఎమీనోఫీనిల్ గణములున్న రంగు క్వినిజరిన్. దీని డై సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ మంచి రంగు.



ఇండిగాయిడ్ రంగులు : నీలిమందుసంబంధమైన రంగులు సహజమైనవర్ణములలోకెల్ల శాశ్వతమైన ఛాయలను ఇచ్చు నీలిమందు ఈజాతికి చెందినది. నీలిమందు ఇండియాలో విరివిగా పండుచుండెడిది. నీలిమందుచెట్టును పూతకువచ్చు సమయమునకు కోసి నాలుగైదు రోజులు గాలి బారించుచు కుండీలలో నీటిలో ఊరబెట్టుదురు. మొక్కలలోనున్న ఇండికన్ అను గ్లూకోసైడ్ యోగికమును నీరు గ్రహించును. ఆ మొక్కలో నుండు ఒక ఎన్ జైమ్ ప్రభావముచే ఈ గ్లూకోసైడ్, నీలిమందు (ఇండిగోటిన్), గ్లూకోస్ గా విడిపోవును. నీలిమందు కుండీలలో మడ్డిగా క్రిందికి దిగి పోవును. దీనిని పైకితీసి వడియగట్టి ఆరబెట్టి ఎగుమతి చేయుదురు.

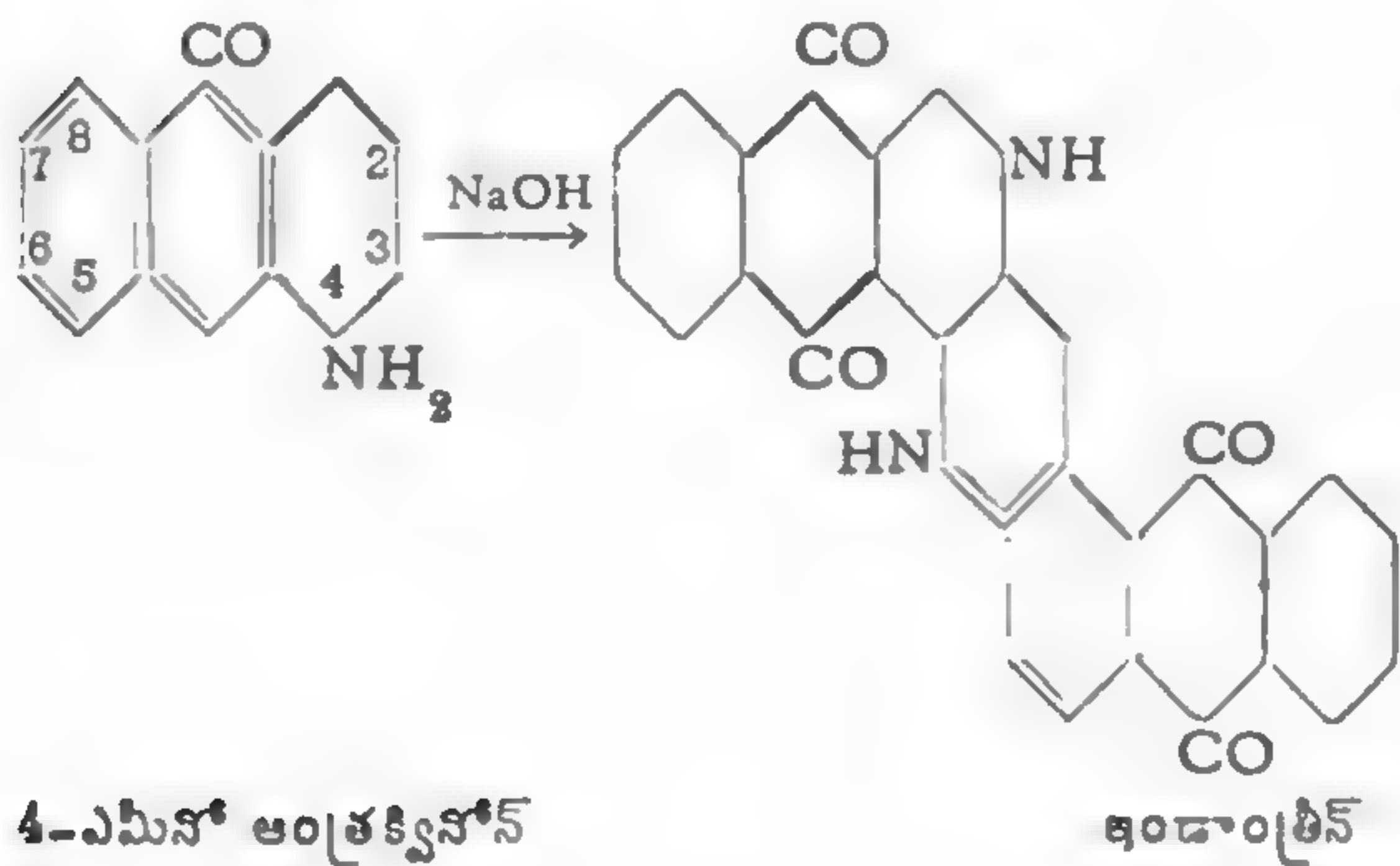




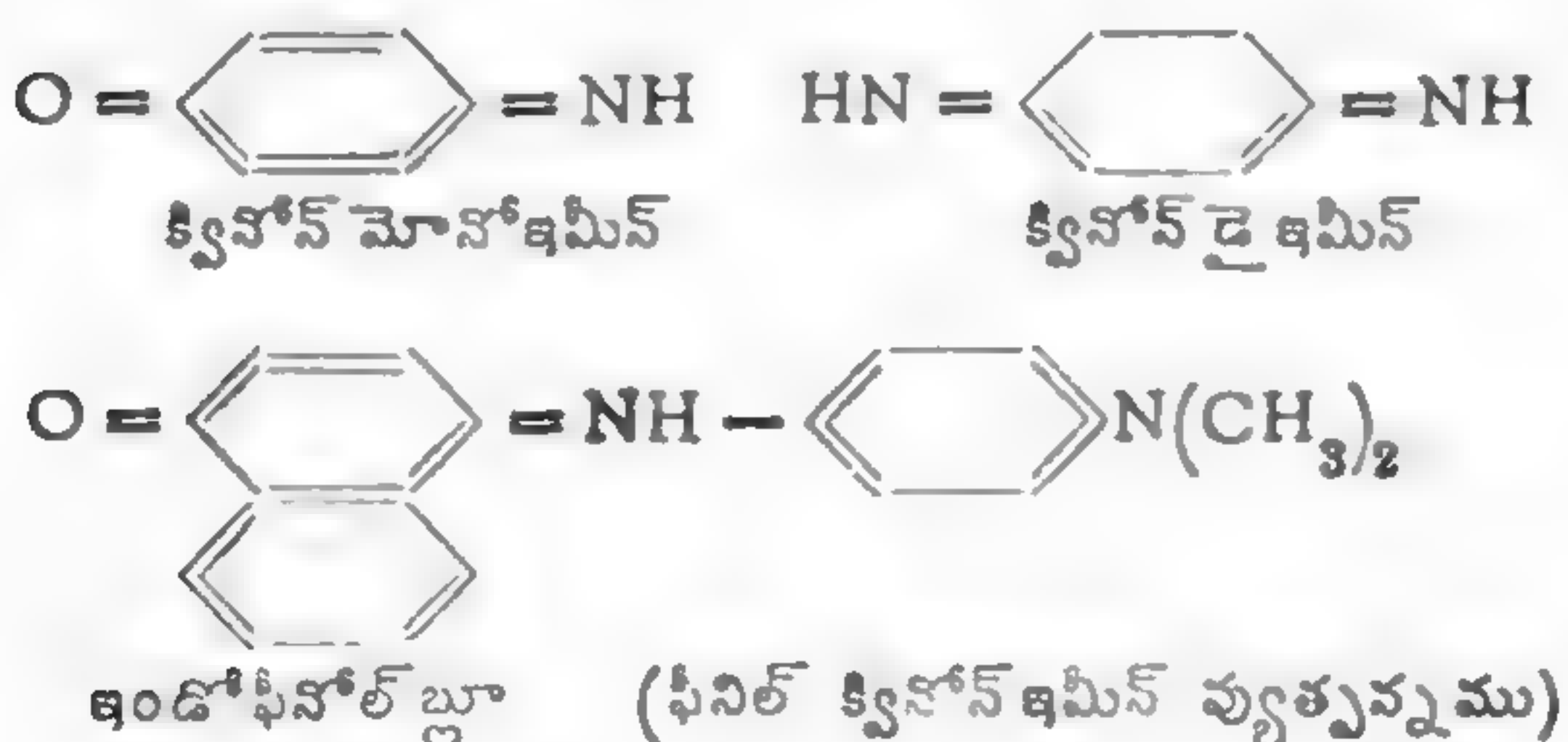
## వర్ణద్రవ్యములు

1880 లో జేయర్ అను జర్మనురాసాయనికుడు నీలి మందును కృత్రిమముగా నాఫ్తలీన్ నుండి తయారుచేసెను. దీనిని మరొకజర్మనురాసాయనికుడు వాణిజ్యవిజయముగా నిర్వహించెను. నాఫ్తలీన్ నుండిగాని, ఆనిలీన్ నుండిగాని నీలిమందును చౌకగా తయారుచేయవచ్చును. జర్మనీలో జయప్రదముగా కొనసాగించిన నీలిమందు పరిశ్రమ వలన, భారతదేశమునందు నీలిమందు పరిశ్రమ మొదలంట నశించినది. నీలిమందుయొక్క పెట్రాపేలోజన్ వ్యుత్పన్నములు చాల ప్రశస్తమైనవి; ఇవి చక్కని చినాలిరంగులను ఇచ్చును.

ఇండాంత్రిన్ రంగులు : 'బోన్' అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈరంగును కనిపెట్టెను. 4-ఎమీనోఆంత్రిక్విన్ ను కాస్టిక్ సోడాతో ఉడక బెట్టినచో ఇండాంత్రిన్ లభ్యమగును. ఇది నూలుబట్టలకు వాట్ \* రంగుగా వాడదగినది. ఇవి లవణాధారద్రవ్యములు. గాఢముగా స్థిరమైన నీలిఛాయలనిచ్చును; బ్లీచింగు చేసినను ఛాయలు కగ్గవు.



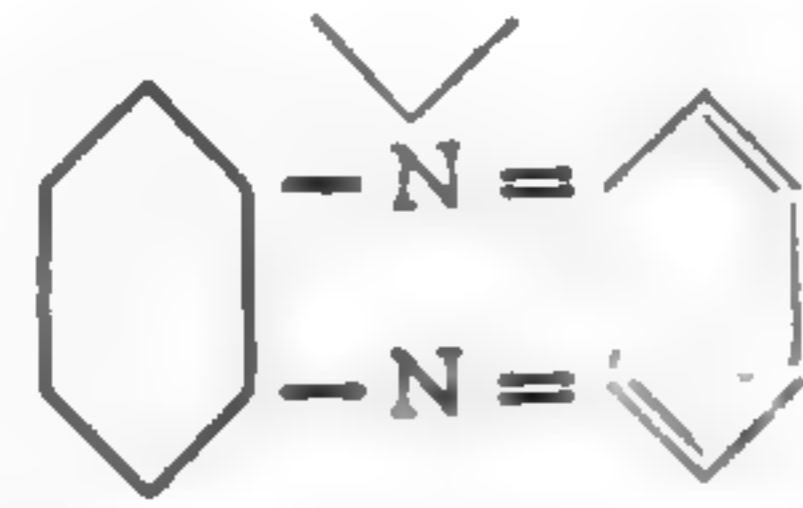
క్విన్ నోన్ ఇమీన్ రంగులు : ఇందు 1. పారాక్విన్ ఇమీన్ రంగులు; 2. ఆర్తోక్విన్ ఇమీన్ రంగులు అని రెండు రకములు కలవు. రెండవరకపురంగులు చాలశ్రేష్ఠమైనవి. మొదటిరకమునకు చెందిన ఇండమీన్, ఇండోఫీనోల్



\* కొన్నిరంగులు నీటిలోకరగవు, కాని వాటిని అక్సిహారింపి నపుడు రంగుపోయి నీటిలో కరగును. ఈద్రావణములో బట్టను ముంచి దానిని గాలికెదురుపెట్టినచో బట్టపై రంగు మరల ఏర్పడును. ఇట్టివాటిని వాట్ రంగులందురు (నీలిమందు).

అనునవి శ్రేష్ఠమైనవికాకున్నను, వాటినుండి తయారగు సల్ఫర్ రంగులు ప్రశస్తమైనవి. ఇండోఫీనోల్ బ్లూ ఈ తరగతికి చెందిన వాట్ రంగు. ఇది శాశ్వతమైన ఛాయలను ఈయదు. కాని దీనినుండి తయారగు సల్ఫర్ రంగులు చాల ప్రాముఖ్యమును పొందినవి.

క్విన్ నోన్ ఇమీన్ క్విన్ నోన్ రచనలోనున్న రెండు అక్సి జన్ పరమాణువులనుగాని, లేదా ఒకదానినిగాని ఇమీనో



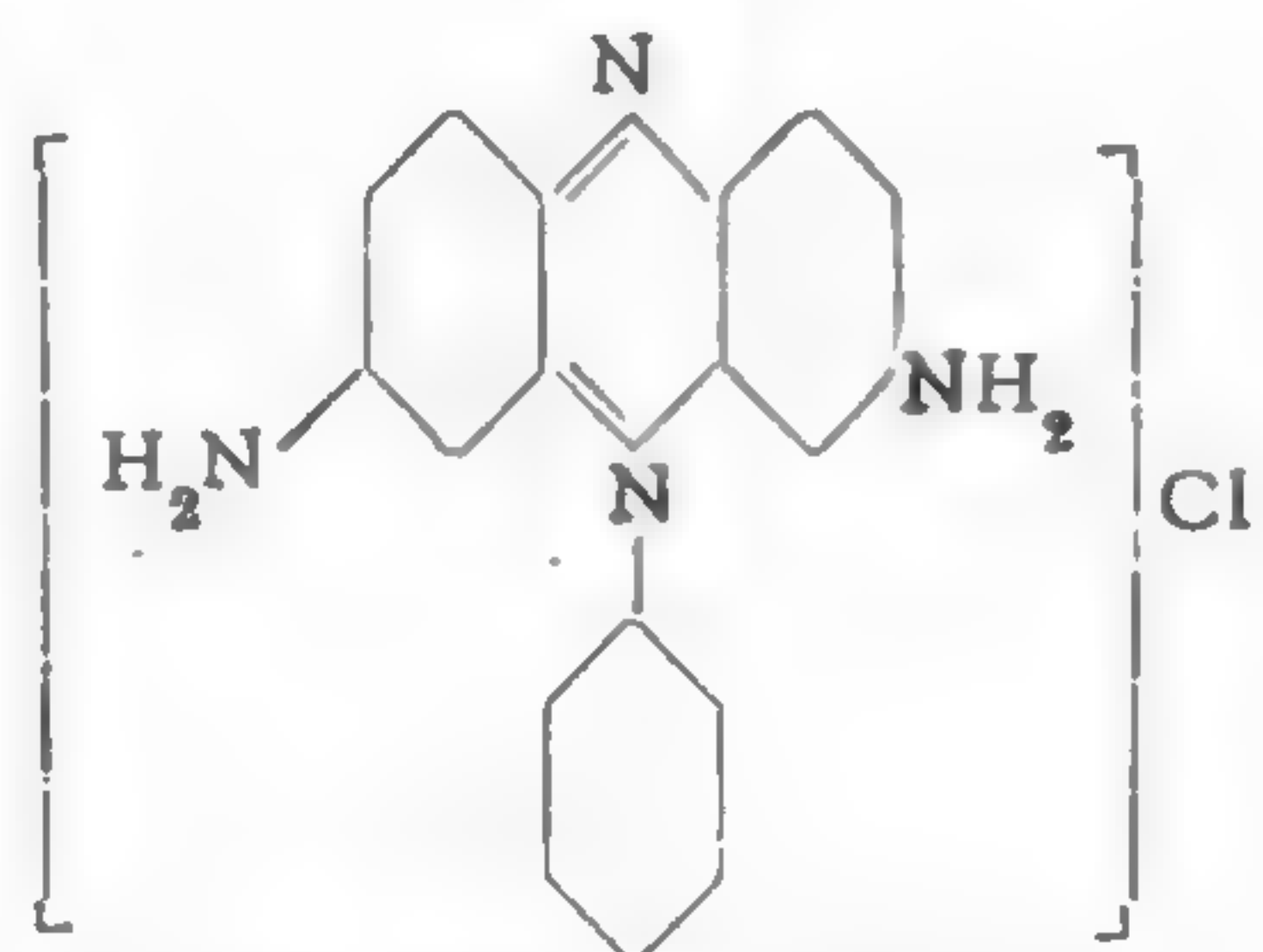
గణముచే తొలగింపగా వచ్చు యోగికము. ఏజెన్ తరగతి రంగుల రచనలో ఈ ప్రక్కనున్న విశిష్టరచనైకాంక ముండును.

అక్సిఏజెన్ రంగులలో నుండు విశిష్ట  $R \begin{smallmatrix} \diagup N \diagdown \\ \diagdown O \diagup \end{smallmatrix} R_1$

రచన ఇందు R బెన్జీన్ వలయము;  $R_1$  బెన్జీన్ వలయముగాని, లేదా నాఫ్తలీన్ వలయముగాని కావచ్చును.

తైపేజెన్ తరగతిరంగులరచనలో ఉండు విశిష్టరచన  $R \begin{smallmatrix} \diagup N \diagdown \\ \diagdown S \diagup \end{smallmatrix} R_1$  ఆర్తోక్విన్ ఇమీన్ తరగతికి చెందిన రంగులు

ఉత్తమజాతి ఛాయలను ఇచ్చును. ఇందులో ఏజెన్, అక్సిఏజెన్, తైపేజెన్ అను మూడు యోగికముల నుండి వ్యుత్పన్నములైన మూడు రకముల రంగులు కలవు. ఏజెన్ తరగతికి చెందిన రంగులు బహుశ్రేష్ఠమైన ఎరుపు, ఊదా ఛాయలను ఇచ్చును. సాఫ్రనీన్, టానిన్ మార్డెంట్ తో మనోరంజకమైన ఎర్రని ఛాయలను ఈయగలదు.

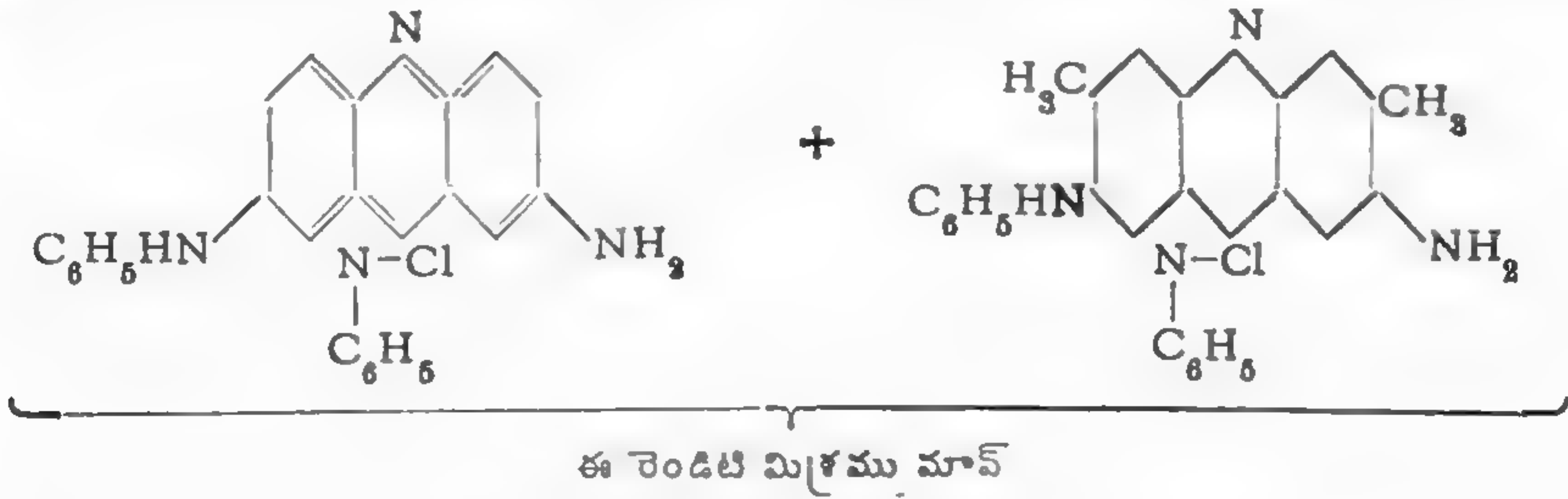


ఏజెన్ జాతికి చెందిన, సాఫ్రనీన్ రంగు

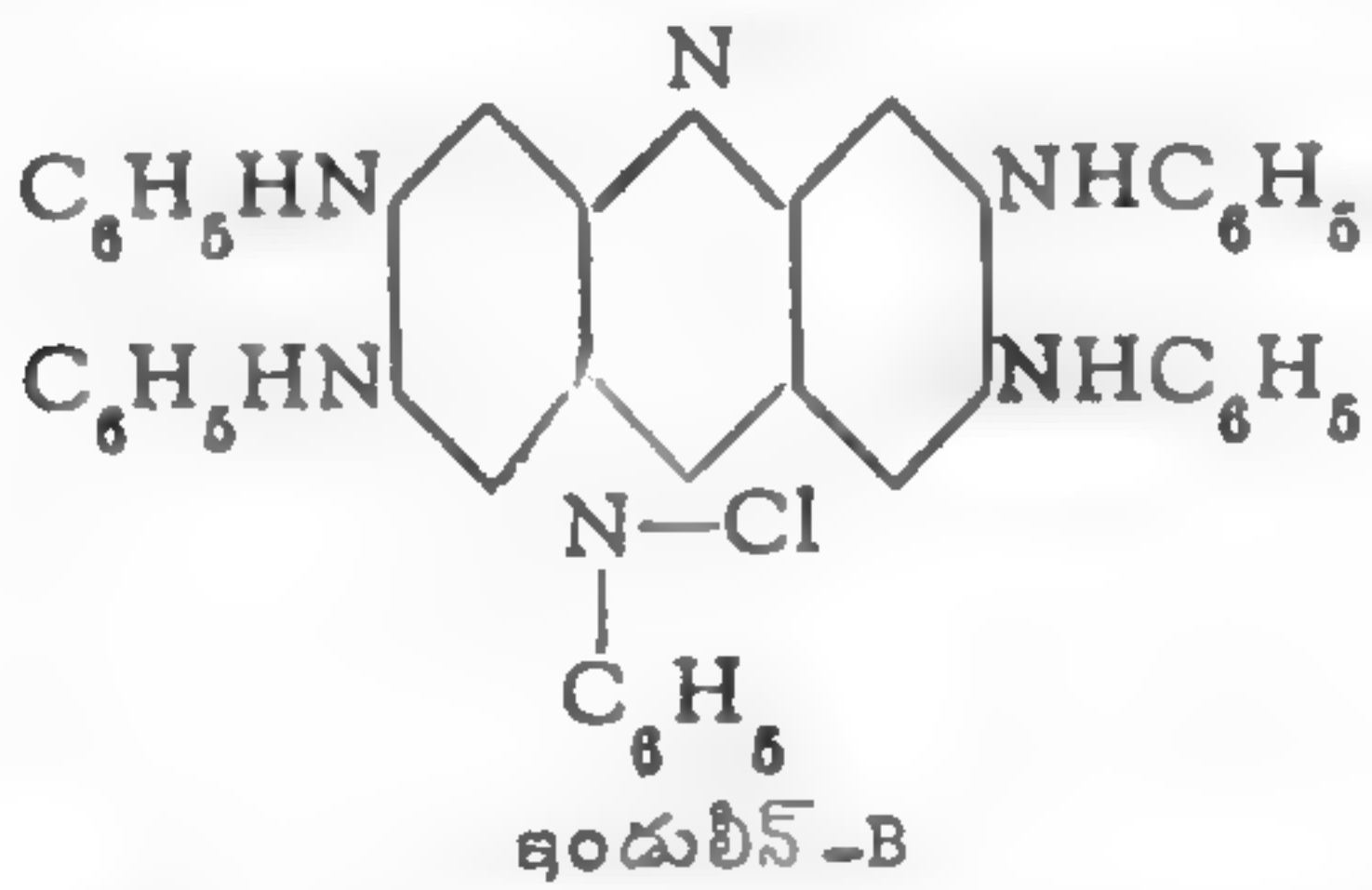
పెర్మిన్ చే నిర్మించబడిన మొట్టమొదటి కోల్ తారు రంగు 'మాప్' అనునది సాఫ్రనీన్ రంగే. 'మాప్' రెండు



రంగులమిశ్రమని చూపబడినది. ఎర్రటి ఊదాఛాయలను ఇచ్చును, గనుక దీనికి 'మావ్' అని పేరు వచ్చినది.

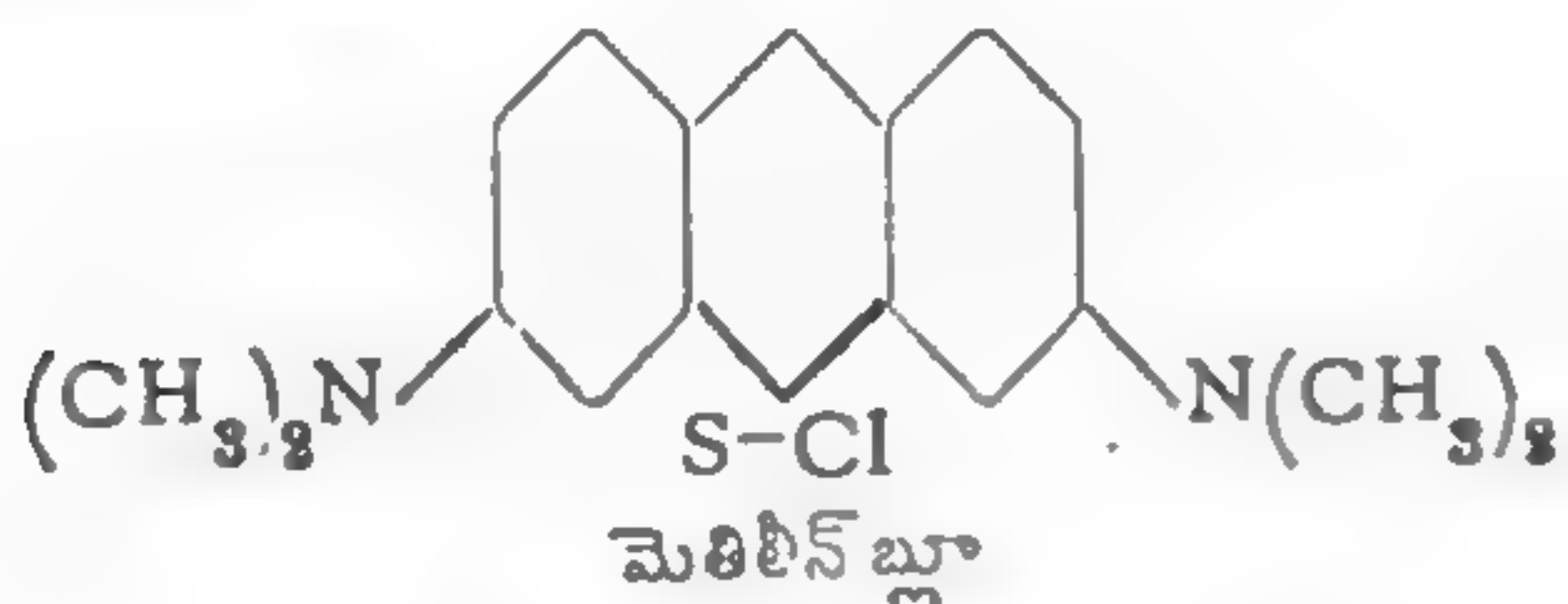


ఇండులీన్-B మంచి నీలిఛాయలను ఇచ్చును. దీనిసల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ను సిరాలను తయారుచేయుటకు వాడుదురు.



**అనిలీన్ బ్లాక్ :** అనిలీన్ బ్లాక్ (నలుపు) కూడ ఈ తరగతికి చెందిన రంగే. దీనిని వస్త్రముమీదనే నిర్మించ వచ్చును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్తో ఆమ్లీకృతమైన అని లీన్లో వస్త్రమును ముంచి, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణముతో కలిపి ఉడకబెట్టుటవలన వస్త్రమునకు ఈరంగు అంటును. ఇది ఎండలలోగాని, ఉతికినప్పుడు గాని ఛాయపోని నల్లటిరంగు. దీని అణురచన అత్యంత క్లిష్టము.

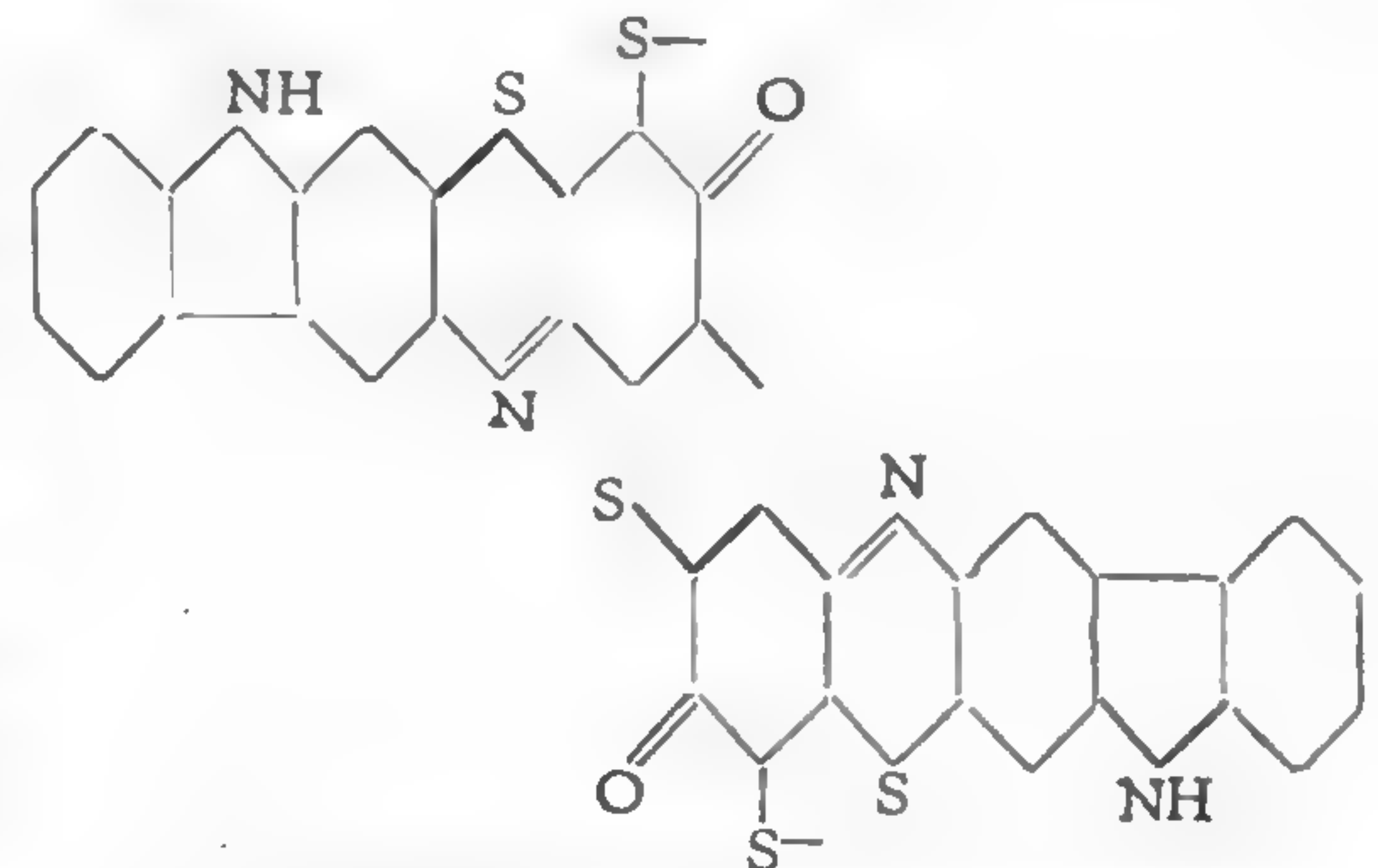
**మెలిలీన్ బ్లా** తైపైజెన్వ్యుత్పన్నము. దీని నైట్రో వ్యుత్పన్నము ఎలిలీన్ గ్రీన్ ; శ్రేష్ఠమైన ఆకుపచ్చనిఛాయలను ఇచ్చును. మెలిలీన్ బ్లూరంగును వైద్యమునందు కూడ వాడుదురు.



**సల్ఫర్ రంగులు :** ఈ తరగతికి చెందిన మొదటిరంగులో రంపపు పొట్టు గంధకము, కాస్టిక్ సోడాతో కలిపి ఉడికించి 1873లో తయారుచేసిరి. దీనిలో నూలుపోగులను ముంచి పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్తో ఆక్సికరించినచో గోధుమఛాయలు వచ్చెడివి. ఇప్పుడు ప్రశస్తమైన సల్ఫర్ రంగులు తయారగుచున్నవి. నీలి, ఆకుపచ్చ,

పసుపు, నారింజ, ఎరుపు, ఊదా, కాకి రంగులను ఇచ్చు విధానములను కనుగొనిరి. ఇందులో సబ్ స్టాంటివ్

మార్డెంట్ వాట్ రంగుల రకములు కలవు. వీటిని తయారు చేయుటకు ఎమీనోఫీనోల్, ఇండోఫీనోల్, బెన్జిడిన్ లేదా వీటి నైట్రో, హేలోజన్ వ్యుత్పన్నములను ముడిద్రవ్యములుగా ఉపయోగింతురు. వీటిని సోడియమ్ సల్ఫైడ్తో నీటిలోగాని, ఆల్కహాల్లోగాని ఉడకబెట్టుదురు. ఇట్లు తయారైనరంగులను సాధారణముగా వాట్ రంగులవలె వాడుదురు.



**వీటికొక ఉదాహరణము :** ఇండోఫీనోల్ నుండి తయారైన హైడ్రాన్ బ్లా. ఇది చాల ప్రశస్తమైన నీలిరంగు; నీలిమందుకు ప్రతిస్పర్ధి. విచాల్ (1893) అనునతడు ఈ రకపురంగులను ఎన్నిటితో తయారుచేసెను.

**అద్దకపురంగుల వర్గీకరణము - అద్దకప్రక్రియ :** ఇంతకు ముందు వాటిరాసాయనికరచనను ఆధారము చేసికొని కృత్రిమవర్ణద్రవ్యములు వర్గీకరించబడినవి. ఇక్కడ అద్దకములో వెలువడు గుణములనుబట్టి రంగులవర్గీకరణమును విచారితము.

**బేసిక్ రంగులు :** ఇవి లవణాధారములు గలవి. ఇవి రంగులు గల మూల యోగికముల హైడ్రోక్లోరైడ్లు. వీటియందుండు ఎమీనో ( $\text{NH}_2$ ), డై మెతిల్ ఎమీనో [ $\text{N}(\text{CH}_3)_2$ ], టై ఎతిల్ ఎమీనో [ $\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ ] మొదలైన గణములవల్ల వీటికి లవణాధార ధర్మము చేకూరినది.



## వర్ణమాల

ఆమ్లవర్ణద్రవ్యములు: ఆమ్లగణములు, అందులో ముఖ్యముగా సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ గణము ( $\text{SO}_3\text{H}$ ) ఉన్న రంగుల లవణములు.

ఈ పై రెండుతరగతుల వర్ణద్రవ్యములును పట్టు, ఉన్ని, తోలు, ఈకలు మొదలగు జంతుఉత్పన్నమైన తంతువులకు మార్డెంట్ లేకుండా రంగునిచ్చును.

మార్డెంట్ రంగులు: వర్ణబంధక ద్రవ్యముతోగాని ఈ రంగులు పట్టు. వీటిరచనలో  $\text{OH}$  గణములు కాని,  $-\text{COOH}$  గణములుకాని ఉండును. ఈ గణములు ఉండుటచే ఇవి అల్యూమినియము, క్రోమియమ్, రాగి, ఇనుము ధాతుపైడాక్సైడ్లతో 'లేకులు' అనేడి సమన్వితయోగికములను (వెర్నర్ యోగికముల) ఈయ గలవు. పూర్వము వాడుక యందుండెడు సహజవర్ణ ద్రవ్యము లన్నియు మార్డెంట్ రంగులే. కృత్రిమమార్డెంట్ రంగులలో చాలరకములు ఆమ్లగణములు ( $-\text{COOH}$  గాని,  $-\text{SO}_3\text{H}$  గాని లేదా రెండునుగాని) ఉండును. అందువలన వీటిని ఆమ్లమార్డెంట్ రంగులు అనవచ్చును. మార్డెంట్ అద్దకములో లభ్యమగు ఛాయలు తక్కిన రంగులతో లభ్యమగువాటికన్న ఊరములకు లొంగకుండ శాశ్వతముగా ఉండును.

ప్రత్యక్ష (నబ్ స్టాంటివ్) వర్ణద్రవ్యములు: ఈ రంగులు తటస్థ లేదా ఊర పరిసరములలో నూలులేదా ఇతర వృక్షసంబంధమైన తంతువులకు మార్డెంట్ సహాయము లేకుండగనే అంటుకొనును; కాని వీటిఅద్దకమునకు ఆమ్ల పరిసరము ఆవశ్యకము. కృత్రిమ రంగులలో చాలవరకు ఈరకమునకు చెందినవి.

వికాసిత వర్ణములు: క్రమేణ బయలుపడు స్వభావము కలిగియుండుటచే 'వికాసిత వర్ణములు' (డెవలప్డ్ కలర్స్) అని వేరు వచ్చినది. ఈతరగతుల రంగులో  $\text{NH}_2$  గణము గలిగిన యోగికములను గుడ్డలమీదనే రాసాయని కముగా మార్చి వెలియని రంగులుగా ఒనరించ వచ్చును. ఈ విధముగా వికాసితమగురంగులు సాధారణముగా ఆజో వర్ణద్రవ్యములై ఉండును.

తెట్టెరంగులు: ఈ రంగులు నీటిలో కరగవు. కాని ఆక్సిహరించబడిన తరువాత లభ్యమగు ల్యూకో అను రంగులేని యోగికము, నీటిలో కరగును. ఆక్సిహరించిన రంగును నీటిలో కరగించి, దానిలో బట్టనుముంచి, గాలిలో ఆరబెట్టినచో, గాలిలో నున్న ఆక్సిజన్ వలన ల్యూకో యోగికము ఆక్సికరించబడి మరల బట్టపై వర్ణ ద్రవ్యము ఏర్పడును. నీలిమందు ఈజాతి రంగులకు మంచి దృష్టాంతము.

అద్దకములో బట్టపోగులకు రంగు ఎట్లు పట్టును? ఈ ప్రశ్నకు రెండు సమాధానములు ఉన్నవి. మొదటిది రాసాయనిక సమాధానము: జంతుఉత్పన్నములగు తంతువుల అణురచనలో ( $-\text{COOH}$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$ ) ( $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{OH}$ ) గణములు ఉండుటచే ఇవి లవణాధార లేదా ఆమ్లవర్ణ ద్రవ్యములచేత తటస్థీకరింపబడి స్థిరమైన లవణస్వభావము గల వర్ణద్రవ్యము తంతువులపై తగుల్కొనును. రెండవ సమాధానము అద్దకములోని ముఖ్యప్రక్రియను అధిచూషణ సంఘటనయని వివరించును. కాని ఇటీవల ఎలక్ట్రానిక్ యోజనీయతా సిద్ధాంతములు వెలువడిన తరువాత, ఈ రెండు సమాధానములకును వాస్తవికమైన భేదమేమియు లేదని తేలినది. ఏలన అధిచూషణకూడ వస్తువుపై అవ్యా పృతమై, స్వేచ్ఛగానున్న యోజనీయతాబంధముల కారణ ముననే కలుగునని నిరూపితమైనది. ఎల్. ఆర్. ఆర్.

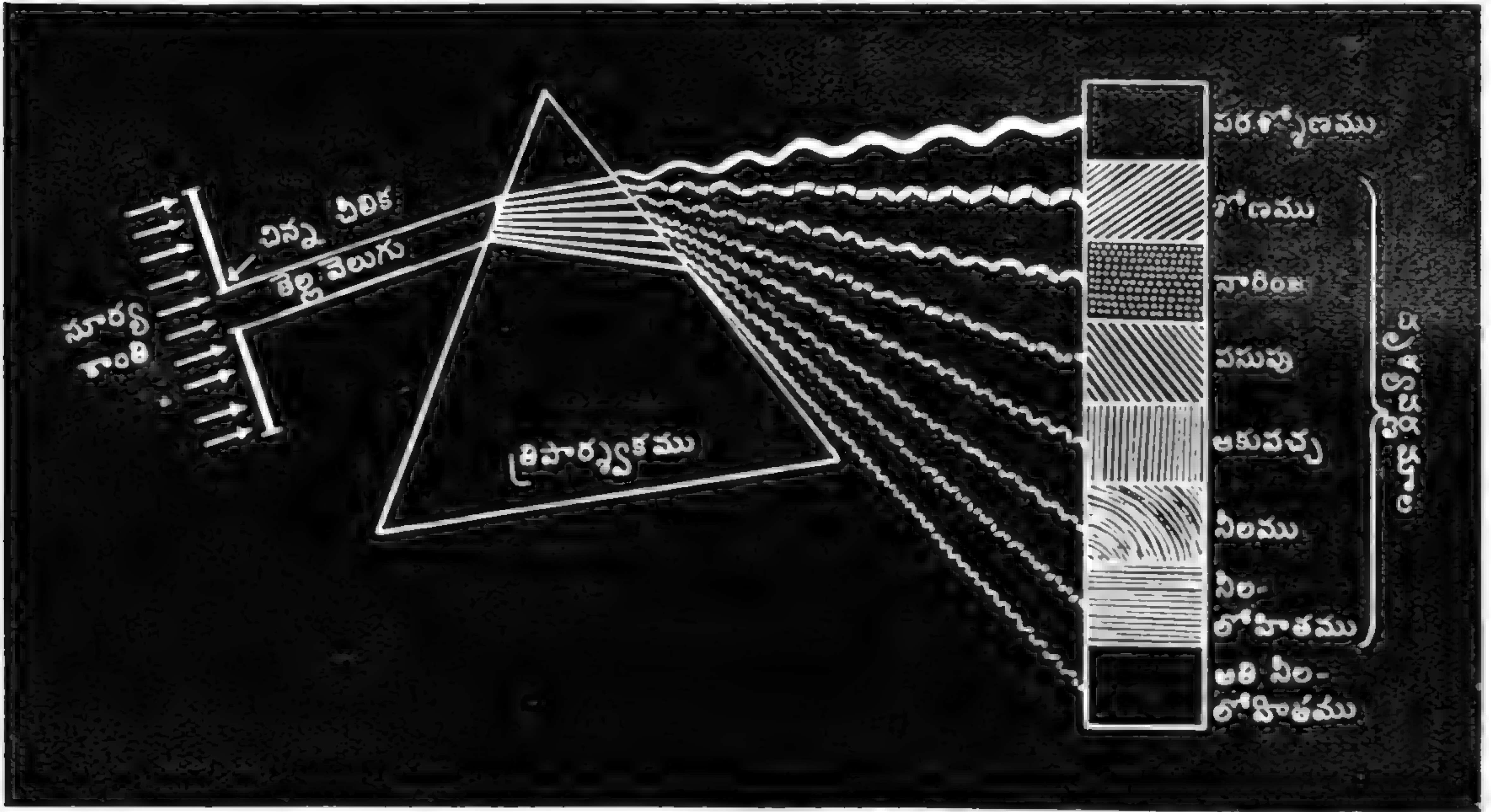
వర్ణమాల: కాంతిస్వభావసత్యమును బయటపెట్టుటకు ప్రయత్నించినవారలలో న్యూటన్ మొదటివాడని భౌతిక శాస్త్రసంగ్రహ సమీక్ష (చూ. పు. 19-27) లో తెలిసికొని యుంటిమి. సూర్యకాంతిని పట్టకముచే ఇంద్ర ధనస్సు రంగుల క్రింద వేరుపరచి చూపించినవాడు న్యూటన్. 1 వ పటములో న్యూటన్ ఉపయోగించిన ఉపకరణ సన్ని వేశము కాంచనగును.

తెల్ల వెలుగుయందున్న వేరువేరురంగులుగల ఘటకము లను వేరువేరుకోణములలో వంచి పట్టకము వాటిని విడదీయును. ఎరుపు అన్నిటికన్న తక్కువగా వంగును, ఊదా (నీలలోహితము) అన్నిటికన్న ఎక్కువగా వంగును. మధ్యనున్నరంగు మధ్యరకముగా వంగును. ఈ రంగుల వరుసకు 'అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాల' అనిపేరు.

ఒక పట్టకముచే విశ్లేషితమైనకాంతిని మొదటి పట్టక మునకు తలక్రిందులుగా ఉంచబడిన రెండవ పట్టక సహాయ మున మరల తెల్ల వెలుగుగనుట కలిపి, శుభ్రకాంతి (తెల్ల వెలుగు) వివిధవర్ణములు గల కాంతుల సమ్మేళనము అను నిష్కర్షను న్యూటన్ ప్రయోగమునే సమర్థించెను. S అను ప్రభవస్థానమునుండి బయలుదేరిన మిశ్రకాంతిని, సమా నాంతర కిరణశలాకగా సవరించుటకు రెండు సమానాంతరముగా అమర్చిన చీలికలగుండా అతడు పంపించెను. A అను పట్టకముపై పడనిచ్చిన దాని నుండి బయ టకువచ్చిన కాంతి వర్ణఘటకములక్రింద వేరై అగపడును (చూ. 2 వ పటము). ఈ రెండు పట్టకముల మధ్య తెల్లటితెర ఒకదానిని అమర్చిన వర్ణమాల గోచరించును. ఈ వర్ణమాల తిరిగి 'B' అను తలక్రిందులుగా ఉంచబడిన రెండవ పట్టకముగుండా బయటికి వచ్చుటలో విశ్లే



పితకాంతులన్నియు కేంద్రీభవించి తిరిగి తెల్లవెలుగు రాశమున ప్రసరించుననియు చెప్పియుంటిమి (చూ. పు. ఏర్పడును. అందుచే తెల్లవెలుగు అనునది ఎరుపు, నారింజ, 251). శుభ్రకాంతి ఘటకములగు పలురంగుల కాంతుల



1 వ పటము : తెల్లవెలుగును పట్టకము (త్రిపార్శ్వకము) చే విశ్లేషించుట

పసుపు, ఆకుపచ్చ, నీలము, నీలిమందు, ఊదా వర్ణముల సంయోగము.

సూర్యనికాంతియేకాక దీప్తిమంతమైన ఏద్రవ్యమునుండి

జనించు

కాంతియై

నను పట్టక

ము గుండా

విశ్లేషితమై

నప్పుడు

అవిచ్చిన్న

వర్ణమాలను

ఈయగలదు.

కణకణ

వైలక్షణ్యము ఆకాంతి తరంగముల పొడవునుపట్టి ఉండును.

దృశ్యవర్ణమాలలో ఒక కొనను అగవడు శోణకాంతి

తరంగ దైర్ఘ్యము చాల ఎక్కువ. రెండవకొనను అగవడు

ఊదాకాంతి

తరంగ

దైర్ఘ్యము

చాలతక్కువ.

తరంగ

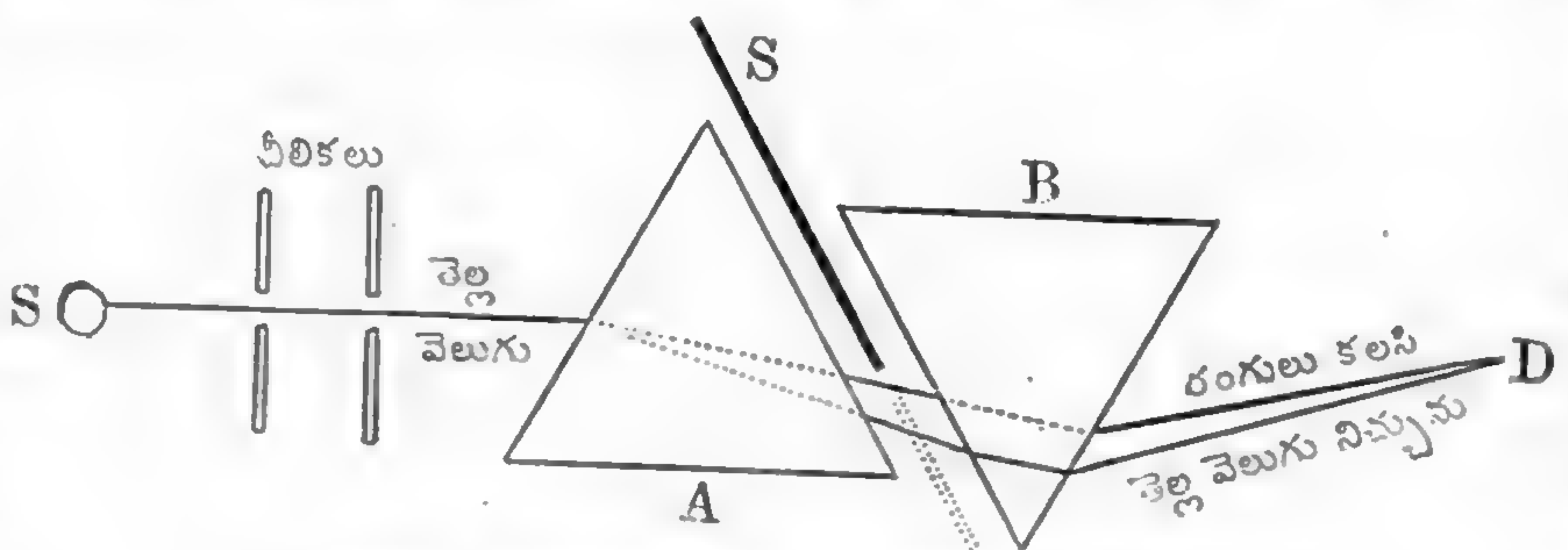
దైర్ఘ్యక్రమ

మున అమ

ర్చిత కాంతి

భేదముల

వివరమును



2 వ పటము : తెల్లవెలుగును యొక్క విశ్లేషణము, పునర్మిళనము

లాదు నిప్పు, ఎర్రగా కాలిన అయఃపిండము, విద్యుత్ దీపగోళమందు కాననగు టంగ్ స్టన్ తీగవంటి ఘనద్రవ్యములు, కరగిన వెండివంటి ద్రవద్రవ్యములు, అత్యధిక ప్రేషములో దీప్తిమంతముగా చేయబడిన వాయువులు వైకిపంపు కాంతిని పట్టకసహాయమున అవిచ్చిన్న వర్ణమాలగా విడదీయవచ్చును. కాంతి కూడ విద్యుదయస్కాంత సంఘటన; అది తరంగరూపమున తరంగ అంత

ప్రక్క పుట (615) లో 3 వ పటము చూపుచున్నది.

ఏకాంతిభేదమైనను ఒకే ప్రసరణవేగమును కలిగియుండుటచే తరంగభేదమును క్రింది సమీకరణముచే పౌనఃపున్య భేదముగా నిరూపించవచ్చును.

$$\text{పౌనఃపున్యము} = \frac{\text{కాంతివేగము}}{\text{తరంగదైర్ఘ్యము}} \quad \text{లేదా} \quad \text{పౌ} = \frac{v}{\lambda}$$

నీలకాంతి తరంగ దైర్ఘ్యము  $4500 \times 10^{-8}$  సెం.మీ. కనుక



## వర్ణమాల

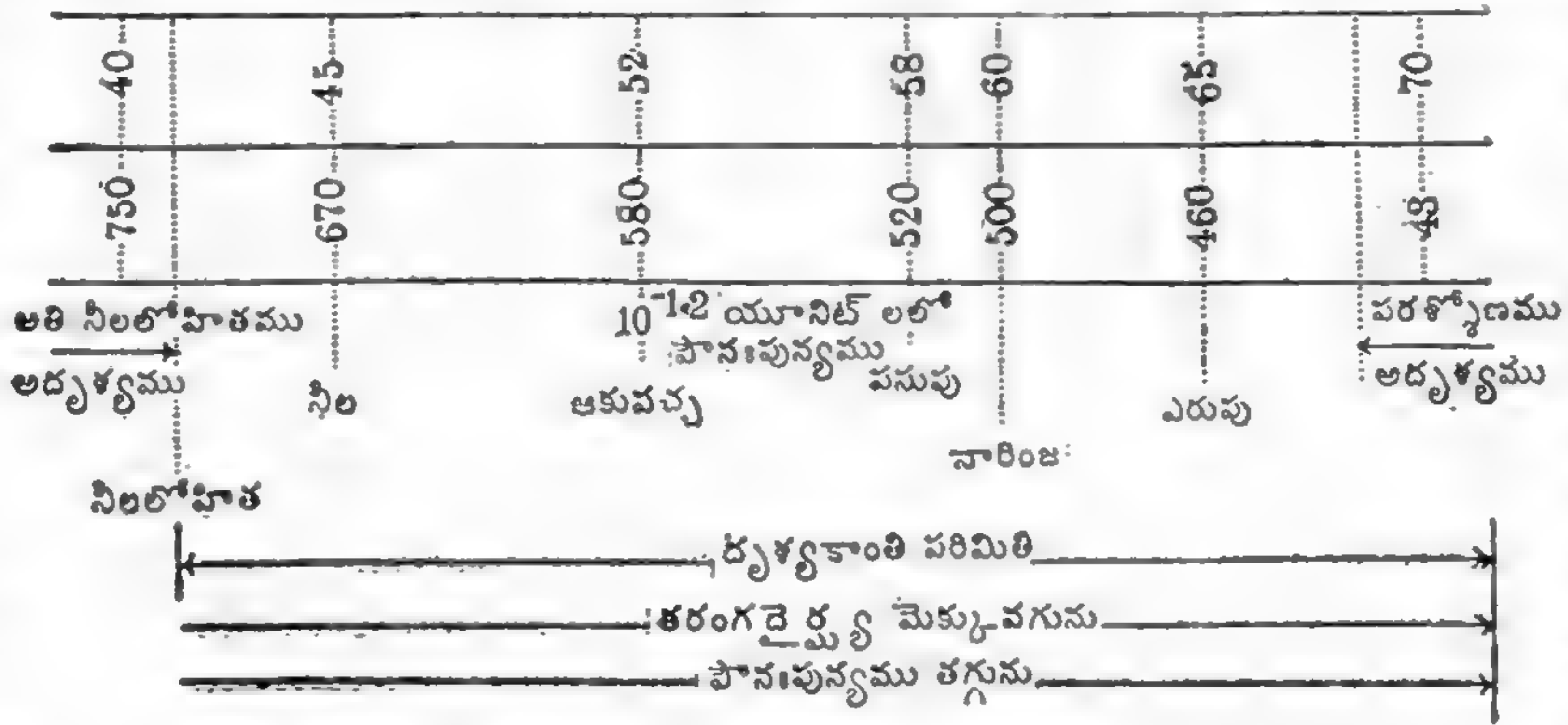
$$\text{దీని పానఃపున్యము} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ సెం. మీ. సెకను}}{4500 \times 10^{-8}}$$

=  $670 \times 10^{13}$  కంపనములు 1 సెకనుకు.

స్పెక్ట్రోస్కోప్: పట్టకమునకుగల వర్ణవిశ్లేషక సామర్థ్యమును ఉప

యోగించి వర్ణమాలాదర్శకము (స్పెక్ట్రోస్కోప్) నిర్మితమైనది.

స్పెక్ట్రోస్కోప్ ప్రధానాంగములు: ఎడమ కొనను ఏదైన కాంతి నిచ్చు పరికరము



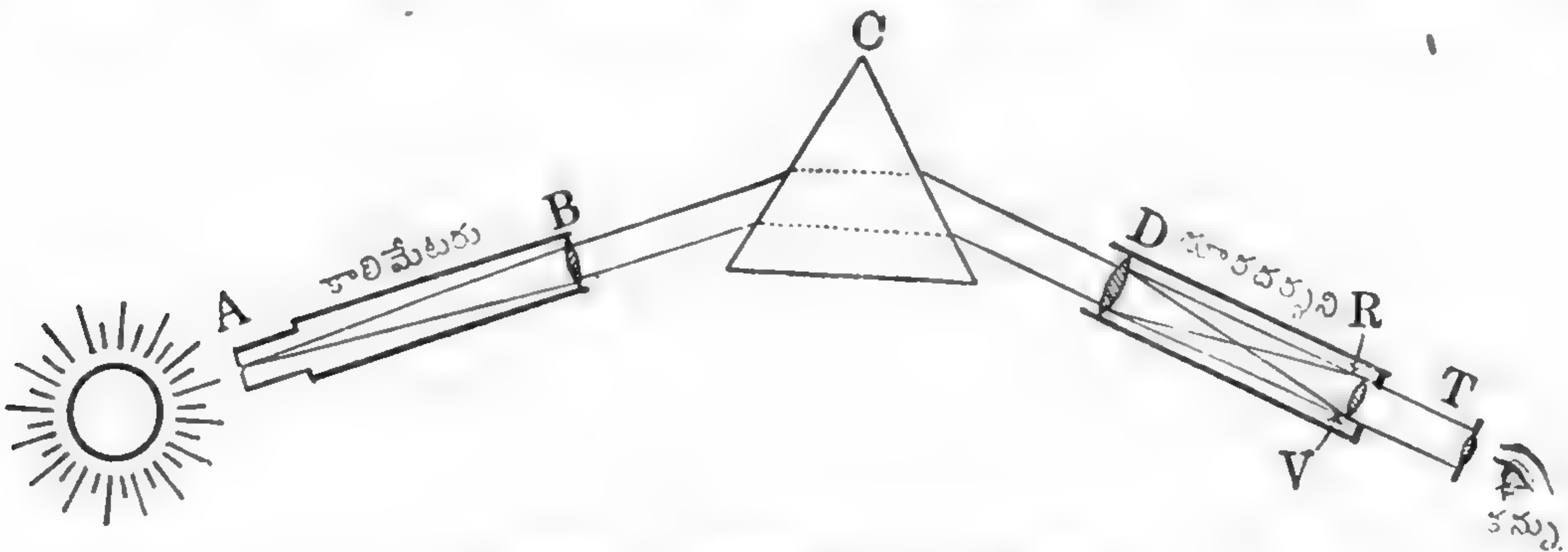
3 వ పటము: తరంగదైర్ఘ్యక్రమమున అమర్చిన కాంతి తరంగములు

మును చూడవచ్చును.

కేవలము వట్టి కంటితో ఈ పరికరమును ఉపయోగించినపుడు దీనికి 'స్పెక్ట్రోస్కోప్' అని పేరు. కన్నును ఉంచిన చోటులో

ముందును, AB అనునది ధాతువుచే చేయబడిన గొట్టము. A వద్ద ఈ గొట్టము ఒక సన్నని చీలిక కల విశచే మూయబడినది. B వద్ద సాధారణ ద్వికుంభ (బైకాన్ వెక్స్) కటకము ఒకటి కలదు. B వద్దనున్న కటకపు

'ఛాయాగ్రహణ పేటిక (కేమేరా)'. ఉంచినచో పరికరము పేరు 'వర్ణమాలాలేఖని'. పట్టకమును గాజుతోనైనను, స్ఫటిక శిలతోనైనను నిర్మించవచ్చును. దృశ్యవర్ణములకు గాజు పారదర్శకముగ ఆచరించును. కాని, అతి నీల



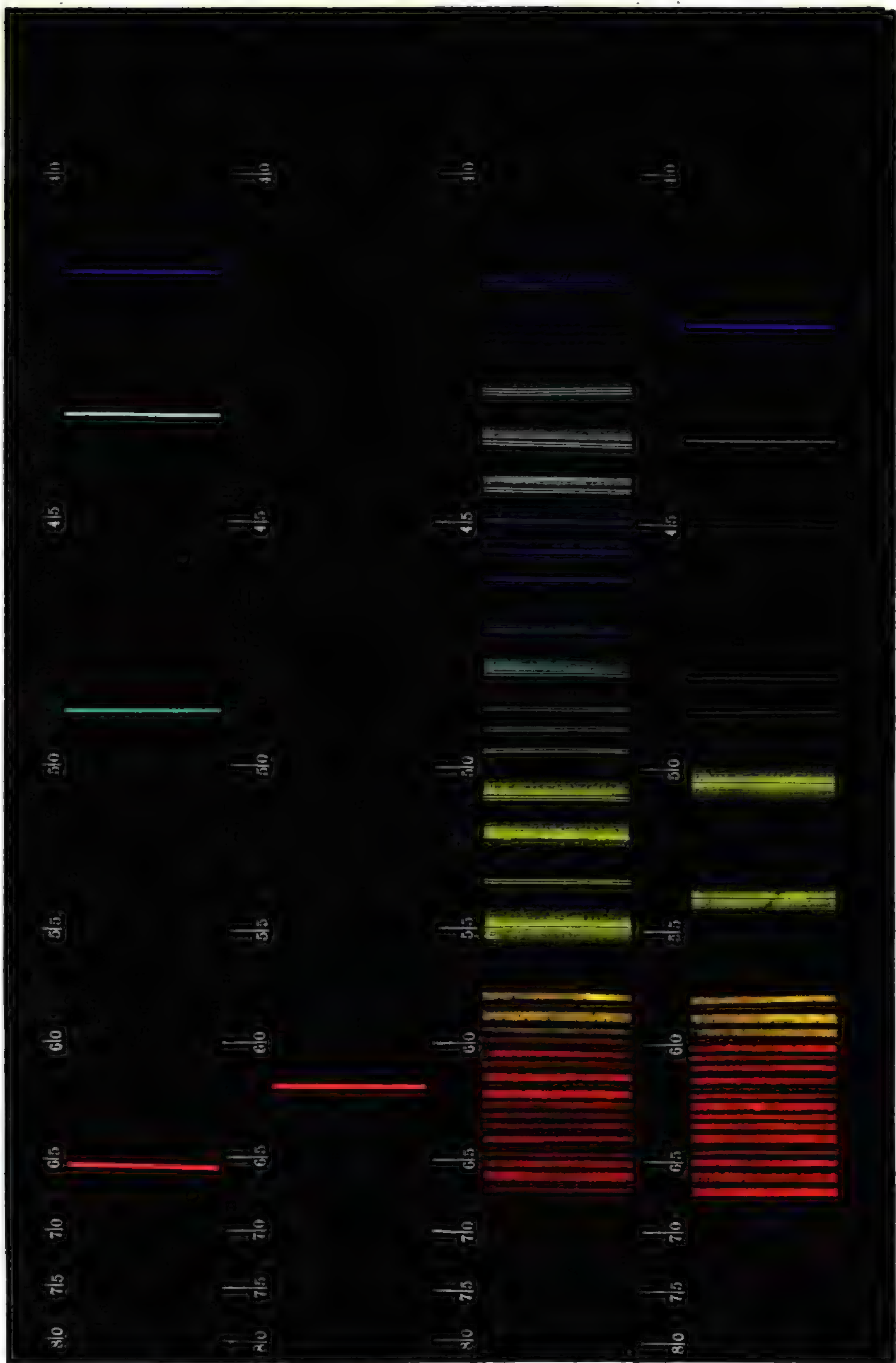
4 వ పటము: స్పెక్ట్రోస్కోప్ ప్రధానాంగములు

నాభ్యంతరమునకు అనుగుణముగ కటకమునుండి చీలిక యొక్క దూరమును మార్చుటకు పీలగునట్లు AB అను గొట్టపు పొడవును మార్చవచ్చును. ద్వికుంభకటకము గుండా దూసికొనిపోవు సమానాంతర కిరణపుంజము ప్రధాననాభివద్ద కేంద్రీకరింపబడును. వర్ణమాలాదర్శకములో దీనికి విరుద్ధమగు కార్యము సంఘటిల్లును. అనగా కేంద్రాపసారి కిరణములను ఈకటకము మరల సమానాంతరకిరణ పుంజముగా మార్చును. ఈ సమానాంతర కిరణ పుంజము పట్టకములో న్యూటన్ ప్రయోగములో చూపినట్లు వివిధగతుల వక్రీభూతమగును. ఈ వక్రీభూతకిరణ

లోహితకాంతిని మ్రింగివేయును. అతినీలలోహితకాంతి కిరణముల అనుశీలనకై, ఈకిరణములకు పారదర్శకమగు స్ఫటికశిలచే పట్టకమును నిర్మించవలెను. పరశ్శోణ కాంతి పరీక్షకై, దీనికి పారదర్శకమగు నైంథవలవణస్ఫటికమును ఉపయోగించవలెను.

B అను కటకము, C అను పట్టకము లేకుండ AB అను గొట్టములోనికి చూచిన, మనకంటికి అగుపడునది ఒకసన్నని కాంతిరేఖ - ఇది ప్రకాశితమైన చీలిక. పట్టకము (C)ను, కటకము (B) ను వాటిస్థానములలో ఉంచి T అను దూరదర్శని గుండా చూచిన రేఖలు అనేకములు





3/0 3/5 4/0 4/5 5/0 5/5 6/0 6/5 7/0 7/5

3/0 3/5 4/0 4/5 5/0 5/5 6/0 6/5 7/0 7/5

3/0 3/5 4/0 4/5 5/0 5/5 6/0 6/5 7/0 7/5



Blank Page

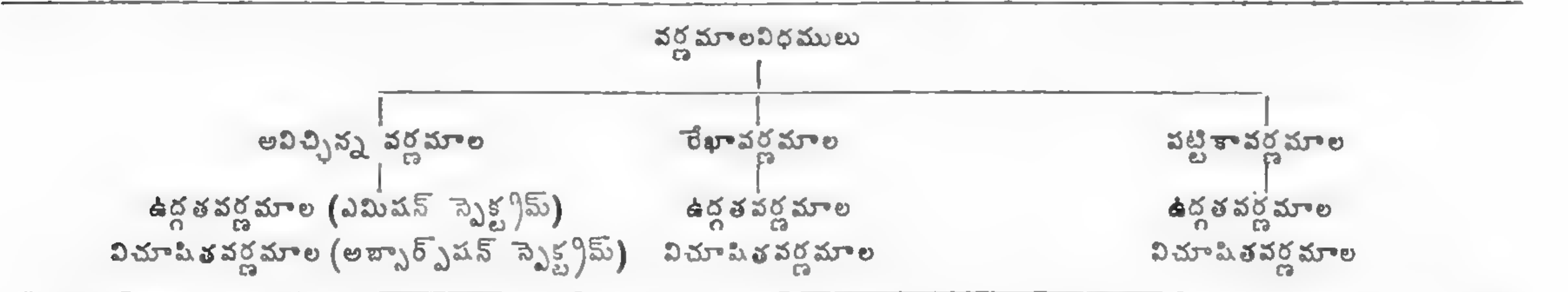


కన్పించును. వేరువేరువర్ణములచే ప్రకాశితమైన చీలిక ప్రతిబింబములే ఈ రేఖలు మాటకు ప్రభవస్థానమునుండి ఉత్పన్నమైన శోణకాంతి (R) వర్ణ ఒకచీలిక ప్రతిబింబమును నిర్మించును. అట్లే అధికముగా వక్రీభూతమగు నీల కాంతి (V) వర్ణ చీలిక ప్రతిబింబమును రచించును. ఇట్లు ప్రభవస్థానమందున్న వేరువేరు వర్ణములు, T గుండా చూచినపుడు వేరువేరువర్ణ రేఖలుగా మనకు వ్యక్తమగును.

వర్ణమాలాదర్శకమును ఉపయోగించినపుడు మనము ఒక విషయమును జ్ఞాపకముంచుకొనవలయును. వర్ణమాలాను శీలనకై మనకన్ను చాల అసమగ్రమైన పరికరము. కన్ను వేగముగా అలసిపోవుటయే గాక పరశోణ, అతినీల లోహిత భాగములను గ్రహించలేదు. నూతన ఛాయా గ్రహణ ఫలకముల పై పూతగా ఆచరించు సిల్వర్ హేలైడ్ లవణము మిక్కిలి సమర్థమైన కాంతిసూక్ష్మ గ్రాహి. ఈ రాసాయనిక ద్రవ్యము వర్ణమాలలో పర శోణ, దృశ్య, అతినీలలోహిత భాగములు అన్నిటికిని సూక్ష్మగ్రాహిగా ఆచరించును. అదిగాక కాంతికి ఎదురు పెట్టిన కాలవ్యవధి ఎక్కువగుకొలదిని, ఫలము ఎక్కువగు చుండును. ఈఫలము ఫలకముపై శాశ్వతముగా ముద్రితమై ఉండును. అనగా మనకన్ను కనలేని వర్ణమాలభాగములను కూడ ఛాయాగ్రహణ ఫలకము మనకు చూపించ గలదు.

రంగుల యొక్క పాళ్ళలోని భేదమువలన కలుగు చున్నది. ఈ భేదములు వస్తువు తాపక్రమమందలి భేదము వలన కలుగును. కొలిమిలోపెట్టిన ఇనుపకడ్డి ఎర్రగా కాలకముందు పరశోణకిరణములను జనింపజేయును. ఎర్రగా కంటికి అగుపడునట్లు ఇనుపకడ్డి కాలినపుడు, దృశ్యశోణభాగమందలి తరంగములపాలు ఆకాంతిలో హెచ్చుగా ఉండును. తాపక్రమము ఇంకను హెచ్చినపుడు ఇనుపకడ్డి శుభ్ర కాంతిని ప్రసరించును. ఈకాంతిలో తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యముగల ఆకుపచ్చ, నీలిరంగుల పాళ్లు అధిక ముగా ఉండును. ఈ మిశ్రమే వెలుతురును మొత్తముమీద తెల్లగా అగుపడునట్లు చేయును. అతితీక్షణతాపక్రమములలో ఉన్న కొన్నితారలు నీలిరంగు, అతినీలలోహితవర్ణము ఎక్కువగా గల మిశ్రకాంతిని వెలిపెట్టును. నక్షత్రము యొక్క వర్ణమాల దాని తాపక్రమతీక్షణతను తెలియ చేయును.

ఉజ్జ్వల రేఖా వర్ణమాల : వాయువులు అధికప్రేషములో దీప్తిమంతములై అఖండ వర్ణమాలను కలుగజేయును. అల్పప్రేషములోనున్న వాయువుల వర్ణమాల అఖండ ముగా కన్పింట్టుదు. పరిచ్ఛిన్న ఉజ్జ్వలరేఖామయముగా కని పించును. రేఖల సముదాయమునకు 'ఉజ్జ్వల రేఖావర్ణ మాల' అని పేరు. ఉదాహరణమునకు బున్ సెన్ జ్వాల



వర్ణమాల విధములు : మిక్కిలి హెచ్చుతాపక్రమముల వర్ణ ఏద్రవ్యమైనను సూర్యరశ్మి ప్రదర్శించగల అఖండ వర్ణమాలను చూపగలదు. వస్తువు శరీరమందుండు పర మాణువులకుచెందిన ఎలక్ట్రాన్ల శీఘ్రకంపనములు అఖండ కాంతికిరణమునకు కారణములు. అట్టి అఖండకాంతి వస్తువు విశిష్ట స్వభావమునుపట్టి ఉండదు. అట్టి కాంతిలో వివిధవర్ణములు గల కాంతి తరంగముల వ్యవధిరహిత శ్రేణి ఉండుటచే వైకివచ్చు కాంతి శుభ్ర కాంతిగా లోచును. కంపించుచున్న విద్యుత్వ్యూహము ఏదియైన విద్యుదయ స్కాంత వికిరణములను వెదజల్లనని సంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్రసిద్ధాంతము. అఖండకాంతి ప్రదర్శనములో కొంచె ముగ భేదములకూడ కన్పింట్టును. ఆ భేదములకు కారణము ఆవస్తువు నుండి వైకివచ్చు మిశ్రకాంతిలో వేరువేరు

యందు ఉప్పు (సోడియమ్ క్లోరైడ్) ను కాల్చిన, జ్వాల యంతయు పసుపురంగును స్వీకరించును. ఈ కాంతితో వర్ణమాలదర్శకపు చీలికను ప్రకాశింపజేసి దూరదర్శని గుండ చీలికను చూచిన చీలిక పసుపు ప్రతిబింబములు రెండు అత్యంత సన్నిహితములై కనిపించును. వీటికి సోడియమ్ హరిత రేఖాద్వయము అని పేరు. ఈ రేఖలు అఖండవర్ణమాల తేత్రమందు హరిత భాగములో గోచ రించును [చూ. ప్రక్క పుటలోని 5 వ పటములో C.].

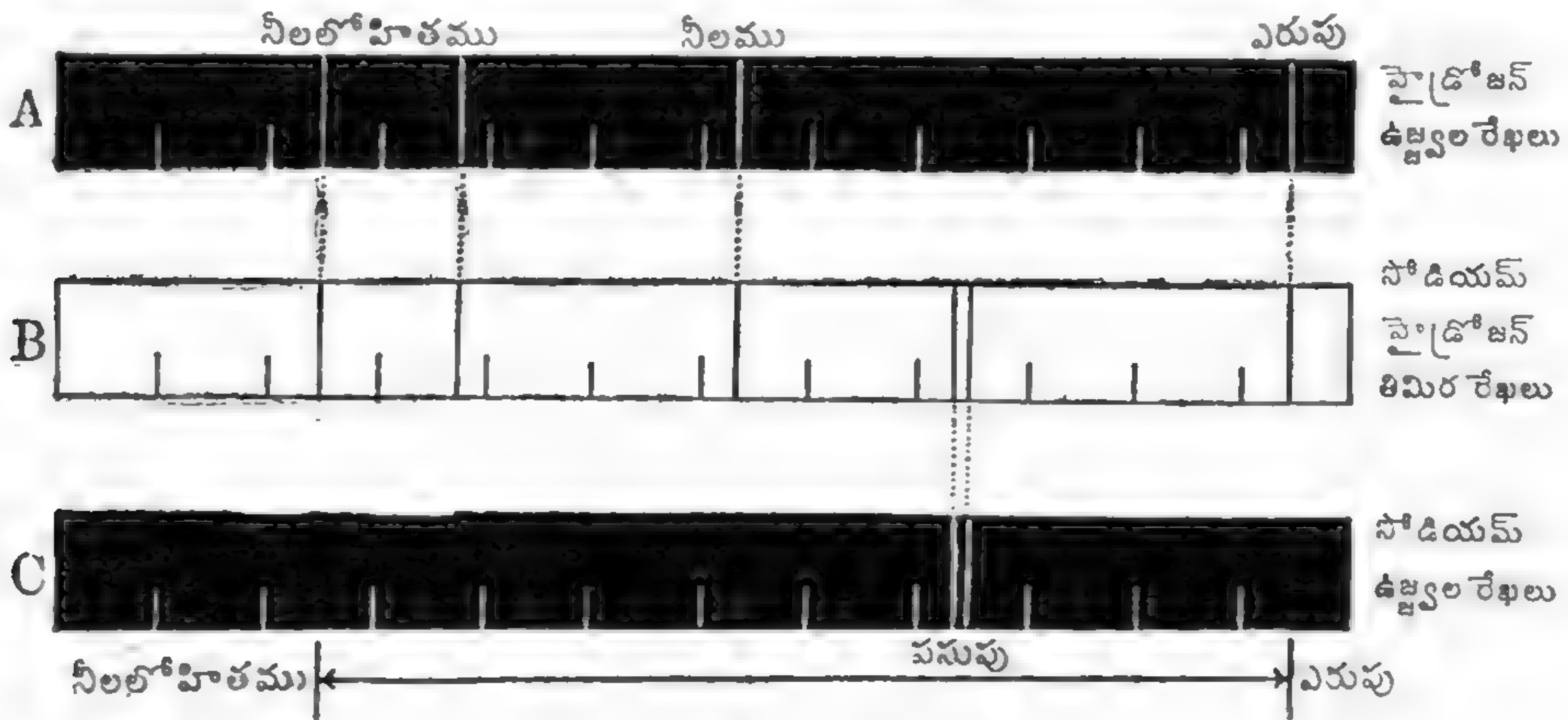
వెలుగుచున్న హైడ్రోజన్ వాయువునుండి జనించు కాంతిని చీలికకు ఎదురుపెట్టిన, T వర్ణ ఉంచిన కంటికి నాలుగు చీలిక ప్రతిబింబములు అగుపడును. అందులో మొదటిది ఎరుపు ; రెండవది నీలము ; మూడు, నాలుగు రేఖలు ఊదాభాగములో ఉండును. ఈనాలుగును హైడ్రో



## వర్ణమాల

జన్ దృశ్య వర్ణమాలలో ప్రధానమైన రేఖలు (చూ. 5 వ పటములో A).

వెలిబుచ్చునో, ఆయా రేఖలకాంతిని తక్కువ తాపక్రమములోనున్న వాయువు మ్రింగివేయును. ఈమ్రింగివేయ



5 వ పటము : ఉజ్జ్వల రేఖా వర్ణమాల

వై నచెప్పినకారణమున, నేడు ఈరేఖలను ఎప్పుడును ఛాయాగ్రహణఫలకములపై చిత్రించుటయే రివాజు. ఏ రెండుమూలద్రవ్యముల ఉజ్జ్వల రేఖావర్ణమాలలును సమానముగా ఉండవు. వాటిసంఖ్య, ఛాయాఫలకముపై వాటి స్థానము, వాటితీక్షణత, ఈ మూడును ప్రతిమూలద్రవ్యమునకును వేరువేరుగా ఉండును. సోడియమ్ యొక్కయు ప్రొడ్రోజన్ యొక్కయు దృశ్య వర్ణమాల చాల సరళముగా ఉండును. అనగా, వాటియందుండు రేఖలసంఖ్య చాల తక్కువ. నీయాన్ వాయు వర్ణమాలలో ఎరుపులో 18, పసుపులో 2, ఆకుపచ్చ, నీలివైపు 9 రేఖలుండును. ఇనుప ఆవిరి వర్ణమాలలో వేలకొలదిరేఖలు గోచరించును.

నలుపు రేఖా వర్ణమాల : 19వ శతాబ్దపు ఆదిలో ఫ్రాన్ హోఫర్ అను బవేరియాదేశపు విజ్ఞాని, సూర్యకాంతివల్ల జనించు వర్ణమాలచిత్రమును సూక్ష్మముగా పరిశీలించి అందు చాల నలుపురేఖలు కలవని నిరూపించెను. ఈరేఖలు ఆనాటినుండి 'ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖ'లని పేరును కన్నవి. మరి ఏబదిఏండ్లతరువాత, కిర్కాఫ్ అను మరియొక జర్మను విజ్ఞాని, కొన్నిమూలద్రవ్యముల ఉజ్జ్వలవర్ణమాల రేఖలతో సూర్యవర్ణమాలయందలి నలుపురేఖలు ఏకీభవించు చున్నవి అని కనుగొనెను.

దీనికి సమాధానమును కూడ కిర్కాఫ్ సూచించెను. అత్యధిక ప్రేషములో ఉన్న వాయుద్రవ్య మేదియైనను అధిక తాపక్రమమువద్ద ఉజ్జ్వలరేఖావర్ణమాలను ఇచ్చును. ఇట్టివర్ణమాలయందలి రేఖలకాంతి తక్కువ తాపక్రమములో ఉన్న ఆవాయుద్రవ్యమును ప్రవేశించి వైకివచ్చినపుడు, అత్యధిక తాపక్రమమువద్ద ఆవాయువు ఎట్టి ఉజ్జ్వలరేఖలను

బడిన కాంతిరేఖలస్థానమున వర్ణమాలలోనలుపురేఖలు దృశ్యములగును.

సూర్యునివంటిగోళమునందు మధ్యనున్నద్రవ్యము అధిక తాపక్రమములో ఉండును. వైసున్నద్రవ్యము వాయు రూపములో చాలతక్కువ తాపక్రమములో ఉండును. లోపలిగోళపు అఖండకాంతి వైవాయువేష్టనములోనుండి దూసికొని వైకివచ్చినపుడు, గోళమధ్యమునఉన్న మూలద్రవ్యములు ఏకాంతులను ఉద్గమింపజేయునో వైవాయువేష్టనములో తక్కువతాపక్రమములో నున్న ఆమూలద్రవ్యములే ఆకాంతులను విచూపించి లోపలిగోళకాంతిని ఇచ్చు వర్ణమాలయందు నలుపురేఖలను జనింపజేయును. అందుచే ఇట్టి నలుపురేఖావర్ణమాలకు విచూపితవర్ణమాల అనికూడ పేరు కలదు.

వివిధములగు ఖగోళములనుండి చిత్రింపబడిన వర్ణమాల చిత్రములలో నుండు నలుపురేఖలు, భూమిమీదఉన్న ఏద్రవ్యములిచ్చు ఉజ్జ్వలరేఖలతో సరిపోవునో పరీక్షించి చూచుట వర్ణమాలానుశీలకుని ముఖ్యప్రయోజనము. ఉదాహరణమునకు - ఒకానొక నక్షత్రమందు కాల్షియమ్ థాతువున్నదని నిర్ణయించుటకు ఖగోళ విజ్ఞాని ఆ నక్షత్రముఇచ్చు కాంతి వర్ణమాలలేఖని సహాయమున విశ్లేషించి దానివర్ణమాలను ఒక ఛాయాగ్రహణ ఫలకముపై చిత్రించును. ఆ ఫలకము మీదనే శోధనాగారమందు బాష్పి కృతమైన కాల్షియమ్ యోగికమునుండి లబ్ధమైనవర్ణమాలను కూడ చిత్రించును-ఈ రెండువర్ణమాలలలోని రేఖలు ఏకీభవించినచో ఆనక్షత్రమందు కాల్షియమ్ థాతువు ఉన్నదను నిష్కర్ష సులభసంపాద్యము. ఖగోళ



భౌతికశాస్త్ర వేత్తలు ఇట్లు భూమిపైనున్న 60 మూల ద్రవ్యములు నభోమూర్తులందు ఉన్నట్లు కనిపెట్టిరి.

పైనిచూపిన విభజనయేకాక, విశ్లేషింపబడు కాంతి యొక్క స్వభావము అనగా, తరంగ దైర్ఘ్యములనుపట్టి కూడ వర్ణమాలలను విభజించుట కద్దు. క్రింది పట్టికలో వేరువేరు కాంతుల స్వభావములు, వాటి వర్ణమాలలను చిత్రించుటకు వలయు కాంతివిశ్లేషకపరికరము, ఆ వర్ణమాల సాంకేతిక నామములు చూపబడినవి.

| కాంతి         | సెం. మీ. లలో తరంగదైర్ఘ్య పరిమితి        | విశ్లేషక ద్రవ్యము                            | వర్ణమాల నామము      |
|---------------|---|--|--------------------|
| వరశోణము       | $8.5 \times 10^{-2} - 7 \times 10^{-5}$ | నై ంధవలవణ స్ఫటికము                           | వరశోణవర్ణమాల       |
| దృశ్యకాంతి    | $7 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-5}$   | గాజు పట్టకము                                 | దృశ్యవర్ణమాల       |
| అతినిలలోహితము | $4 \times 10^{-5} - 1.2 \times 10^{-6}$ | స్ఫటికశిల ఫ్లోరైట్ స్ఫటికము                  | అతినిలలోహితవర్ణమాల |
| జేమాన్ కాంతి  | $1.2 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-7}$ |  |                    |
| X-కిరణకాంతి   | $5 \times 10^{-7} - 1.2 \times 10^{-9}$ | పొటాసియమ్ ఫెర్రినై నై డ్ వంటి లవణ స్ఫటికములు | X-కిరణవర్ణమాల      |

వేరువేరుకాంతుల విశిష్టతకు వాటి తరంగ దైర్ఘ్యములు నిరూపకలక్షణములని చెప్పియుంటిమి. ఆ తరంగదైర్ఘ్యములను ఎట్లు కనుగొనుటకు వీలగుననుప్రశ్న ఇంకను మిగిలి ఉన్నది. పైని వర్ణితమైన వర్ణమాలదర్శనతో తరంగ దైర్ఘ్యములను కొలుచుటకు వీలుపడదు. వర్ణమాలయందు రేఖల విశిష్టస్థానమునుండి, వాటి తరంగ దైర్ఘ్యములను సాపేక్షముగా నిర్ణయించుటకు అవకాశమున్నది. తరంగ దైర్ఘ్యము విశదముగా ఇదివరకు తెలిసిన రేఖలుగల ద్రవ్య వర్ణమాలతో, ఇంకొక తెలియని తరంగ దైర్ఘ్యములు గల వర్ణమాలలోని రేఖలను సరిపోల్చి చూచిన విధితరంగ దైర్ఘ్యములకు సాపేక్షముగా అవిధితమైన వాటి తరంగ దైర్ఘ్యములను నిర్ణయించవచ్చును. కాని ప్రమాణముక్రింద తీసికొనిన ద్రవ్యవర్ణమాలలోని రేఖలతరంగ దైర్ఘ్యములు ఎట్లు లభించును? వర్ణమాల నిరపేక్షముగ జాలకము (గ్రేటింగ్) అను పరికర సహాయముచే ఏదేనివర్ణమాల యందలి రేఖలకుచెందిన తరంగ దైర్ఘ్యములను నిర్ణయించ వచ్చును. దగ్గర దగ్గరగా (అంగుళము దూరమునకు 30,000 చొప్పున) కొంచెము లోతుగా గీయబడిన సన్నని గీతలు గల తలముపదియైన జాలకముగా ఉపయోగపడును. ఆ గీతలుగల తలము గాజువంటి పారదర్శకద్రవ్యమైనను కావచ్చును; లేదా, మిక్కిలి కాంతిపరావర్తనసామర్థ్యము గల కంచుధాతుతలమైన కావచ్చును. ఆతలము సమతల ముగా నైన ఉండవచ్చును; లేదా, వక్రముగానైన ఉండ వచ్చును. ఏజాలకముపై పడినను కాంతిపొందిన వక్రీభవన విస్తారము (వక్రీభవనకోణజ్యా.  $\sin \theta$  ఈవిస్తారమునకు

సమానము) ఆకాంతి తరంగదైర్ఘ్యము, జాలకపుగీతల మధ్యనున్న దూరమునుపట్టి ఉండును.  $\lambda =$  తరంగ దైర్ఘ్యము,  $d =$  జాలక రేఖల మధ్యదూరము,  $\theta =$  వక్రీ భవనకోణము అయినచో పైనిపేర్కొనిన రాశుల మధ్య నున్న గణితసంబంధమును తెలియచేయు సమీకరణము.  $n\lambda = 2d \sin \theta$ .

ఇచ్చట  $n$  అనునది 1, 2, 3, మొదలుగాగల సరళసంఖ్య లలో ఒకటి. అది వర్ణమాల రేఖయొక్క తరగతిని తెలియ

జేయును. ఈ పై సమీకరణముచే 'd', 'θ' ఈ రెండు రాశులును ప్రయోగరీతిని తెలియును గనుక తరంగ దైర్ఘ్యము ( $\lambda$ ) ను గణించవచ్చును. మే. ప. న.

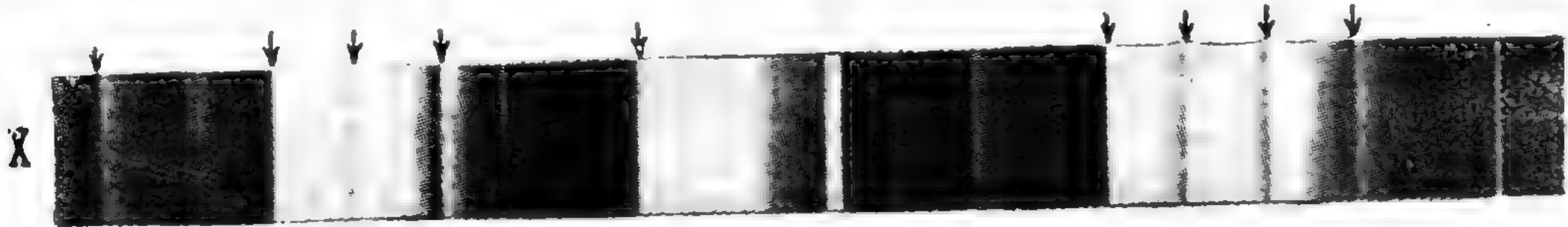
వర్ణమాల (అణు): అణువులు ఇచ్చు వర్ణపటమునకు 'అణువర్ణపట' మనిపేరు. 1 వ పటము (చూ. పు. 822)లో ద్విపరమాణుక అణువువల్ల లభ్యమైనవర్ణ పటముకాననగును. చూచుటకు ఇది పరమాణు వర్ణపటముకన్న చాల క్లిష్ట ముగ ఉన్నట్లు గోచరించును. అందుచే పరమాణు వర్ణ పట వివరణకు పనికి వచ్చిన ప్రతికృతి అణువర్ణ పటమునకు పనికిరాదు. అనగా, అణువుయొక్క వివిధశక్తి స్థితులు పర మాణుక శక్తిస్థితులవలె ఎలక్ట్రాన్ ధనావిష్టకేంద్రకముచుట్టు భ్రమించుటవలన ఉద్భవించినవని చెప్పుటకు వీలులేదు. పర మాణువులవలెనే అణువులుకూడ నియతశక్తిస్థితులలో ఉండగలవు. అవి శక్తిని వెలిబెట్టిగాని, గ్రహించిగాని వేరు వేరు శక్తిస్థితులలోనికి మారగలవు. కాని అణువునకు వీలగు శక్తిస్థితులు పరమాణువునకు వీలగువాటికన్న చాల ఎక్కువగాను, చాల క్లిష్టముగాను ఉండును. అతिसరళో దాహరణముగా మనము ఒక ద్విపరమాణుకమగు అణు వును తీసికొన్నచో దానిని 'డంబెల్' ఆకారముగ ఊహించవచ్చును. అణువులయొక్క గరిమనాభిగుండా పోవుచు పరమాణుకేంద్రకములను రెండింటిని కలుపు సరళ రేఖను ఈ 'డంబెల్' మధ్యనున్న దండముగ భావించ వచ్చును. ఈ దండమునకు లంబముగనున్న అక్షమును ఆధారముగ చేసికొని అణువు భ్రమించగలదు. ఇక అణువు నందలి పరమాణువుల అనగా, వాటి కేంద్రములను కలుపు



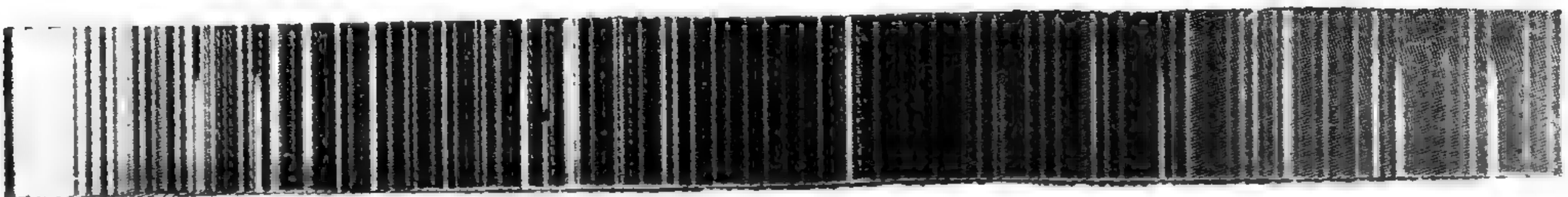
## వర్ణమాల (అణు)

అణుముమీద అణువు భ్రమించుట అసంభవము. కాని, ఈ రెండుపరమాణువులును ఈ అణుమును ఆధారముగ చేసికొని

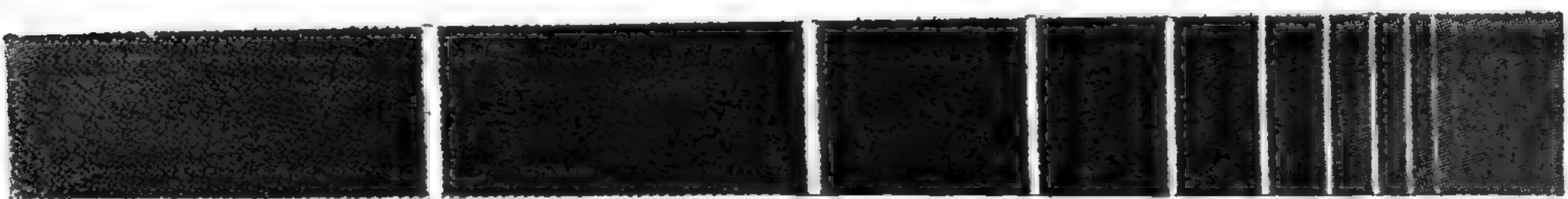
ఆధారపడిఉండును. పై నివర్ణించినమాదిరి అణువులయొక్క వర్ణపటము ఏరకముగ ఉండునో క్వాంటం వాదమును



XX



XXX



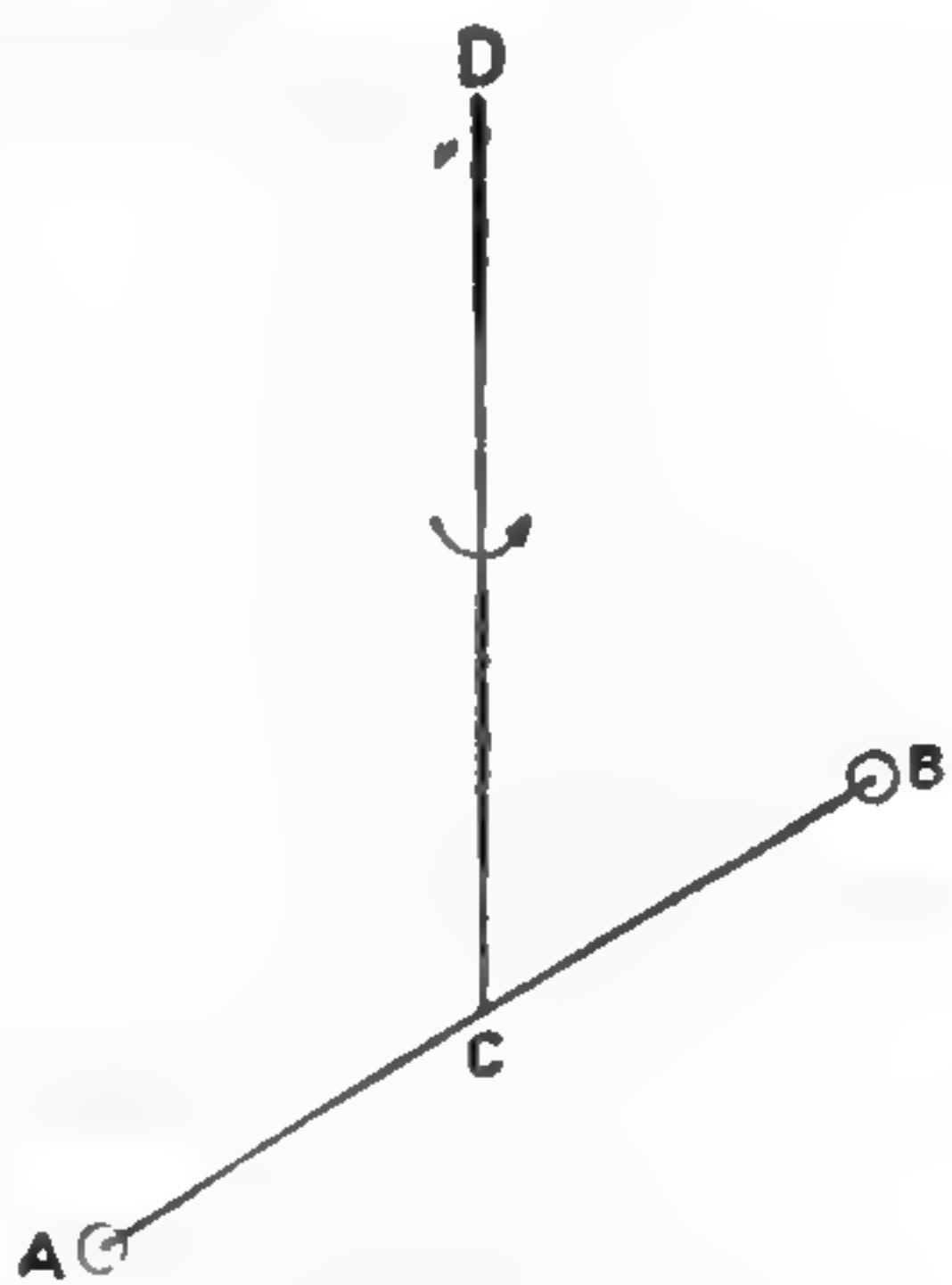
1 వ పటము : అణువర్ణమాలలోని రేఖలు

X : తక్కువ విద్యుత్ కరణము (డిప్లర్షన్) ను మాత్రమే చూపగలిగిన వర్ణమాలా ఛాయాగ్రహణపరికరముచే చిత్రితమైన ద్వీపరమాణుక అణువుయొక్క విచ్చిన్న కిరణపుంజము యొక్క వర్ణదళములు. నల్లగా కనపడునవి దళములు అనబడును. బాణములు దళశీర్షములను సూచించును.

XX : పై దళములో ఒకటి, అత్యధిక విద్యుత్ కరణముతో ఛాయాచిత్రము తీసినప్పుడు కనపడు దృశ్యము.

XXX : హైడ్రోజన్ అణువిచ్చిన్న కిరణపుంజము.

పరస్పరముగ స్పందింపగలవు. ఇంతేగాక పరమాణువు నందలి ఎలక్ట్రాన్లు వాటికై నియమితమైన కక్ష్యలలో నేగాక కొంచెము భిన్నమైన కక్ష్యలలో కూడ భ్రమించగలవు. అందుచేత ఏ ఊణమునందైనను అణువు మొత్తపు శక్తి పరిభ్రమణ, స్పందనములను ఒనర్చుచున్న పరమాణువులలోని ఎలక్ట్రాన్ల శక్తులపై ననేగాక, ఆ అణువునందలి రెండుపరమాణువుల మధ్య దూరము పై నను, మొత్తముగా అణువంతయు పరిభ్రమించు వేగముపై నను కూడ



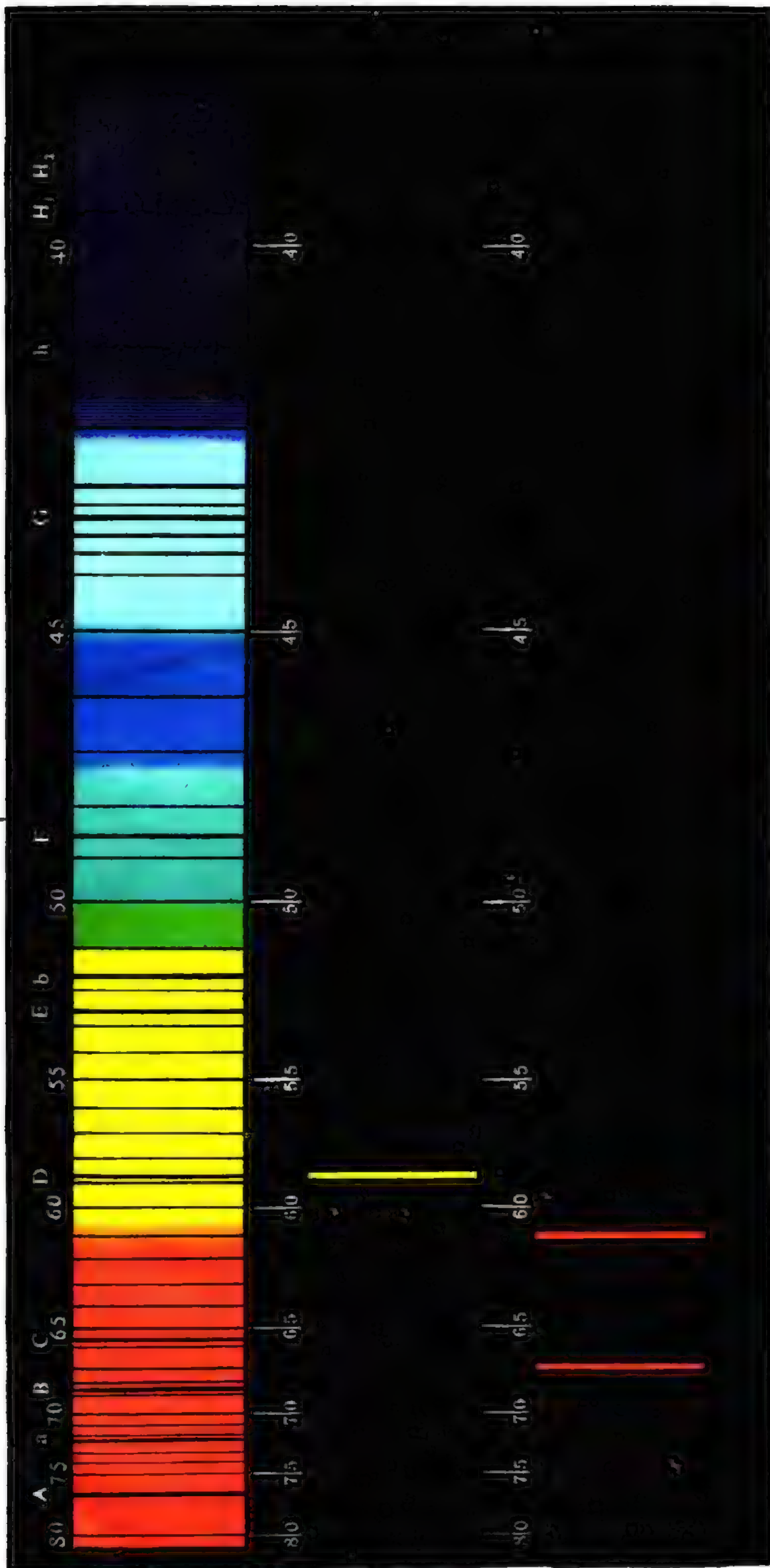
2 వ పటము :

ద్వీపరమాణుకమైన అణువుయొక్క నమోనా. A, B లు రెండు పరమాణువులను సూచించును. CD అణువు యొక్క గరిమనాభిధ్వారా పోవుచున్న అంతరణు అక్షము. ఇది A B కి C వద్ద లంబముగ ఉన్నది. అణువు అంతయు ఒకేసారిగా CD చుట్టును తిరుగుచుండును. పరమాణువులు రెండును ఒకదాని కొకటి సాపేక్షముగా అంతరణు అక్షముపై స్పందించుచుండును.

ఆధారముగ చేసికొని పరిశీలించినచో అణువర్ణ పటము చాల క్లిష్టముగ ఉండునని వెంటనే విశదమగును. ప్రతి అణువర్ణ పటమునందును ఏల ఒకదళశ్రేణి ఉండునో ప్రతి దళము, అతిసూక్ష్మమైన రేఖలతో నేల కూలియుండునో ఇత్యాదివిషయములుకూడ తెల్లమగును. అణువర్ణ పటము నందు ఏ భాగమున దళములు ఏర్పడునదియును, ఆ అణువులలోని ఎలక్ట్రాన్ల శక్తి సోపానముల మార్పుపై ఆధారపడియుండును. దళశ్రేణిలో దళముల మధ్యదూరము అణువుయొక్క కంపనస్థితులమార్పును బట్టి ఉత్పన్నమగును. ఇక ప్రతిదళములోను, సూక్ష్మరేఖల మధ్యదూరము పరిభ్రమణవేగముల వ్యత్యాసమునుబట్టి జనించును.

అణువర్ణ పటములలో శోషణవర్ణ పటములు, ఉద్గమన వర్ణ పటములుకూడ కలవు. జ్వాలలు, విద్యుత్ చాపములు, విద్యుత్ ఉత్సర్గనాళములు, ఉద్గమన అణువర్ణ పటములను ఈయగలిగిన కొన్ని కాంతిఉత్పత్తిస్థానములు. బహుపరమాణుక అణువులవిషయములో శోషణ అణువర్ణ పటమందు వాటి దళశ్రేణులను పరిశీలించుట ఉపయోగముగా ఉండును. కారణమేమన కాంతి ఉద్గమనోత్పత్తిస్థానములందు అణువులు సాధారణముగా వియోగమును పొందును.

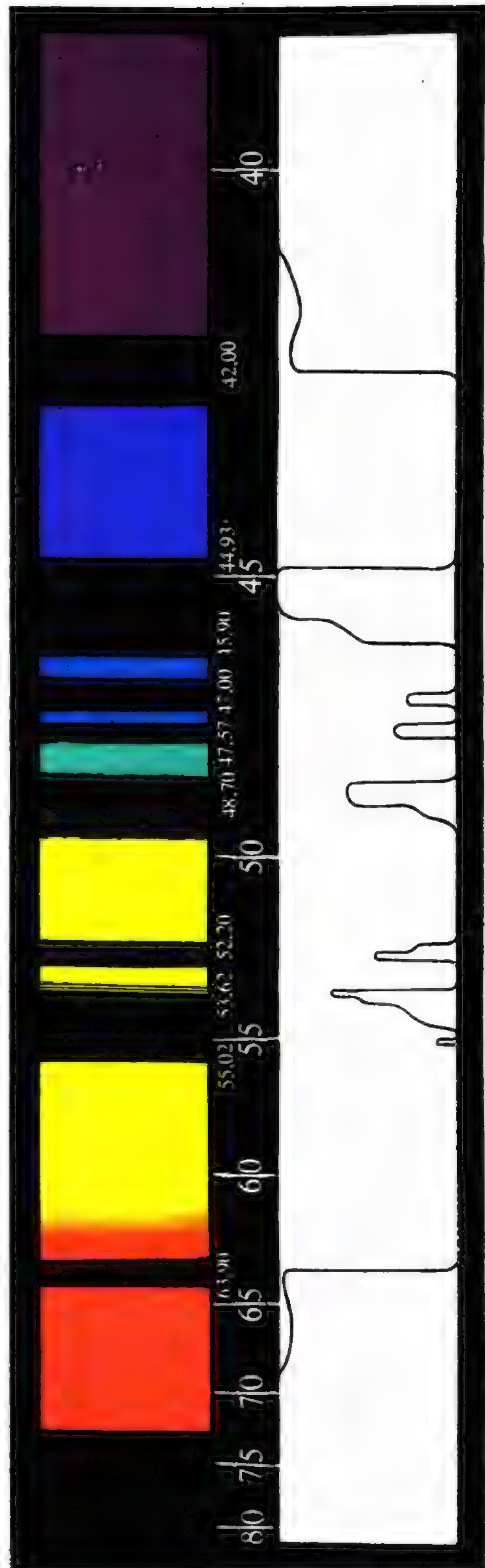




පැහැය සහ පැහැය පරිණාමය

පැහැය පරිණාමය

පැහැය පරිණාමය



පැහැය පරිණාමය සහ පැහැය පරිණාමය



Blank Page



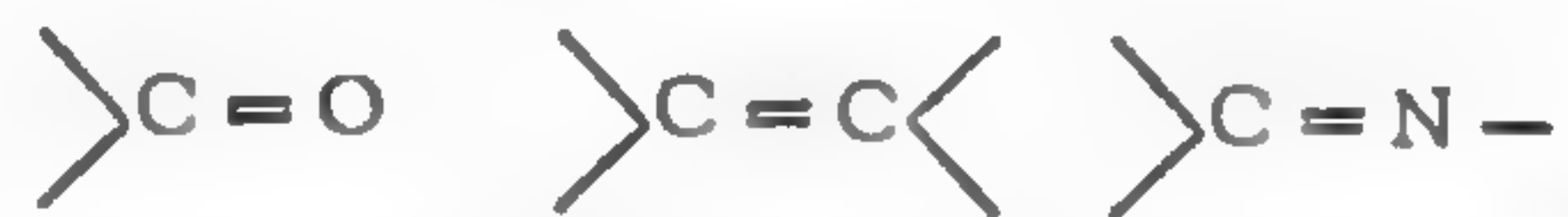
పై చర్యలమూలముగా అణువర్ణపటముల పరిశీలించుట వలన అణువులలోని ఎలక్ట్రాన్ల చలనమునుగూర్చియును, అణువులయొక్క కంపనభ్రమణ వేగములగూర్చియును తెలిసికొనవచ్చునని బోధపడగలదు. అందుచేత అణువర్ణ పటములను పరిశీలించి అణువులలో పరమాణువులమధ్య నుండు బలములు, కేంద్రకముల మధ్యదూరములు, అణువుల వియోగశక్తులను సరిగా నిర్ణయింపగలము. అణువర్ణ పటములను ఉపయోగించి గావించిన శోధనలవలన ఇది వరకు రాసాయనికశాస్త్రజ్ఞులకు తెలియనివి, లేదా స్వేచ్ఛగానున్నట్లు భావింపబడనివి, అగు అనేక అణువులు ఉన్నట్లు రుజువైనది. అందుకు ఉదాహరణముగా CH, OH, C<sub>2</sub>, He<sub>2</sub> వంటి అణువులను పేర్కొనవచ్చును. ద్విపరమాణుక వర్ణపటపరిశోధనలు కేంద్రకభౌతికవిజ్ఞాన పరిశోధనలలో మిక్కిలి ఉపయోగకరము. ఏలన కొన్ని కేంద్రకధర్మములు ఈ వర్ణపటములలో విశిష్టమైనమార్పులను కొన్నింటిని కలుగజేయును. తత్కారణముగా వాటి నుండి పరమాణుకేంద్రక విశేషములను తెలిసికొనవచ్చును. కొన్నిసందర్భములలో ఈవర్ణపటములవలన అసాధారణ సమస్థానీయములను కనుగొనవచ్చును.

ఖగోళద్రవ్యవిజ్ఞానమందుకూడ అణువర్ణపటముల పరిశోధనలు చాలముఖ్యమైనవి. నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఊర్ధ్వవాతావరణము, తోకచుక్కలు, నక్షత్రాంత రాశము మొదలగువానియొక్క అణువర్ణపటములవలన వానిలో ఏ అణువులు ఉన్నవో కనుగొనగలుగుటయేగాక, వాటియొక్క భౌతికపరిస్థితులనుకూడ సరిగా నిర్ణయించుటకు వీలగును. ఇంతవరకు ఎక్కువగా ద్వ్యయాణుకపరమాణువుల విషయమునే చర్చించడమైనది. రెండుకంటె ఎక్కువ పరమాణువులు గల అణువర్ణపటముల పరిశీలన ఎక్కువ క్లిష్టమైనది. అనేక కేంద్రకముల మధ్యదూరములు, పాచ్చు వియోగశక్తులు మున్నగునవి ఉండుటయే అందుకు కారణము. కాని, బహుపరమాణుక అణువర్ణపటమునుబట్టి బహుపరమాణుక అణునిర్మాణమును సులభముగ తెలిసికొనవచ్చును, కనుక పైనిచెప్పినవిధముగా, అణురచనను తెలిసికొనుటలో అణువర్ణపటము ముఖ్యమైనసాధనము. ఆరీతిగా అణువుల భౌతిక ధర్మముల విషయమై లభ్యమైన జ్ఞానము భౌతికవిజ్ఞాన, రాసాయనిక, ఖగోళద్రవ్యవిజ్ఞాన సమస్యలను పరిష్కరించుటకు సహకారియగును. కె. ఎన్. రావు.

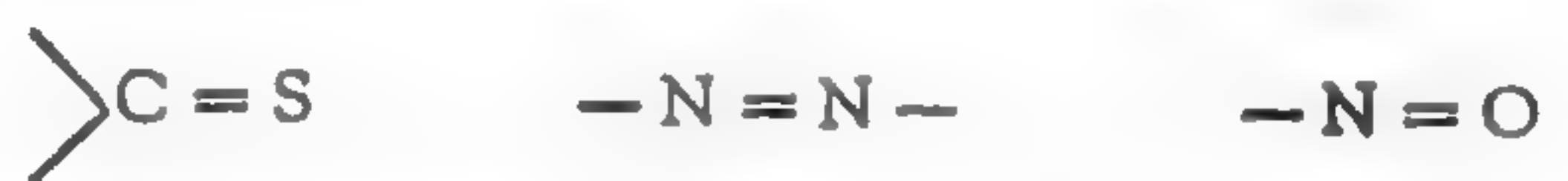
**వర్ణము-రాసాయనికరచన:** అకర్పనయోగికముల ముఖ్యముగా లవణముల రంగు, అందుండు రంగుగలధాతు అయన్ల, ఆసిడ్ల అయన్లవల్ల కలిగినది, ఉదాహరణము:

రాగిఅయన్ - నీలిఆకుపచ్చ, నికెల్ అయన్ - ఆకుపచ్చ, కోబాల్ట్ అయన్ - రోజాపూపు రంగు, పెర్మాంగనేట్ - చీనాలిరంగు, డైక్రోమేట్ - నారింజపండురంగు మొదలయినవి. కార్బన్ యోగికములలో అగవడు రంగు అయన్ల వలన జనించునది కాదు. ఏలన వాటిలో అయన్లు ఉండవు. కార్బన్ యోగికముల రంగునకు, వాటిరచనకును గల సంబంధమును విమర్శించు సిద్ధాంతమును ఒకదానిని 1876 లో ఓ. ఎన్. విట్ట్ అను జర్మను రాసాయనికుడు ప్రకటించెను. కాని ఈసిద్ధాంతము, ఏయేయోగికములందు రంగు అగుపించుటకు సంభావనకలదో దానిని నిరూపించుట యందే శ్రద్ధవహించినది. కాని ఆరంగు ఎందుకు ఉద్భవించునో అను విషయమును, భౌతికశాస్త్ర దృష్టిలోగాని, భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రదృష్టిలోగాని వివరించలేక పోయినది. అందుచే విట్ట్ యొక్క సామాన్యనిరూపణను సిద్ధాంతమనుటకంటె వర్గీకరణమనుట మేలు.

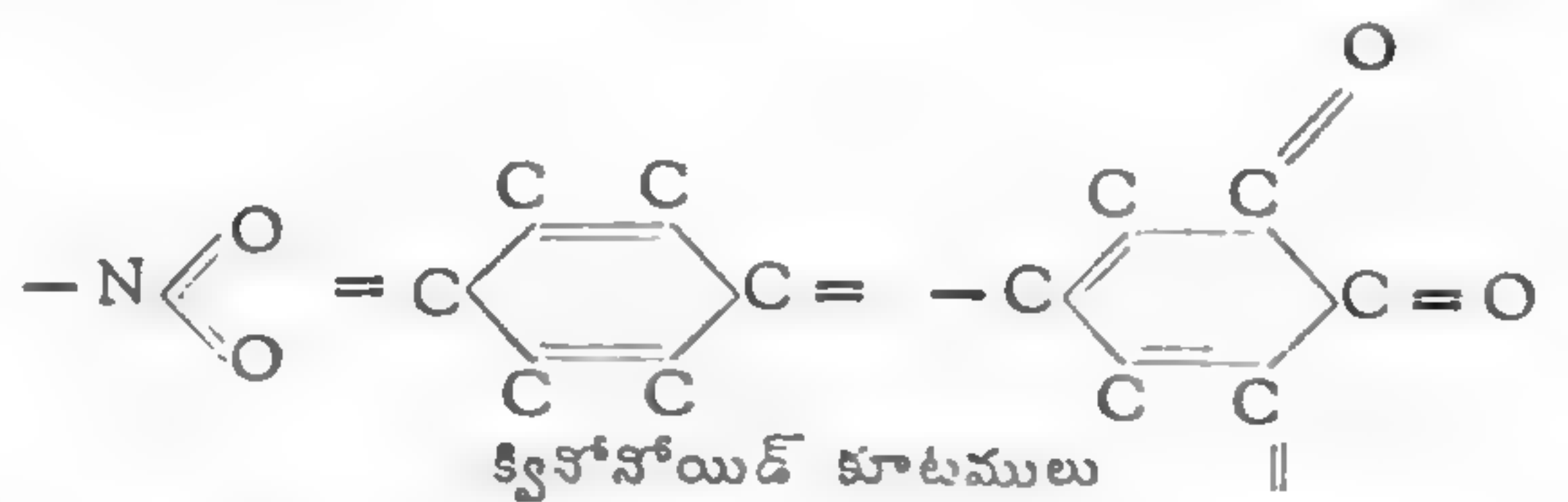
ఈ విట్ట్ నిరూపణప్రకారము యోగికములలో ఉండు కొన్ని అసంతృప్త పరమాణు కూటములు రంగునకు కారణములు అగుచున్నవి. కాని ఆ కూటములు ఉన్న యోగికములన్నియు రంగును ప్రదర్శించునను నియమము లేదు. ఈ యోగికములకు రంగునిచ్చు ఈ కూటములకు వర్ణవాహకములు (క్రోమోఫోర్స్) అని పేరు. అట్టి వర్ణవాహక పరమాణుకూటములు దిగువ కననగును :



కార్బోనిల్ గణము ఎతిల్ బంధము కార్బోమినోగణము



థయోకార్బోనిల్ గణము డైఆజోగణము నైట్రోసోగణము



నైట్రోగణము

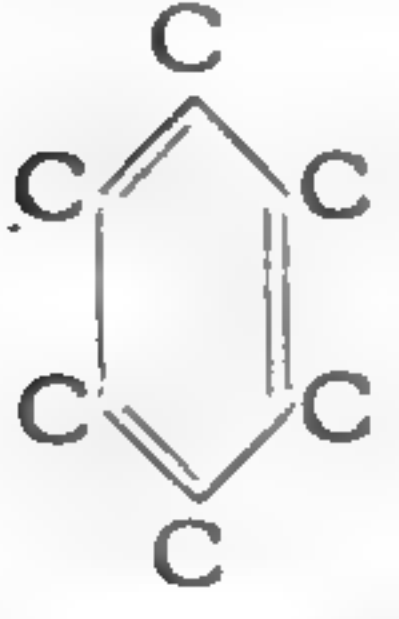
(చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు : క్వికోన్లు-పు. 178)

పైని పేర్కొనినగణములలో మొదటిపంక్తిలో వాటి కన్న రెండవ, మూడవ పంక్తులలోనివి ప్రబలతరవర్ణవాహకములు. దృష్టాంతమునకు డైఆజో (-N=N-), నైట్రోసో (-N=O) గణములున్న సరళ రచనగల



## వలయ హైడ్రోకార్బన్లు

యోగికములుకూడ రంగు గలవియే అగును. కాని కార్బోనిల్ గణము ( $=C=O$ ) ఉన్న ఆసిటోన్ ( $CH_3.CO.CH_3$ ) గాని, ఎతిలీన్ బంధములున్న బెన్జీన్

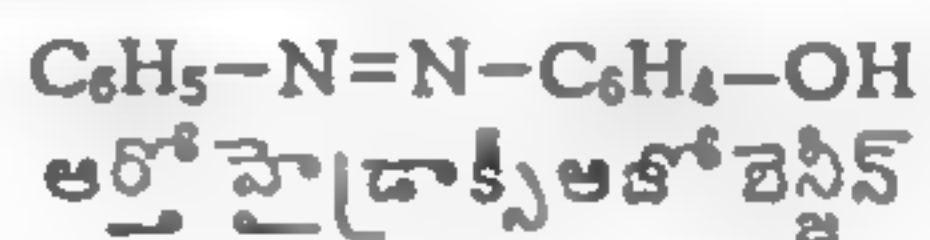
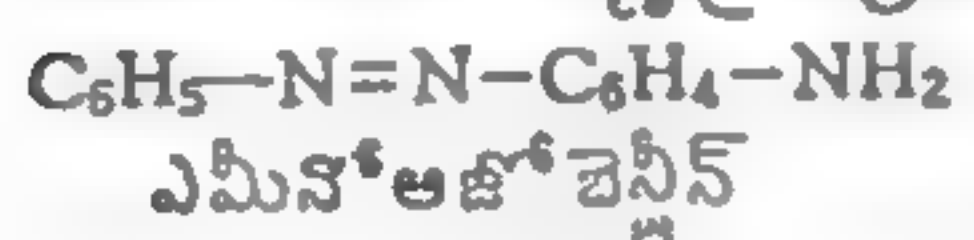


గాని రంగును చూపవు. కాని ఈవర్ణవాహక

గణముల ఆప్రేక్షితరచన మరల రంగునకు కారణమగును. ఆసిటోన్ కు రంగు లేకపోయినను రెండు  $=C=O$  గణములున్న డైఆసిటిల్ ( $CH_3.CO.CO.CH_3$ ) వసుపు రంగును, మూడు  $=C=O$  గణములున్న ట్రిఆసిటిల్ పెంటేన్ ( $CH_3.CO.CO.CO.CH_3$ ) నారింజ పండురంగును చూపును.

విట్ట్ తన సిద్ధాంతమునందు మరియొక విశేషమును వెల్లడించెను. అది ఏమన, స్వయముగా వర్ణవాహకములు కాకపోయినప్పటికిని,  $-NH_2$ ,  $-OH$ ,  $-COOH$  &  $SO_3H$ , మొదలగు కొన్ని గణములకు వర్ణవాహకము యోగికమునకిచ్చురంగును ఇనుమడింపజేయు శక్తి కలదు. ఇట్టి గణములకు ఆక్సోక్రోమ్లు (వర్ణవర్ధకములు) అని పేరు. ఈ రెండవవిషయము రంగుగల కార్బన్ యోగికములను అద్దకపురంగులుగా మార్చుట కవకాశమును చూపుచున్నది. అందుచే ఇది పారిశ్రామికముగా అత్యంతోపయుక్తమైనది. ఉదాహరణము : డైఆజోగణముగల ఆజో బెన్జీన్ ( $C_6H_5-N=N-C_6H_5$ ) గాఢమైన నారింజపండు రంగుగల యోగికము; కాని అది అద్దకపు రంగుగా పనికిరాదు.

ఆజో బెన్జీన్ రచనలో  $-NH_2$  గణమునుగాని,  $-OH$  గణమునుగాని వర్ణవర్ధకముగా దూర్చినచో లభ్యమగు యోగికము వర్ణద్రవ్యముగా పరిణమించును.



ఈరెండిటిలో వర్ణవాహకగణములతోపాటు, వర్ణవర్ధకములుకూడ ఇమిడి ఉండుటచే ఇవి అద్దకపు రంగులుగా ఉపయోగించును.

యోగికములరంగు వాటిఘటకములగు పరమాణువుల రచనలయందు అదృశ్యబద్ధములై స్థానమందలిమార్పును సులభముగా గ్రహించగల ఎలక్ట్రాన్ ఉండుటచే కలుగునని నవీనశాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. 'పరమాణురచన - రాసాయనిక ధర్మములు' అను శీర్షిక (చూ. పట్టిక - పు. 482 వద్ద) లో ఆవర్తక్రమ పట్టికయందు ప్రతి ఆవృత్తియందును పరివర్తనశ్రేణికి చెందిన పరమాణు అయన్లు,

బహుళ యోజనీయతతో పాటు రంగులను కూడ కనపరచునని సూచించితిమి. వీటి రచనలలో పైపొరలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్లు సరిగా క్రింద నున్న పొరలోనికి, లేదా క్రింది పొరలోనివి మీది పొరలోనికి సులభముగా స్థానవినిమయమును స్వీకరించగలుగుటచే, వీటికి రంగు సంభవించినది. అట్లే కొన్ని కార్బన్ యోగికములందుకూడ శిథిలబంధములుగల ఎలక్ట్రాన్లు ఉండుటచేతనే వాటికి రంగు అబ్బినదని కూడ అనుకొనవచ్చును. ఎలక్ట్రాన్ల అట్టిస్థాన వినిమయము అనునదనసంఘటనలో మనకు తారసిల్లినది. రంగునుచూపు కార్బన్ యోగికములన్నియు సమాన శక్తియుతములగు వివిధ అనునదన స్వరూపములను స్వీకరించగల సామర్థ్యముగలవి అగుటచే, వాటి రచనలయందలి ఎలక్ట్రాన్లు, శిథిలబద్ధములై ఉన్నవనియు, వాటి పరస్పరసన్నివేశము శీఘ్రముగా మారుచుండుననియు అనుకొనవచ్చును. ఇదియే వాటి వర్ణావిరూపమునకు కారణము. మే. ప. స.

వలయ హైడ్రోకార్బన్లు: పాలీమెథిలీన్ సామాన్య సాంకేతికము  $C_nH_{2n}$ . ఇవి ఓలిఫైన్లకు సమాంగ రూపములు. కాని ఓలిఫైన్లకు, వీటికి రాసాయనిక ప్రవృత్తియందు చాలభేదముకలదు. మొదటివి అసంతృప్త యోగికములు. రెండవవి పారఫిన్లనుబోలు సంతృప్త యోగికములు. వీటి రచనను గురించి సమీక్షలో (చూ. పు. 110-111) కొంత చర్చించితిమి. గుణములనుబట్టి వీటికి వలయరచనను ఆరోపించవలసి వచ్చినది. ఈ యోగిక

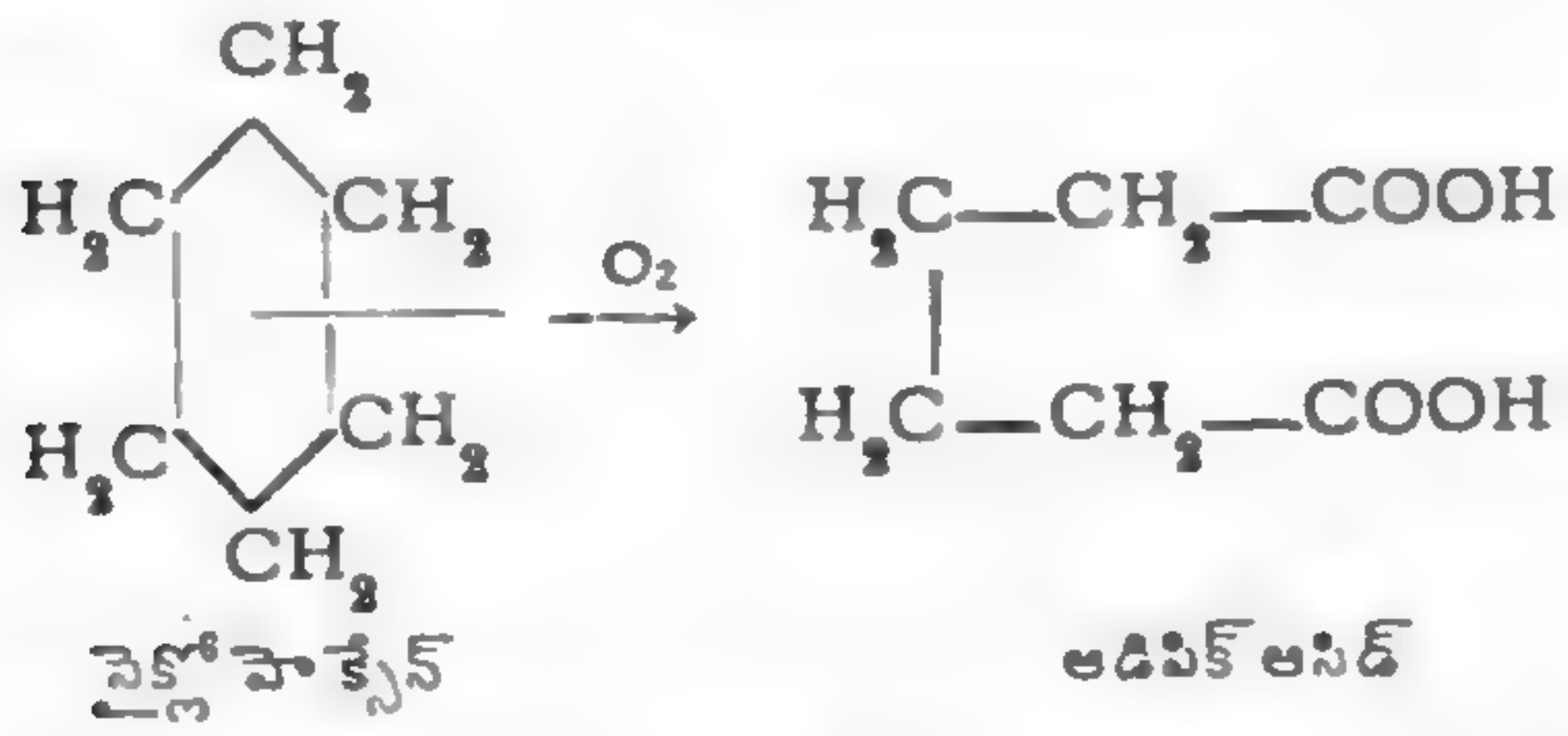
ములు ప్రకృతిలో ముఖ్యముగా రష్యాదేశపు కిరసనాయిలులో ఉండును. వీటిలో ముఖ్యమైనది నైక్లో హెక్సేన్. వీటిలో నైక్లో ప్రొపేన్ క్లోరోఫార్మ్ వలె మత్తుమందుగా వాడుకలో ఉన్నది.

నైక్లో హెక్సేన్ ( $C_6H_{12}$ ):  $180^\circ C$  వద్ద నికెల్ సంవర్కమున బెన్జీన్ ఆవిరి హైడ్రోజన్ తో సంయోగించి నైక్లో హెక్సేన్ ఏర్పడును.  $180^\circ C$  కన్న పాచుతాపక్రమములో నైక్లో హెక్సేన్ మరల బెన్జీన్ హైడ్రోజన్లుగా విడిపోవును. ఈ విచ్ఛేదనమునకుకూడ నికెల్ ధాతువే ప్రేరకముగా ఆచరించును.

నైక్లో హెక్సేన్ రంగులేనిద్రవము. దీని క్వథనాంకము  $81^\circ C$ ; దీనికి సువాసన కలదు; నీటిలో ఇది కరగదు. రాసాయనికప్రవృత్తిలో ఇది పారఫిన్ల పోలి ఉండును. నైట్రేట్ ఆసిడ్ తోకాని, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తోకాని బెన్జీన్ ఇచ్చునట్లు ప్రతిస్థాపిత యోగికములను ఈయదు.

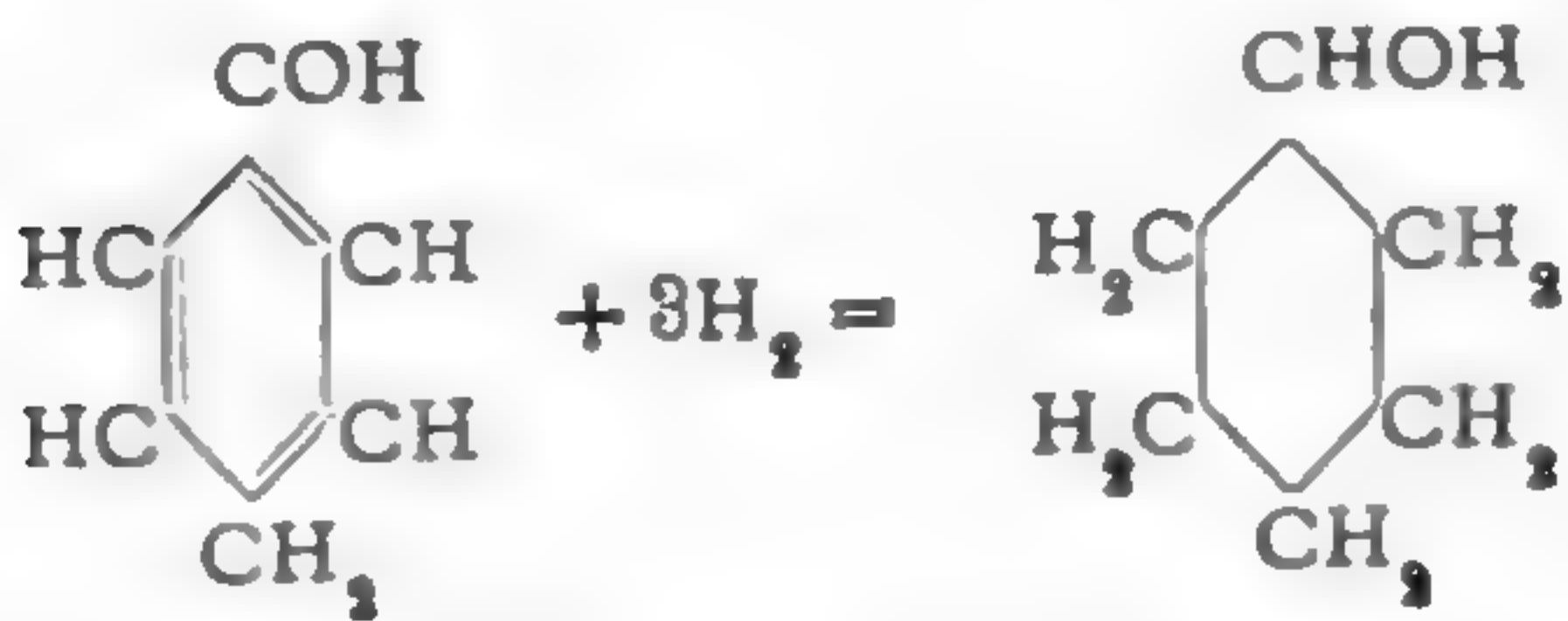


మెల్లిగా నైట్రైక్ ఆసిడ్ దీనిని ఆడిపిక్ ఆసిడ్ గా మార్చ గలదు.

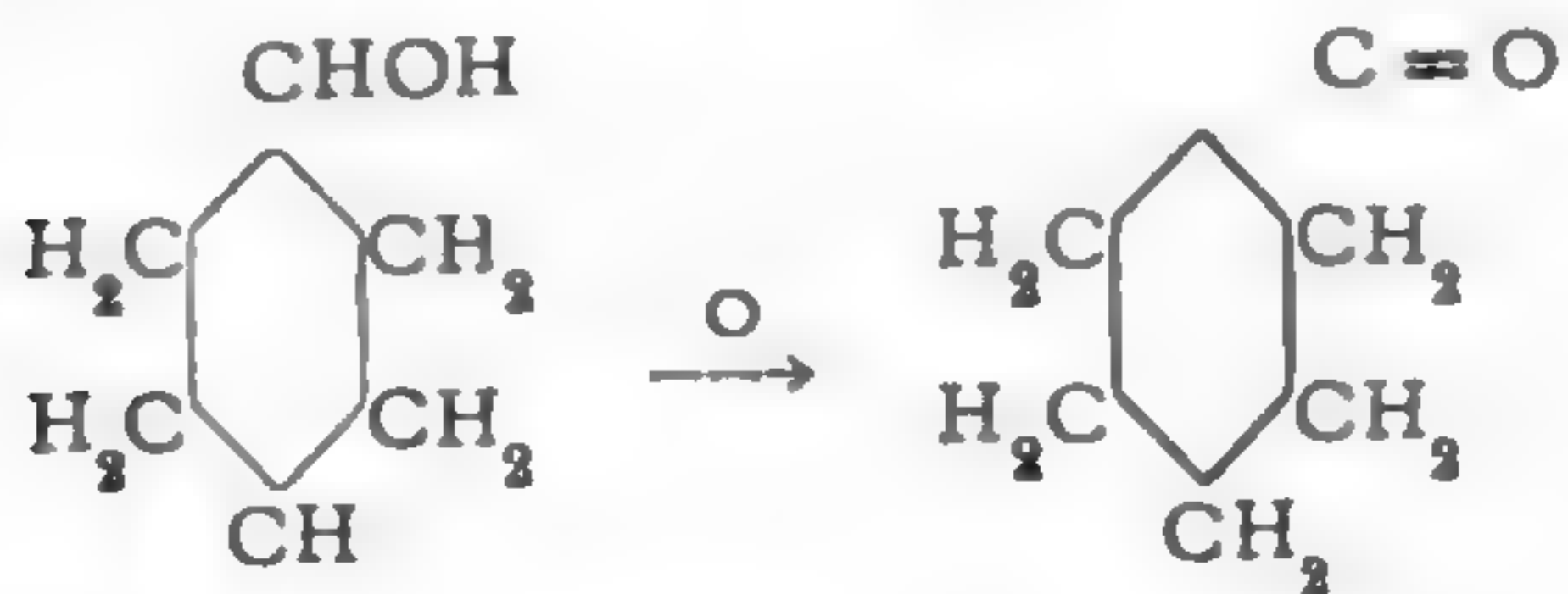


ఆడిపిక్ గా మారుటలో వలయము బొమ్మలో చూపిన గీతవద్ద విడిపోయి, రెండుకొనలనున్న (CH<sub>2</sub>) గణములు COOH గా ఆక్సీకరింపబడినవి. ఈప్రక్రియ నైట్రోహెక్సేన్ ఆరు కార్బన్ పరమాణువుల వలయముని రుజువుచేయు చున్నది.

నైట్రోహెక్సేన్ (C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>OH): దీనిని హెక్సాహైడ్రో ఫీనోల్ అనికూడ అందురు. బెన్జీన్ నుండి హైడ్రోజీనికరణము వలన నైట్రోహెక్సేన్ ను తయారుచేసినట్లు ఫీనోల్ ను నికెల్ సంవర్కమున హైడ్రోజీనికరించిన నైట్రోహెక్సేన్ నోల్ ఏర్పడును.



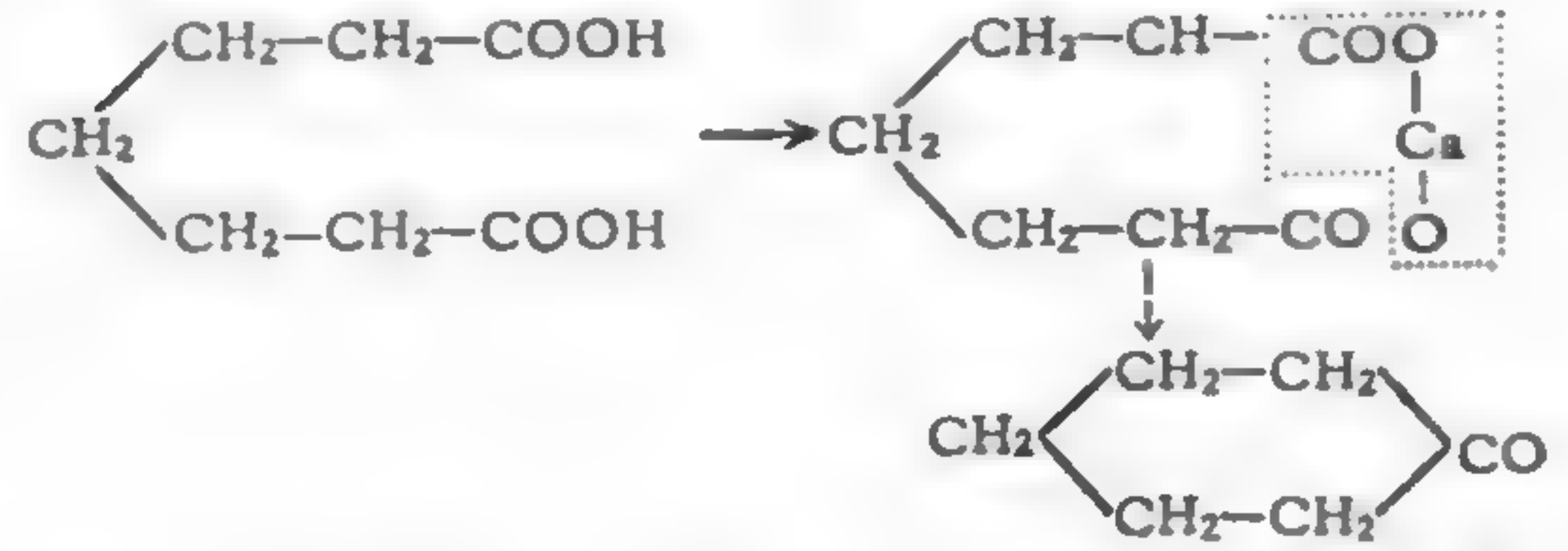
ఇది స్ఫటికద్రవ్యము (ద్రవాంశము 24°C): నీటిలో కరగును. నైట్రోహెక్సేన్, పారఫిన్ హైడ్రోకార్బన్ ల పోలియున్నట్లు, నైట్రోహెక్సేన్ నోల్ మోనోహైడ్రేట్ ఆర్గహాల్ గా ఆచరించును. కాపీగా ఆక్సీకరించుట వలన నైట్రోహెక్సేన్ నోల్ అను కీటోన్ గా ఇది మారును.



తీవ్రముగా ఆక్సీకరించుటవలన నైట్రోహెక్సేన్ వలె ఇదికూడ ఆడిపిక్ ఆసిడ్ ను ఇచ్చును.

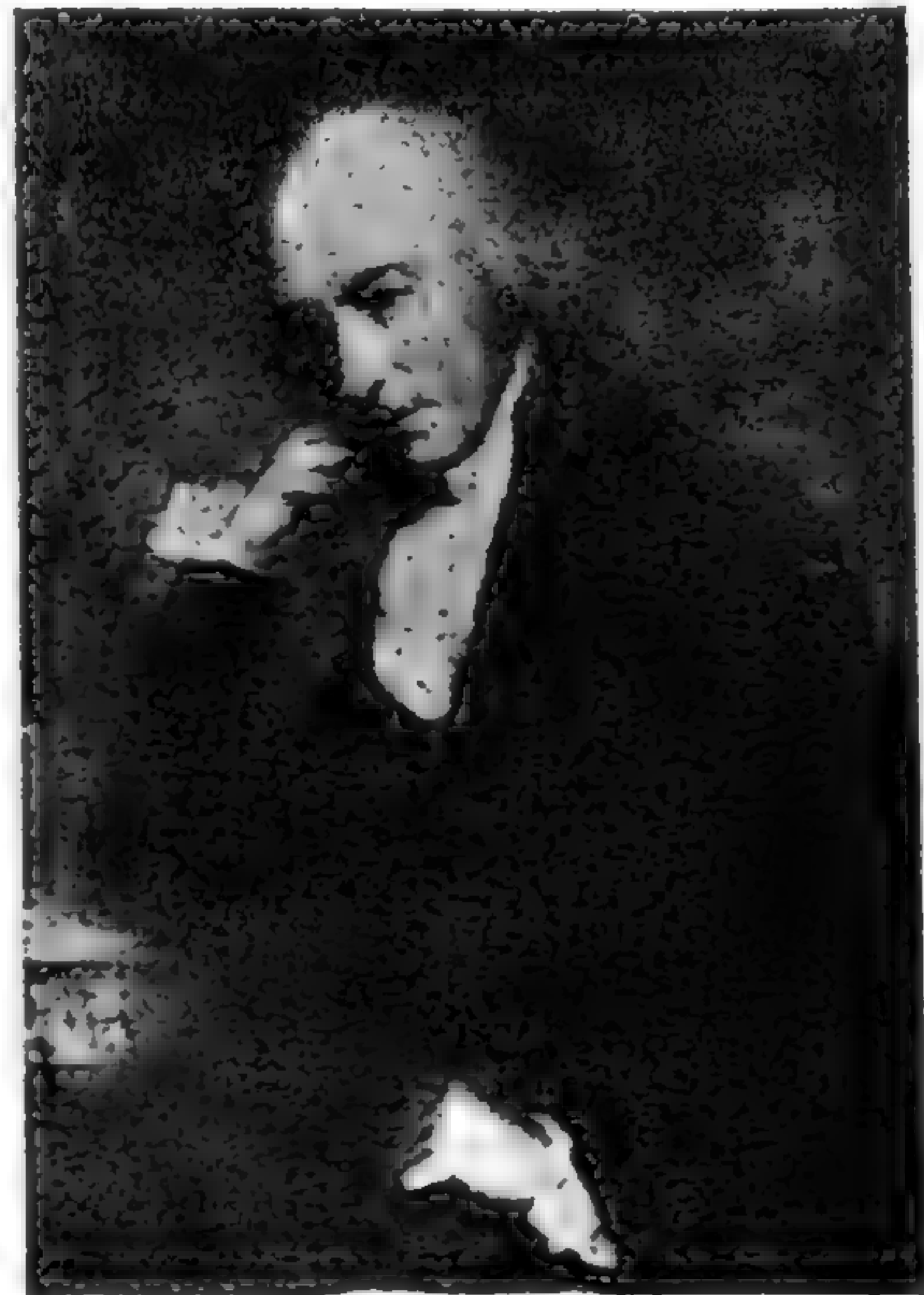
నైట్రోహెక్సేన్ (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>CO) (కీటోన్ యాగికము): నైట్రోహెక్సేన్ నోల్ ను క్రోమిక్ ఆసిడ్ తో ఆక్సీకరించి నప్పుడు నైట్రోహెక్సేన్ నోల్ లభించును. సక్సినిక్ ఆసిడ్ గల హోమోలగీయశ్రేణికే చెందిన ఏమెలిక్ ఆసిడ్ యొక్క కార్బోయమ్ లవణమును వేడిచేయుటవలన (చూ. ఆర్థి

హైడ్లు, కీటోన్ రచనావిధానము - పు. 195) నైట్రో హెక్సేన్ నోల్ లభించును. ఈ రచనావిధానము నైట్రోహెక్సేన్ నోల్ యొక్క అణురచనను విశదపరచుచున్నది.



మే. వ. న.

వాట్, జేమ్స్ (1788 - 1819): స్కాట్లండ్ దేశపు ఇంజనీర్. పేద కుటుంబములో జన్మించి తొలిని లండన్ లోను, తరువాత గ్లాస్గోలోను శాస్త్రపరికరకారునివద్ద పని నేర్చుకొనుటకు చేరెను. గుప్తాస్త్రా సంఘటనను ఆవిష్కరించిన జోసెఫ్ బ్లాక్ తో ఈతనికి పరిచయము లభించిన



జేమ్స్ వాట్

తరువాత, నీటి ఆవిరిని యంత్రములనడపుటకు ఉపయోగించవచ్చునని ఈయనకు తట్టినది. కొన్ని ప్రయోగములనుచేసిన తరువాత, న్యూకొమెన్ అను విజ్ఞాని సృజించిన ఆవిరి యంత్రపు నమూనా ఒకటి ఈయన

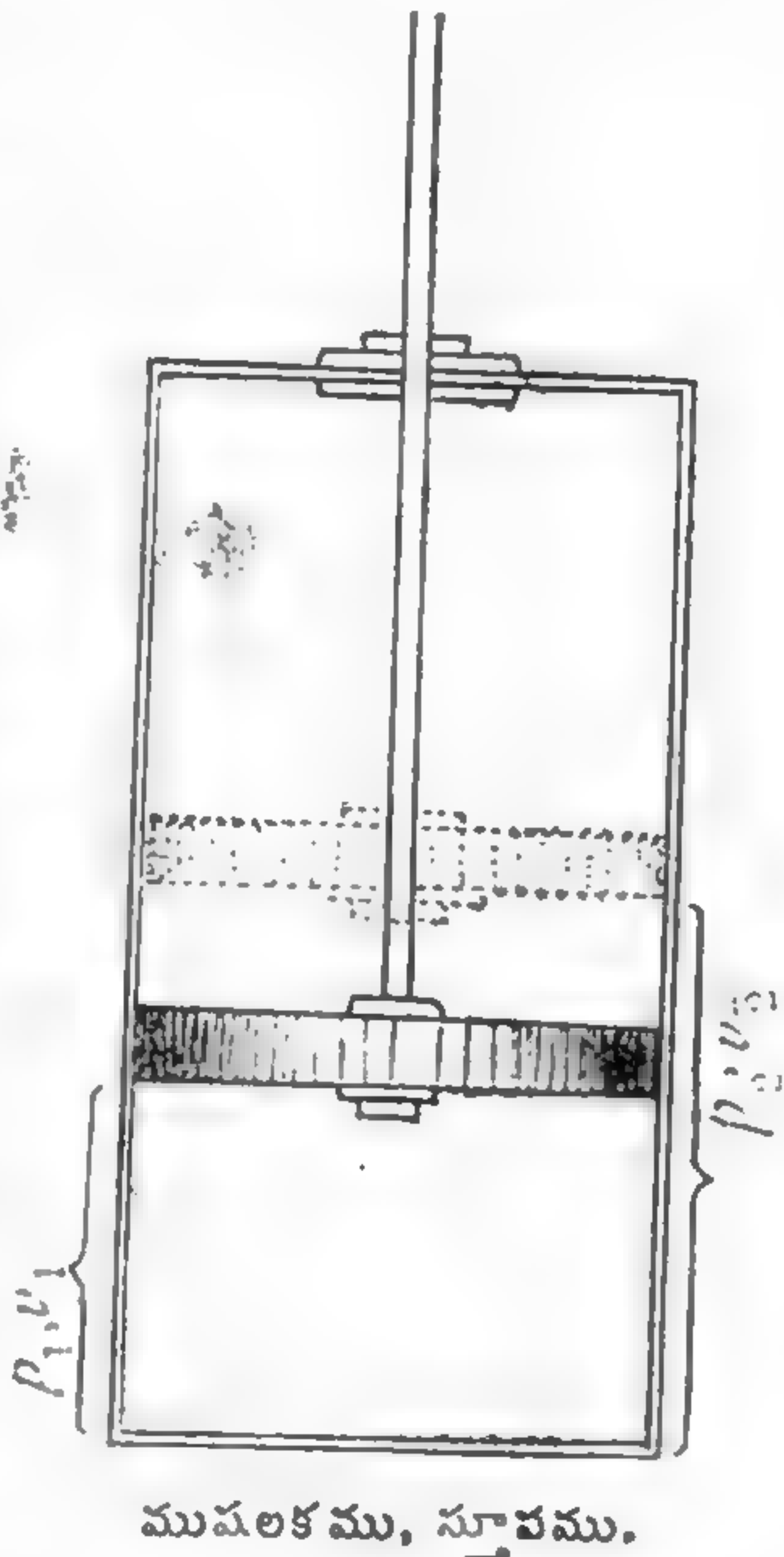
వద్దకు మరమ్మత్తుకై వచ్చినది. వెంటనే ఆ ఇంజనీరు మరింత కార్యదక్షముగా చేయుటకు ఉపాయములను కల్పించి ఆవిరియంత్రమును వ్యాపారయోగ్యముగా ఒనర్చెను. కేవెండిష్ వలె తనుకూడ నీటి రాసాయనిక సంఘటనమును కనిపెట్టినని ప్రచురించినాడు. విద్యుత్ సామర్థ్యపు (ఎలక్ట్రిక్ ఫవర్) యూనిట్ నకు 'వాట్' అని ఈతని పేరు పెట్టబడినది. బెల్లీన్ (1728 - 1809) అను ఇంకొక ఇంజనీర్ తో కూడ 'సోహో ఇంజనీరింగ్ సంస్థ' ను స్థాపించెను. 'హార్స్ పవర్' అను సాంకేతికపదమును శాస్త్రలోకమునకు ప్రసాదించినవారు ఈ సంస్థలోని ఉమ్మడిదారులైన బెల్లీన్, వాట్. అ. వెం. సూ. రా.



## వాయువులు

**వాయువులు :** భౌతిక రాసాయనిక మూల భావము లను వివరించుటయందు వాయుస్థితియొక్క అనుశీలన మిక్కిలి ఉపకరించును. అందువలన వాయుస్వభావమును గురించి తెలిసికొనుట చాల అవశ్యకము. ఇచ్చట 'వాయువులు' అన్నపదము సాక్షాత్తువాయువులకే కాక ద్రవములనుండి, ఘనములనుండి జనించు బాష్పములకు కూడ అన్వయించును. నిజముగా వాయువులకు, బాష్పములకు స్వభావభేదము అంతగా కన్పట్టదు. బాష్పములు సాధారణ పరిసర తాపక్రమములందు ద్రవములుగాగాని, ఘనములుగాగాని మారుటకు ఉంకించును. విశేష శ్రమ తీసికొనితగుపరిస్థితులను కల్పించినగాని వాయువులు ద్రవములుగాగాని, ఘనములుగాగాని మారవు.

సిలెండర్ లో పిస్టన్ బిగుతుగా అమర్చబడినచో పిస్టన్ ను క్రిందికి నొక్కుటవలన వాయువు ఆక్రమించిఉన్న ఆయతనమును తగ్గించవచ్చును. పిస్టన్ క్రిందికి నొక్కిన తర్వాత గాలి ఆయతనము, పూర్వపు ఆయతనములో సగమున్నచో పిస్టన్ క్రిందనున్న వాయువు



ముషలకము, స్తూపము.

పిస్టన్ పై పూర్వముకన్న రెండింతల ప్రేషమును కలుగజేయును. ఆయతనము మూడవవంతుకు తగ్గిన ప్రేషము మూడింతలు అగును. ఆ పిస్టన్ ను పైకిలాగి ఆయతనము హెచ్చించిన ప్రేషము ఇట్లే తగ్గును. వాయువులయొక్క ఇట్టిప్రవర్తనను, అనగా ఆయతనము తగ్గుకొలది ప్రేషము హెచ్చుచుండునను విషయమును, 1667 లో బోయిల్ నియమముగా సూత్రీకరించెను (చూ. పు. 514). 'స్థిరతాపక్రమపరిస్థితులలో నియత ద్రవ్యరాశి గల వాయువుయొక్క ఆయతనము, దాని ప్రేషము విలోమ నిష్పత్తిలో ఉండును' అని ఆయన నిర్వచనము.

ఒకప్రయోగములో ప్రారంభమున వాయువుయొక్క ప్రేషము  $p$  అనియు, దానికి అనుగుణమైన ఆయతనము  $v$  అనియు అనుకొందము. ఇప్పుడు  $p$  ని  $p_1$  గా మార్చినచో తదనుగుణముగా  $v$  అనునది  $v_1$  గా మారును. ఈ

ప్రయోగఫలితమును బోయిల్ నియమమును అనుసరించి బీజగణితపద్ధతిని వ్రాసినచో :

$$p_1 : p :: v : v_1 \text{ లేదా } \frac{p_1}{p} = \frac{v}{v_1} \dots (i) \text{ అని లభించును.}$$

ఇంకొకప్రయోగములో  $p$  ని  $p_2$  గా మార్చినచో తదనుగుణముగా  $v$  అనునది  $v_2$  గా మారును. ఈఫలితమును కూడ బోయిల్ నియమానుసారము నిరూపించినచో :

$$\frac{p_2}{p} = \frac{v}{v_2} \dots (ii) \text{ అని లభించును.}$$

ఈ రెండు సమీకరణములను బీజగణిత పద్ధతులనుసరించి  $pv = p_1 v_1 \dots (i)$   $pv = p_2 v_2 \dots (ii)$  అని వ్రాయవచ్చును. ఈ రెండు సమీకరణముల నుండి  $pv = p_1 v_1 = p_2 v_2 \dots (1)$  అని తెలియును.

అనగా పరస్పరసంబంధముగల  $p, v$  ల విలువలను ఒకదానితో ఇంకొకదానిని గుణించగా వచ్చు లబ్ధములు ఎప్పుడును సమానమైన విలువలుగలవిగా ఉండును. ఈ ప్రయోగఫలితమును క్రింది విధముగా కూడ నిర్వచించవచ్చును. నియతద్రవ్యరాశిగల వాయువుయొక్క ఆయతనమును దానికి సంబంధించిన ప్రేషముతో గుణించగా వచ్చిన ఫలితము, స్థిరతాపక్రమములో స్థిరమూల్యమును గలిగి ఉండును. ఆ స్థిరమూల్యమును  $k$  చే గుర్తించిన పై సమీకరణము  $pv = k$  అగును. దీనికి 'బోయిల్ నియమము' అని పేరు.

**గేలుసాక్ నియమము :** పైనిచెప్పిన సిలెండర్ లో కొంత వాయువునుపూరించి, పిస్టన్ ను కదలకుండా బంధించి, వాయువును వేడిచేసినపుడు దాని ప్రేషము తాపక్రమముతో ఎక్కువగును. ప్రేషము తాపక్రమముతో ఎట్లుమారునో నిర్ణయించుటకు కావించిన రెండుప్రయోగములఫలితములు ఈక్రిందను ఈయబడినవి. ఈరెండు ప్రయోగములందును వాయువుయొక్క ద్రవ్యరాశి ఒకటే.

| మొదటిప్రయోగము : ఆయతనము = 2 లీటరులు  |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| తాపక్రమము                           | ప్రేషము         |
| 0° C                                | 2 వాతావరణాలు    |
| 50° C                               | 2.37 వాతావరణాలు |
| 100° C                              | 2.74 వాతావరణాలు |
| రెండవప్రయోగము : ఆయతనము = 1½ లీటరులు |                 |
| తాపక్రమము                           | ప్రేషము         |
| 0° C                                | 3 వాతావరణాలు    |
| 50° C                               | 3.55 వాతావరణాలు |
| 100° C                              | 4.11 వాతావరణాలు |



మొదటి ప్రయోగఫలితములనుండి తాపక్రమమునందు ప్రతి సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీ ఎక్కువకు ప్రేషములో 0.0074 వాతావరణహెచ్చు కనిపించినట్లు లెక్కించి చూపవచ్చును.

$$\frac{2.37 - 2}{50} = 0.0074 ; \frac{2.74 - 2}{100} = 0.0074$$

ఇట్లే రెండవ ప్రయోగమందు ప్రతి సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీ ఎక్కువకు ప్రేషమందలి హెచ్చు 0.0111 వాతావరణమని చూపవచ్చును :

$$\frac{3.55 - 3}{50} = \frac{0.55}{50} = 0.011 ; \frac{4.11 - 3}{100} = 0.0111$$

ప్రేషములోని ఈ హెచ్చులు వాయువుయొక్క మొదటి ప్రేషములో ఎన్నవవంతో లెక్కకట్టినపుడు విశేష నియమము ఒకటి బయటపడును. మొదటి ప్రయోగములో కనబడిన హెచ్చు 0.0074 వాతావరణము. అందు వాయువుయొక్క మొదటి ప్రేషము 2 వాతావరణలు.

$$0.0074 \text{ అను అంకె 2 లో } \frac{0.0074}{2} = 0.0037 \text{ వ వంతు.}$$

$$\text{అట్లే } 0.0111 \text{ అను అంకె 3 లో } \frac{0.0111}{3} = 0.0037 \text{ వ వంతు.}$$

ప్రేషములోని హెచ్చు తొలి ప్రేషములో ఎన్నవభాగమో తెలియజేయుసంఖ్యకు 'ప్రేషగుణకము' అనిపేరు. ఈరెండు ప్రయోగములందును లభించిన ప్రేషగుణకముయొక్క విలువ ఒకటే. ఈ రెండే కాదు; మరిన్ని ప్రయోగములు కావించినను ప్రేషగుణకముయొక్క విలువ సరిగా 0.0037 అగును. అనగా ఈగుణకమును వాయుస్థితియొక్క విశిష్టగుణముగా భావించవచ్చును. ఏవాయువునైన స్థిరాయతనపరిస్థితులలో వేడిచేసినప్పుడు తాపక్రమమునందు ప్రతి డిగ్రీఎక్కువకు 0° వద్ద దానికున్న ప్రేషములో 0.0037 వ వంతు ఎక్కువగును.

మరొక విశేషమేమనగా వాయువును వేడిచేసినపుడు దాని ఆయతనమును స్థిరముగా ఉంచుటకు బదులుగా దాని ప్రేషమును స్థిరముగా ఉంచి ఆయతనమును పెరుగనిచ్చిన, తాపక్రమమందు ప్రతి డిగ్రీ హెచ్చునకు 0° వద్ద వాయువుకు ఉన్న ఆయతనములో మరల 0.0037 వ వంతు ఆయతనము హెచ్చుగును. ప్రతినెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీకి సంభవించు ఈ ఆయతన అతిశయమునకు వాయువుయొక్క 'ఆయతనగుణక'మని పేరు. ప్రేషగుణకము, ఆయతన గుణకము రెండును సమానమైన విలువను కలిగియుండుట, వాయువులయొక్క ముఖ్య లక్షణము. ఈ గుణకమును  $\alpha$  అను

గ్రీక్ అక్షరముతో గుర్తించుట సంప్రదాయము. ఈ గుణక చిహ్నముగు  $\alpha$  ను ఉపయోగించి, 0° వద్ద ఒక వాయువుకు ఉన్న ప్రేషముగాని, ఆయతనముగాని తాపక్రమముతో ఎట్లు పెరుగునో సూచించు రెండు సమీకరణములను సంపాదించ వచ్చును.

ప్రేషాతిశయము : ఆయతనమును స్థిరముగా ఉంచినపుడు 0° వద్ద  $p_0$  ప్రేషములో నున్న వాయువును  $t^\circ$  లకు వేడిచేసితిమి అనుకొందము. ప్రతి డిగ్రీ తాపక్రమాతిశయమునకు, ప్రేషములోని ఎక్కువ తొలి ప్రేషములో  $\alpha$  అంశకు అనగా  $p_0 \times \alpha$  కు సమానమగును.  $t^\circ$  లకు అతిశయము  $p_0 \alpha t$  కు సమానమగును. అందువలన  $t^\circ$  వద్ద వాయువుయొక్క ప్రేషము :

$$p = p_0 + p_0 \alpha t = p_0 (1 + \alpha t) \dots \dots \dots (2)$$

ఆయతనాతిశయము : ప్రేషమును స్థిరముగానుంచినపుడు 0° వద్ద  $v_0$  ఆయతనముగల వాయువును  $t^\circ$  లకు వేడిచేసినపుడు ప్రతి డిగ్రీ తాపక్రమాతిశయమునకు తొలి ఆయతనములో  $\alpha$  భాగము ( $v_0 \alpha$ ) హెచ్చు కనిపించును.  $t^\circ$  లకు అతిశయము  $v_0 \alpha t$  అగును. అందువలన  $t^\circ$  వద్ద వాయువుయొక్క ఆయతనము :

$$v = v_0 + v_0 \alpha t = v_0 (1 + \alpha t) \dots \dots \dots (3)$$

బోయిల్ నియమము : తాపక్రమము స్థిరముగా ఉన్నపుడు  $p v = p_1 v_1 = p_2 v_2 = K$  (స్థిరాంకము).....(1)

చార్లెస్ నియమము : ఆయతనము స్థిరముగా ఉన్నపుడు, తాపక్రమము హెచ్చినచో ప్రేషమందలి మార్పును తెలియజేయు సమీకరణము :

$$p = p_0 (1 + \alpha t) \dots \dots \dots (2)$$

ప్రేషము స్థిరముగాఉండి, తాపక్రమము హెచ్చినచో ఆయతనమునందలి మార్పును తెలియజేయు సమీకరణము:

$$v = v_0 (1 + \alpha t) \dots \dots \dots (3)$$

ఈ మూడు సమీకరణములును పరిసరపరిస్థితులకు అనుగుణముగా ఉండెడు వాయుస్థితిని నిరూపించుటకు చాల ముఖ్యములైనవి.

పై చర్చలో వాయువుల ప్రవర్తనను నిరూపించుటలో ఆయతనము ( $v$ ), ప్రేషము ( $p$ ), తాపక్రమము ( $t$ ) అను మూడు పరిమాణములను వాడితిమి. ద్రవ్యస్థితిని నియమించు ఇట్టి పరిమాణములకు 'చలాంకములు' అని పేరు. వాయుస్థితిని నిరూపించుటకు  $p, v, t$  అను మూడు చలాంకములు ఆవశ్యకములు. ఇదివరకు ఒక చలాంకము మార్చుకుండునట్లు చేసి తక్కిన రెండింటిలో ఒకదానిని మార్చినపుడు రెండవది ఎట్లు మారునో కనుగొంటిమి.



$t$  స్థిరముగా ఉన్నపుడు  $p$  తో  $v$  ఎట్లుమారునో బోయిల్ నియమము (పై 1 వ సమీకరణము) తెలియజేయును.

$v$  స్థిరముగా ఉన్నపుడు  $t$  తో  $p$  ఎట్లుమారునో చార్లెస్ నియమము (పై 2 వ సమీకరణము) తెలియజేయును.

$p$  స్థిరముగా ఉన్నపుడు  $t$  తో  $v$  ఎట్లుమారునో చార్లెస్ నియమము (పై 3 వ సమీకరణము) తెలియజేయును.

ఇక ఈ మూడిటిలో రెండు చలాంకములు ఒకేసారి మారునపుడు వాయువుయొక్కస్థితి ఎట్లుమారునో చూడ వలసిఉన్నది.

ప్రయోగములందు సాధారణముగా ఆయతనమును స్థిరముగా ఉంచిగాని, ప్రేషమును స్థిరముగా ఉంచిగాని వాయువును వేడిచేయుట జరుగదు. అనగా ఆయతనము, ప్రేషము - ఈ రెండు పరిస్థితులును ఏకకాలమున మారు నట్లు వాయువును వేడిచేయుట తటస్థించును. ప్రేషము, ఆయతనము - ఈరెండును ఏకకాలములో మారుపరిస్థితికి అన్వయించు సమీకరణమును క్రింది విధమున సాధించ వచ్చును.

$0^{\circ}$  వద్ద ఏదేనివాయువుయొక్క ప్రేషము  $p_0$  అనియు, ఆయతనము  $v_0$  అనియు అనుకొందము. దీనిని  $t^{\circ}$  లకు వేడిచేసినపుడు దానిప్రేషము  $p_1$  కు, ఆయతనము  $v_1$  కు మారినవనుకొందము. ఈమార్పు ఏకకాలమందు జరిగి నప్పటికిని గణనాసౌకర్యముకొరకు ఇది రెండు మజిలీలలో జరిగినట్లు భావించుము.

మొదట ప్రేషమును స్థిరముగాఉంచి తాపక్రమమును  $0^{\circ}$  నుండి  $t^{\circ}$  కు అధికము చేసినచో  $v_0$ ,  $v'$  కు మారును; 3 వ సమీకరణప్రకారము :

$$v' = v_0 (1 + \alpha t) \dots \dots \dots (4)$$

రెండవ మజిలీలో తాపక్రమమును స్థిరముగాఉంచి, ప్రేషమును  $p_0$  నుండి  $p_1$  కి మార్చుదము. అప్పుడుబోయిల్ నియమము (1 వ సమీకరణము) ప్రకారము  $v'$ ,  $v$ , కి మారును :

$$p_1 v_1 = p_0 v' \dots \dots \dots (5)$$

5 వ సమీకరణమునుండి  $v'$  యొక్క మూల్యమును 4 వ సమీకరణములో జొన్నినచో

$$p_1 v_1 = p_0 v_0 (1 + \alpha t) \dots \dots (6) \text{ అని సిద్ధించును.}$$

దీనియందున్న  $\alpha$  యొక్క విలువను ఇదివరకు మనకు పరిచితమైన భిన్నాంకము ( $\alpha = 0.0037$  లేదా  $\frac{1}{273}$ ) చే తెలియజేసినచో

$$p_1 v_1 = p_0 v_0 \left(1 + \frac{1}{273} \times t\right) = p_0 v_0 \left(\frac{273+t}{273}\right) \text{ అగును}$$

$$p_1 v_1 = p_0 v_0 \frac{T}{273} \text{ అగును} \dots \dots \dots (7)$$

ఇక్కడ  $T$  పరమతాపక్రమమానములో తాపక్రమాంశ లకు గురుతు (చూ. పరమతాపక్రమమానము-పు. 454). దీనిని కొంచెము సర్ది సామాన్యముగా

$$pv = \frac{p_0 v_0}{273} \times T \dots \dots (8) \text{ అని వ్రాయవచ్చును.}$$

ఇచ్చట  $p_0$  కి మనఇచ్చవచ్చిన విలువను ఈయవచ్చును. అప్పుడు  $p_0$  యొక్క విలువకు అనుగుణమైనవిలువను  $v_0$  కలిగిఉండును. '273' అను సంఖ్య పరమ తాపక్రమ మానములో సెంటీగ్రేడ్ ఈన్యతాపక్రమమును తెలియ జేయును. ఈ పై సమీకరణము ఒక నియతద్రవ్యరాశి వాయువునకు వర్తించునని జ్ఞాపకముంచుకొనవలయును. ఆ నియతరాశి 1 గ్రాము అనుకొందము.  $p_0$  ను ఒక వాతావరణప్రేషమునకు సమమైనట్లు గ్రహించితిమేని  $v_0$  ఒక వాతావరణప్రేషములో  $273^{\circ}\text{K}$  (పరమతాపక్రమము) వద్ద (లేదా  $0^{\circ}\text{C}$  వద్ద) 1 గ్రాము వాయువుయొక్క ఆయ తనమును తెలియచేయును. కనుక ఒకగ్రాము వాయువు నకుసంబంధించిన సమీకరణమును

$$pv = \frac{p_0 v_0}{273} \text{ లేదా } pv = rT \text{ అని వ్రాయవచ్చును.}$$

$$\text{ఇచ్చట } r = \frac{p_0 v_0}{273}$$

ఏదేని ఒకవాయువునకు  $r$  అనునది స్థిరాంకముగాఉండును. ఏలన  $p_0 =$  ఒక వాతావరణ ప్రేషము అయినపుడు, తాపక్రమము  $0^{\circ}\text{C}$  అయినపుడు, 1 గ్రాము వాయువు యొక్క ఆయతనమును  $v_0$  తెలియజేయును. ఇది ఆ పరిస్థితులలో మారని అంకె. 273 కూడ ఒకస్థిరాంకమే.

అందువలన  $\frac{p_0 v_0}{273}$  స్థిరాంకమే అగును. కాని  $0^{\circ}\text{C}$  వద్ద ఒకవాతావరణప్రేషములో ఒక గ్రామువాయువు స్వీకరించు ఆయతనము, ఆ వాయుస్వభావముతో మారుచు ప్రతి వాయువునకు భిన్నముగా ఉండును. కనుక  $r$  విలువ ప్రతివాయువునకు వేర్వేరుగా ఉండును.

అందువలన  $pv = rT$  అను సమీకరణము సామాన్యముగా అన్నివాయువులకు వర్తించదు. దీనిని సామాన్యముగా అన్నివాయువులకు వర్తించునట్లు చేయవలెననిన వాయుస్వభావమునుపట్టి మారనటువంటియు, అన్ని వాయువులకు సమానమగునట్టియు ప్రమాణాయతనమును ఒకదానిని సమీకరణములోనికి గ్రహించవలయును. అన్ని వాయువులకును ఒకేపరిమాణముగల ఆయతనము ఆవా గాడ్రోకల్పనను ఉపయోగించిన లభ్యమగును. ఈ కల్పన



ప్రకారము, సమాన ప్రేషతాపక్రమపరిస్థితులలో ఏ వాయువుయొక్క అణుభారమైనను 22.4 లీటరుల ఆయతనమును ఆక్రమించును. దీనికి అణు ఆయతనమని పేరు. అందువలన అణుఆయతనము అన్ని వాయువులకును వర్తించు స్థిరాంకము.  $v_0$  యొక్క విలువగా ఈ అణు ఆయతనము  $v_m$  ను గ్రహించినపై 8 వ సమీకరణము ఈ క్రిందిరూపమును గ్రహించును :

$$\frac{p v}{T} = \frac{p_0 v_m}{273} \dots\dots\dots (9)$$

8 వ సమీకరణమందు కుడివైపున ఉన్న నిష్పత్తిలో రాకులన్నియు స్థిరాంకములే. అందువలన ఈ నిష్పత్తి కూడ స్థిరాంకము అగును. ఈ స్థిరాంకమును R అను అక్షరముచే గుర్తించినచో పై సమీకరణము :

$$\frac{p v}{T} = R \text{ లేదా } pv = RT \dots\dots (10) \text{ అగును.}$$

$p_0, v_m$  లకు ప్రమాణమూల్యములను ఇచ్చి R యొక్క విలువను లెక్కకట్టవచ్చును.

$p_0$  = ఒక వాతావరణ ;  $v_m$  = 22.4 లీటరుల (అణు ఆయతనము).

$$\therefore \frac{p_0 v_m}{273} = \frac{1 \times 22.4}{273} = R = 0.082 \text{ లీటరు - వాతావరణ}$$

$pv_m$  అనుదానిలో p వాతావరణలలోను,  $v_m$  లీటరుల లోను వ్యక్తమై ఉన్నవి. కనుక  $pv_m$  అను గుణన ఫలము లీటరు-వాతావరణలు అగును. ఈ గుణనఫలము పని యొక్క పరిమాణమును కలిగియున్నదని చూపవచ్చును. అందువలన  $R = 0.082$  లీటరు - వాతావరణ అనగా, ఒక అణుభారము వాయువును పరమతాపక్రమములో  $0^\circ\text{C}$  నుండి  $1^\circ\text{C}$  కి వేడిచేసినపుడు, దానివలన మనకు లభ్యమగు పని 0.082 లీటరు-వాతావరణ అని తేలును.  $v_m$  ని ఘన సెంటీమీటరులలోను, p ని డైన్లలోను తెలియజేసినచో R మూల్యమును అర్గ్లలో వ్యక్తపరచవచ్చును. p ని డైన్లలో వ్యక్తపరచుట క్రింది సమాలోచనవలన సాధ్యమగును. వాతావరణప్రేషము అనగా చదరపు సెంటీ మీటరు వైశాల్యము, 76 సెం.మీ.లు పొడవుగల పాదరస స్తంభమును నిలువబెట్టగల, అనగా 76 ఘ. సెం. మీ.లు పాదరసపు బరువునకు సమానమగు ప్రేషము. పాదరసపు సాంద్రత 13.6 కనుక 76 ఘ.సెం. మీ.లు పాదరసపుబరువు =  $76 \times 13.6$  అనగా 1033.6 గ్రాములు (గ్రాములను డైన్లలోనికి మార్చవలెననిన 981 చే గుణించవలెను).

$$\therefore R = \frac{22,400 \times 1033.6 \times 981}{273} = 8.317 \times 10^7 \text{ అర్గ్లు.}$$

$$4.187 \times 10^7 \text{ అర్గ్లు, ఒక కేలోరీ ఉష్ణతకు సమానము కనుక}$$

$$R = \frac{8.317 \times 10^7}{4.187 \times 10^7} = 1.987 \text{ కేలోరీలు.}$$

$pv_m = RT$  అను సమీకరణమునకు వాయుస్థితిసమీకరణము అనిపేరు. ఈ సమీకరణమును సాధించుటలో  $v_m$  అనుదానిని గ్రాముల అణుఆయతనమని అనుకొంటిమి. కనుక ఈ సమీకరణము ఒక గ్రాము అణుభారమునకే వర్తించును. దీనిని n అణుభారముల వాయువుకు వర్తించునట్లు చేయవలెననిన  $v_m$  ని n చేత గుణించి, n అణుభారముల ఆయతనముగా గ్రహించవలెను. ఈ n అణుభారముల ఆయతనమును V చే గుర్తించినచో పై సమీకరణము :

$$pV = nRT \text{ అగును.}$$

వాయువుల యొక్కయు, జాష్యముల యొక్కయు అణుభారములను నిర్ణయించుట ఈ సమీకరణముయొక్క ముఖ్య ప్రయోజనము. అందులకై దానిని క్రిందివిధమున మార్చవలెను :

$$pV = nRT$$

అచ్చట గ్రాముల అణుభారములను తెలియజేయు సంఖ్య (n), వాయువుయొక్క ద్రవ్యరాశి (g) ను దాని అణుభారము (M) తో భాగించిన లభ్యమగును :

$$n = \frac{g}{M} \therefore pV = \frac{g}{M} RT$$

ఈ సమీకరణములో ఇవతల అవతల పదములను కొంచెము సర్ది  $M = \frac{gRT}{pV}$  అని వ్రాయవచ్చును.

g గ్రాముల వాయువుయొక్క T తాపక్రమములో p వాతావరణల ప్రేషమువద్ద ఆక్రమించిన ఆయతనము V ని ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించగలిగినచో, R (స్థిరాంకము) మూల్యము ఇదివరకే తెలిసినది కనుక, అణుభారము M ను లెక్కకట్టవచ్చును. వాయువుల, జాష్యముల అణుభారములను నిర్ణయించుటకు ఆధార సమీకరణము ఇదియే (చూ. అణుభారనిర్ణయము - పు. 128).

వాన్డర్ వాల్స్ వాయు సమీకరణము :  $pv = RT$  అను సరళ వాయుసమీకరణము వాయువుల ధర్మముల నన్నిటిని సంగ్రహించు చున్నదని ఇదివరకే నిరూపించి ఉంటిమి. ఈ సమీకరణమును స్థాపించుటలో వాయువుల యొక్క రెండు వాస్తవిక ధర్మములను ఉపేక్షించితిమి. వాయు కణములు ద్రవ్యకణములయ్యును అవి చోటును ఆక్ర



## వాయువులు

మించని బిందువులని అనుకొనుట మొదటి లోపము; ఆ వాయుకణములమధ్య పరస్పరాకర్షణబలములు లేవనుకొనుట రెండవ లోపము. ఈ రెండు ధర్మములను ఉపేక్షించుటచే వాయువును కల్పిత (ఐడియల్) వాయువుగా పరిగణించి దానికి సరళనియమములను ఆరోపించి సరళ వాయుసమీకరణమును సాధించితిమి. ఈ సరళ వాయు సమీకరణము మిక్కిలి తక్కువ ప్రేషములలోతప్ప తక్కిన పరిస్థితులయందు వాయుప్రవర్తనను నిరూపించలేదు. అట్టి అల్పప్రేషములలో వాయుసమీకరణము సప్రమాణమగుటకు కారణము, అట్టి పరిస్థితులలో వాయు ఆయతనము చాల పెద్దది అగుటచే, పరస్పరాకర్షణబలములు ఉండుటకు వీలు లేనంత దూరదూరముగ వాయుకణములు ఉండును. అంతేకాక, ఆయతనము చాల పెద్దది అయినపుడు ప్రత్యేక కణములు ఆక్రమించుచోటు వాయువుయొక్క ఆయతనముతో సరిపోల్చి చూచిన లెక్కలోనికి తీసికొనిరానవశ్యములేనంత చిన్నదిగా ఉండును.

కాని, ఊహప్రేషములకు గురియైనప్పుడేకాక అన్ని ప్రేషములకును అన్వయించు వాయుసమీకరణముయొక్క ఆవశ్యకత భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు 18 వ శతాబ్దమునందే కనిపెట్టి అప్పటినుంచి అనేకులు ఈ సరళ వాయుసమీకరణమును సవరించుచు హెచ్చుసంతృప్తికరమగు సమీకరణములను సూచించిరి. వారికందరకు వాన్ డర్ వాల్స్ అను డచ్ భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు మార్గదర్శి.

సరళ వాయుసమీకరణస్థాపనయందు ఉపేక్షితములైన కణముల నిజాయతనము, వాటి పరస్పరాకర్షణబలము-ఈ రెండిటిని గణనలోనికి తీసికొనివచ్చి క్రింది సమీకరణమును వాన్ డర్ వాల్స్ స్థాపించెను:

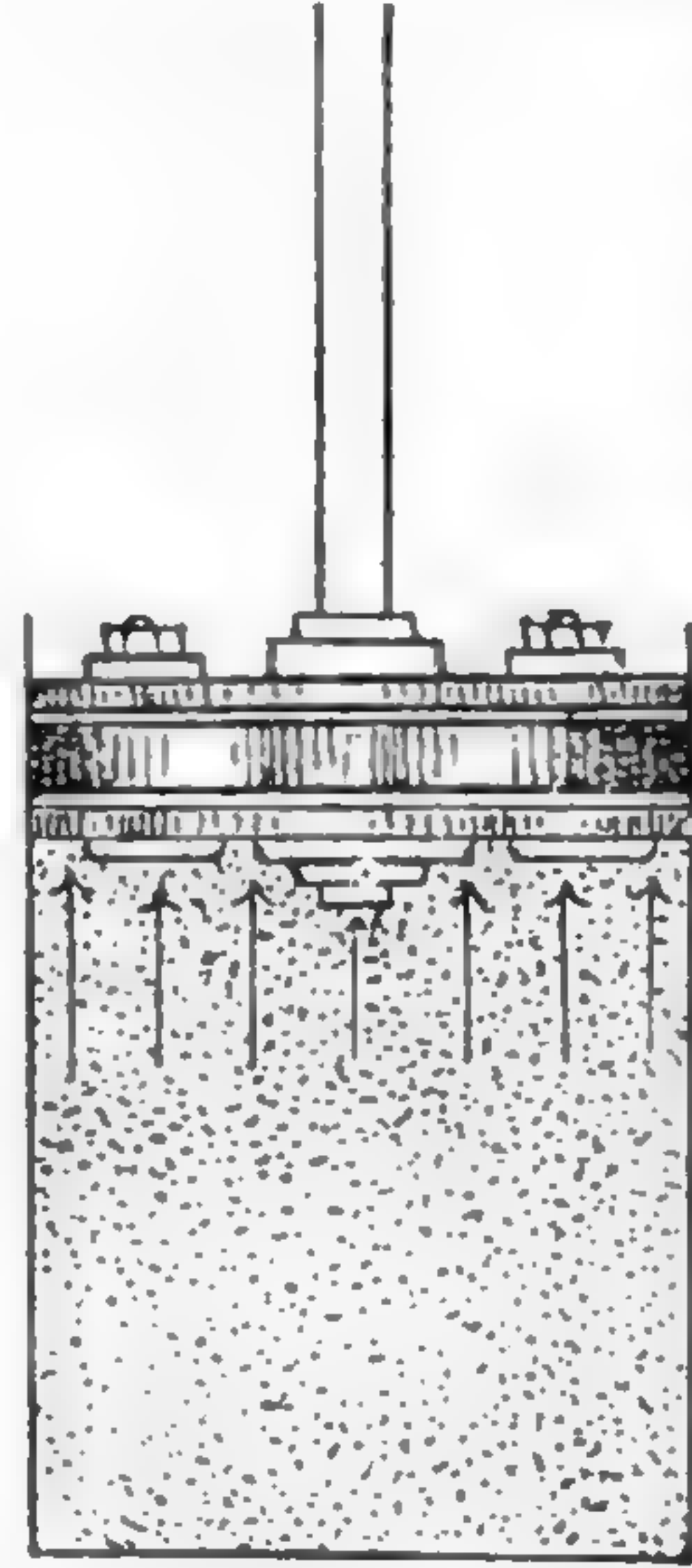
$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right) (v - b) = RT$$

ఎడమచేతివైపు 'p' స్థానములో  $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)$  అనియు, 'v' బదులు (v - b) అనియు పదములను ప్రయోగించుటకు ఈయన నిరూపించినయుక్తులను గ్రహించుట కష్టముకాదు.

మొదట  $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)$  అను పదమును తీసికొందము. సరళ వాయుసమీకరణము  $p v = RT$  లో p ఉన్నచోట ఈయన  $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)$  ను జొన్నుటకుగల సామంజస్యమును మనము క్రిందివిధమున గ్రహించ వచ్చును. ఇచ్చట చలదణు సిద్ధాంతపు ప్రమేయములను మనము జ్ఞప్తికి తెచ్చుకొనవలెను. అందు మొదటిప్రమేయము వాయుస్థితిలో అణు

వులు అతిస్వేచ్ఛగా ఋజుమార్గమున చలించుచుండుననియు, ఈ వాయుఅణువులు వాటిని బంధించు పాత్రగోడలపై కలుగజేయు ఆఘాతములసముదాయఫలమే ఆ వాయుప్రేషమనియు సూచించును. ఈ ప్రమేయమును కణములమధ్య వాటిదూరమునకు ప్రతిలోమముగా మారు ఆకర్షణబలములకూడ ఉన్నవనుప్రమేయముతో కలిపి చూచిన క్రిందివిధమున ఆలోచించవచ్చును.

చిత్రములో చూపినట్లు ముషలకము (పిస్టన్) తో



వాన్ డర్ వాల్స్ ప్రేషము

కూడిన స్తూపాకారపాత్రలో వాయువు బంధించబడి ముషలకముపై నున్న బరువుతో సమతుల్య స్థితిలో తన ఒత్తిడిని ముషలకపు క్రింది భాగమున కల్గించుచున్నది అనుకుందము. పాత్రలోని వాయు అణువులన్నియు ముషలకపు అధస్తలముపై ఎట్లో తక్కిన పాత్రగోడలన్నిటిపైని అట్లే ఒత్తిడి చేయును. మన వివరణకొరకు ముషలకముపై వాయువు నెరపుచున్న ప్రేషమునే ఆలోచింతము. ముషలకమునకు సూటిగా క్రింద నున్న గాలి పొరలోని అణువులు ముషలకమునకు ఆఘాతములు కలుగజేయును. ఈ ఆఘాతములే ప్రేషమని చలదణుసిద్ధాంతము చెప్పుచున్నది. ఈ అణువుల ఆఘాతములు వాటికివెనుకపొరలో అణువులు బొత్తిగా లేనప్పుడు ఉన్నంత బలముగా ఉండవు. ఏలన వెనుకనున్న అణువులు, ఆకర్షణబలమును వీటిపై నెరపుచుండుటచే, మీదిపొరలో నున్న అణువులు పాత్రనడిమివైపుకు లాగబడును. ఇంకొకవిధముగా చెప్పవలెననిన వాయుశరీరమందలి పైపొర దాని క్రిందనున్న అణువులను కొంత ప్రేషముతో నొక్కుచుండును. క్రిందిపొరలోనున్న వాయు అణువులపై పైపొరలో అణువులు నెరపు ప్రేషము, మొత్తమువాయువుమీద ఉన్న శాఘ్యాప్రేషము పనిచేయుదిక్కుననే పనిచేయుచున్నది. పైపొరలోని వాయు అణువులు క్రిందివాటిపై నెరపు ప్రేషమునకు ఆంతరప్రేషమందుమేని, శాఘ్య, ఆంతర ప్రేషములు రెండును వాయుశరీరమును సంకోచింపజేయుటయందే పనిచేయును. అనగా వాస్తవికముగా ఈ వాయువు, వేర్వేరుకారణము



లచే కలిగిన శాహ్యము, ఆంతరము అను రెండుప్రేషముల అధీనములో ఉన్నదన్నమాట. ఇట్లే ప్రతివాయువును వాస్తవికస్థితిలో రెండు వివిధఉత్పత్తులుగల ప్రేషముల క్రింద నలిగిపోవుచున్నది. సరళవాయు సమీకరణము శాహ్యప్రేషమునే లెక్కలోనికి తీసికొని దానిని  $p$  అని వ్యక్తపరచినది. వాన్ డర్ వాల్స్ ఆంతరప్రేషమునుకూడ గణనలోనికి తీసికొనివచ్చి దానిని  $\pi$  (పై) అను సంకేతముచే వ్యక్తపరచెను. వాస్తవికముగా వాయువుమీదనున్న ప్రేషము, వాన్ డర్ వాల్స్ దృష్టిలో  $p + \pi$ . తరువాత కొంచెము క్లిష్టగణితమును ఉపయోగించి, ఆంతరప్రేష మగు  $\pi$ , ఆయతనవర్గముతో విలోమముగా మారునను నియమమును అనుసరించి ' $\pi$ ' కి బదులుగా  $\frac{a}{v^2}$  అను పద మును వాడెను. అందువలన వాస్తవిక వాయుప్రేషము  $p + \frac{a}{v^2}$  అయినది.

తరువాతసవరణ, వాయుకణముల స్వీయాయతనము నకు చెందినది. వాయుకణము గోళాకారము కలదనియు, దాని అర్ధవ్యాసము ' $r$ ' అనియు అనుకొనిన దాని ఆయతనము  $v = \frac{4}{3} \pi r^3$  అని తేలును. వాయువుయొక్క మొత్తపు ఆయతనములోనున్న కణములసంఖ్య ' $N$ ' అను కొనినచో కణముల మొత్తపుఆయతనము, లేదా స్వీయాయ తనము  $N \times \frac{4}{3} \pi r^3$ . దీనిమూల్యమును ' $b$ ' అను చిహ్నచే వ్యక్తపరచి వాయుసమీకరణములో ' $v$ ' బదులు  $(v - b)$  అని వ్రాసెను. ఇట్లు మొత్తపువాయుఆయతనమునుండి వాయుకణముల నిజాయతనము కొట్టివేయుటకు గల సబబు, సంకోచ, వ్యాకోచ క్రియలు కణములమధ్య నున్న అంతరాళమునకే అన్వయించునుగాని కణములు సాక్షాత్తుగా ఆక్రమించినచోటుకు అన్వయించవు. అనగా ఇనుపగుండెవలె కఠినముగానున్న కణములఆయతనమును సంకుచితముగా చేయుటయందుగాని, వ్యాకుచితముగా చేయుటయందుగాని ప్రేషమునకు వీలుకాదు. అందువలన

సంపూర్ణసమీకరణములో ' $p$ ' బదులు  $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)$  అనియు, ' $v$ ' బదులు  $(v - b)$  అనియు వ్రాసిన  $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$  సిద్ధించును.

సిద్ధాంత ప్రకారము ఇట్లు సవరింపబడిన సమీకరణ ములు, సవరణను ప్రేరేపించిన పరిస్థితులు మాయమై నప్పుడు సరళ సమీకరణముగ మారవలెను.

వాన్ డర్ వాల్స్ సమీకరణము అట్టిదేయని నిరూపిం చుట కష్టముకాదు. ఏలన వాయుఆయతనము ' $v$ ' అమిత ముగా అధికమైనపుడు  $v^3$  అంతకన్న పెద్దదియగును; అప్పుడు  $\frac{a}{v^2}$  లెక్కలోనికి రానంత, అనగా ఇంచుమించు శూన్యమునకు దగ్గర విలువ గలది అగును. అట్లే అత్యధిక మైన విలువగల  $v$  తో సరిపోల్చి చూచిన వాయుకణముల నిజాయతనము  $v$  లెక్కలోనికి రాదు. ఈ రెండు పరిమిత స్థితులనుబట్టియు వాన్ డర్ వాల్స్ సమీకరణము చాల తక్కువ ప్రేషపరిస్థితులలో  $p \times v = RT$  అను సరళ వాయు సమీకరణముగా మారును.

ఇట్లు సిద్ధించిన సమీకరణము వాయువుల వాస్తవిక ప్రవర్తనను ఎంతరకు అనుసరించ గలుగుచున్నదో అను పరీక్షయందు, గురికి బారెడుగా అనుసరించుచున్న దనియు యథార్థముగా అనుసరించుట లేదనియు చెప్పు టకు క్రింది పట్టిక ఆధారము:

| అణుభారము కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ : 40° C వద్ద |                             |                           |
|--|-----------------------------|---------------------------|
| ప్రేషము                                  | $p \times v$ ప్రయోగ సిద్ధము | $p \times v$ గణిత సిద్ధము |
| 1  | 25,574                      | 25,597                    |
| 10                                       | 24,485                      | 24,713                    |
| 25                                       | 22,500                      | 23,080                    |
| 50                                       | 19,000                      | 19,750                    |
| 80                                       | 9,500                       | 10,700                    |
| 100                                      | 8,920                       | 8,890                     |
| 200                                      | 10,500                      | 14,100                    |
| 500                                      | 22,000                      | 29,700                    |
| 1000                                     | 40,000                      | 54,200                    |

ఇచ్చట  $p$  వాతావరణములోను,  $v$  ఘనపెంటిమీటరుల లోను వ్యక్తపరుపబడినవి. మే. వ. న.

వాయుసాంద్రతానిర్ణయ విధానములు: చూ. అణుభార నిర్ణయము - పు. 128.

వికిరణమాపకము (రేడియోమీటరు): శక్తిపదేని ప్రభవస్థానమునుండి ప్రదేశములోనికి ప్రసరించునపుడు ఆ ప్రక్రియను 'వికిరణము' అందుము. వికిరణము అనుపదము క్యూ = వెదజల్లుట అను సంస్కృతధాతువు నుండి జన్యము. ఆ ప్రసరించుశక్తి కాంతి, ఉష్ణము, విద్యుత్తు వీటిలో ఏది యైన కావచ్చును. వికిరణము ఎప్పుడును తరంగరూప ముననే జరుగును. సూర్యుడు ఈ శక్తి రూపములను అన్నిటిని అనంతముగా ప్రదేశములోనికి వెదజల్లు చున్నాడు. సూర్యుని నుండి వికిరణముగు తాపవికిరణ

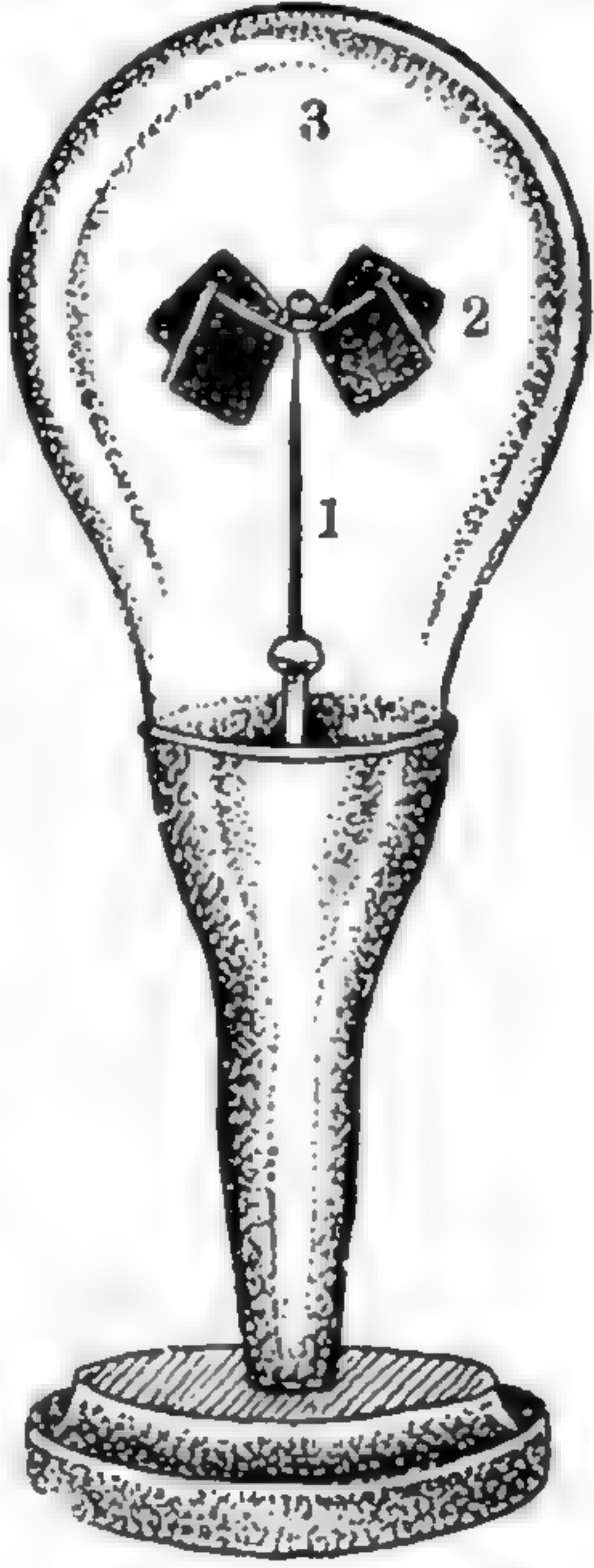


## విక్టర్ మైయర్ విధానము

మును, ముఖ్యముగా పరారుణ వికిరణము (ఇన్ ఫ్ర రెడ్ రేడియేషన్) ను గుర్తించుటకు కొలచుటకు ఉపయోగించు పరికరమునకు 'వికిరణమాపకము' (రేడియో మీటరు) అనిపేరు. వివిధ రకముల వికిరణ మాపకములు ఉన్నవి. అందు ముఖ్యమైనది క్రుక్స్ వికిరణ మాపకము.

క్రుక్స్ వికిరణ మాపకము : సర్ విలియమ్ క్రుక్స్ చే నిర్మితమైన మాపకము క్రింది పటములో కననగును. ఇందు ఒక కీలకము (1)పై సమక్షితిజముగా తిరుగు మిక్కిలి తేలికయైన చక్రము ఒకటి అమర్చి ఉన్నది. ఈ చక్రపు రేకుల కొనలకు ఎదురు జంటలుగా తేలికయైన అల్యూమినియముతో చేసిన పత్రములు (2) అతికి ఉన్నవి. ఈ పత్రములకు ఒక వైపు మెరుగు పెట్టిన తలము; రెండవ వైపు మసిపారించిన తలము. ఈ పరికరము అంతయు గాజు లేదా క్వార్ట్జ్ కు పెప్ప (3)లో ఇమడ్చబడియున్నది. కుప్పెలోపలిగాలి కొంత తీసివేయబడినది. సూర్యుని నుండిగాని, వేడివస్తువు నుండిగాని వికిరణము పత్రములపై బడినపుడు మెరుగుపెట్టిన తలములు ముందుకు పోవునట్లు చక్రము తిరుగ వారంభించును. ఈ పత్రచక్రము తిరుగుటకుగల ఉపపత్తి క్రింది విధమున చెప్పవచ్చును :

మసి పారించిన తలముపై బడిన వికిరణమును అది త్వరగా పీల్చుకొనును; అందుచే మెరుగు పెట్టినతలము కన్న అధికమగు త్వరలో వేడెక్కును. వాయువునకు చల్లటి ప్రదేశమునుండి వేడిగానున్న ప్రదేశమువైపు వీచు స్వభావము ఉన్నది కనుక మెరుగుపెట్టిన తలమునుండి అంచును చాటి మసిపారించిన తలమువైపు వాయు అణువులు ప్రాకును. దాని ఫలితముగా మసిపారించిన తలము మీద ప్రేషము కొంచెము అధికము అగును. అదేకారణమున మెరుగువైపు ప్రేషము తగ్గియుండును. అందుచే పత్రముల మెరుగుతలములు పురోగమించుదిశను చక్రము తిరుగును. ఇదిగాక బోలోమీటరు, రేడియోమైక్రో



క్రుక్స్ వికిరణమాపకము

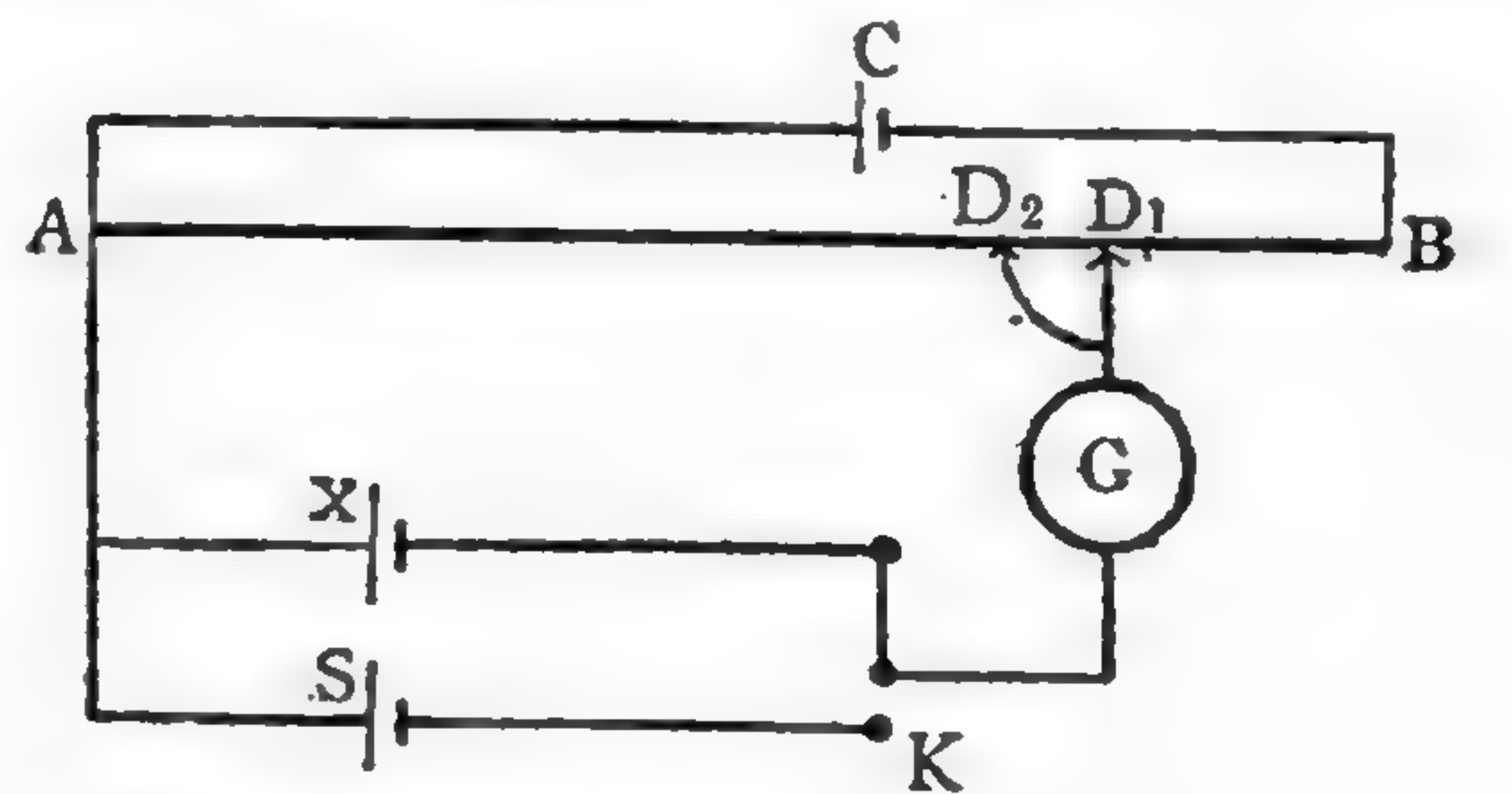
మీటరు, తెర్మోపైల్ అను ఇతరవికిరణ మాపకములు కూడ ఉన్నవి. మే. ప. న.

విక్టర్ మైయర్ విధానము : చూ. అణుభార నిర్ణయము - పు. 128.

విచూషణ వర్ణమాల : చూ. రాసాయనిక రచన భౌతిక ధర్మములు - పు. 582; వర్ణమాల - పు. 616.

విద్యుచ్ఛాలక బలము : గొట్టములో నీటిని ప్రవహించునట్లు చేయుటకు గొట్టముకన్న ఎత్తుగానున్న జలాశయములోని నీటి ఒత్తిడిగాని లేదా పంపుగాని కావలసి వచ్చినట్లు ఒకవిద్యుత్ వాహకముగుండా విద్యుత్తును ప్రవహించునట్లు చేయుటకు కూడ, అట్టి ఒత్తిడిగాని, పంపుగాని అవశ్యకము. ఒత్తిడిగాని, పంపుగాని బలమును నెరపి వాహకమందు విద్యుత్ ప్రవాహమును ప్రవర్తింప చేయును. ఈ బలమునకే విద్యుచ్ఛాలకబలము (ఎలక్ట్రో మోటివ్ ఫోర్స్) విద్యుత్తును ప్రవర్తింపజేయు బలము అని పేరు.

విద్యుచ్ఛాలకబలమాన పరికరము : AB అను సమాంద్రమై హెచ్చువిద్యుత్ నిరోధము గల తీగయొక్క కొనలకు C అను సంచాయకఘటము (అక్యూములేటర్) విద్యుత్ అగ్రములు కలువబడిఉన్నవి. ఈసంచాయకఘటము యొక్క విద్యుచ్ఛాలకబలము పరీక్షించవలసిన ఘటము యొక్క విద్యుచ్ఛాలకబలముకన్న ఎక్కువగా ఉండవలెను. C ఘటముయొక్క విద్యుత్ అగ్రములు ఏ దిశలోనున్నవో ఆదిశలోనే పరీక్ష్యఘటము (X) యొక్క అగ్రములనుండి పరీక్ష్యఘటము యొక్క ఒకకొనను తీగయొక్కకొన A తోను, రెండవకొనను గాల్వనీమీటరు (G) ద్వారా



విద్యుచ్ఛాలక బలమానపరికరము

తీగపై ఇటునటు కదలుటకు వీలుగానున్న D<sub>1</sub> అను ఖండమునకు తగిలించవలయును. గాల్వనీమీటరులో విద్యుత్ ప్రవాహసూచన లేకుండువరకు ఖండము యొక్క స్థానమును తీగపై అటుఇటు మార్చవలెను. అప్పుడు A D<sub>1</sub> ల మధ్యనున్న శక్త్యవ్యత్యాసము X యొక్క విద్యుచ్ఛాలకబలము (E<sub>n</sub>) నకు సరిగా ప్రతిగా నుండి



రెండును సమతాస్థితిలో ఉండును. ఇట్టి సమతాస్థితిలో తీగపై D యొక్క స్థానమును లెక్కించి తరువాత K అను మీట సహాయమున X వంతు తెలిసిన విద్యుచ్ఛాలకబలము ( $E_s$ ) గల S అను ప్రమాణఘటమును, వలయములో ఉంచి  $D_1$  ను ఇటునటు కదల్చి మరల గాల్వనీ మీటరులో ప్రవాహ సూచనలేనట్టి  $D_1$  స్థానమును కనిపెట్టవలయును. ఆ స్థానము  $D_2$  అని అనుకొందము. ఇప్పుడు  $AD_2$  ల మధ్య శక్త వ్యత్యాసము  $E_s$  కు సమానముగా ఉండును. తంత్రి సమ సాంద్రముగా ఉన్నది కనుక :

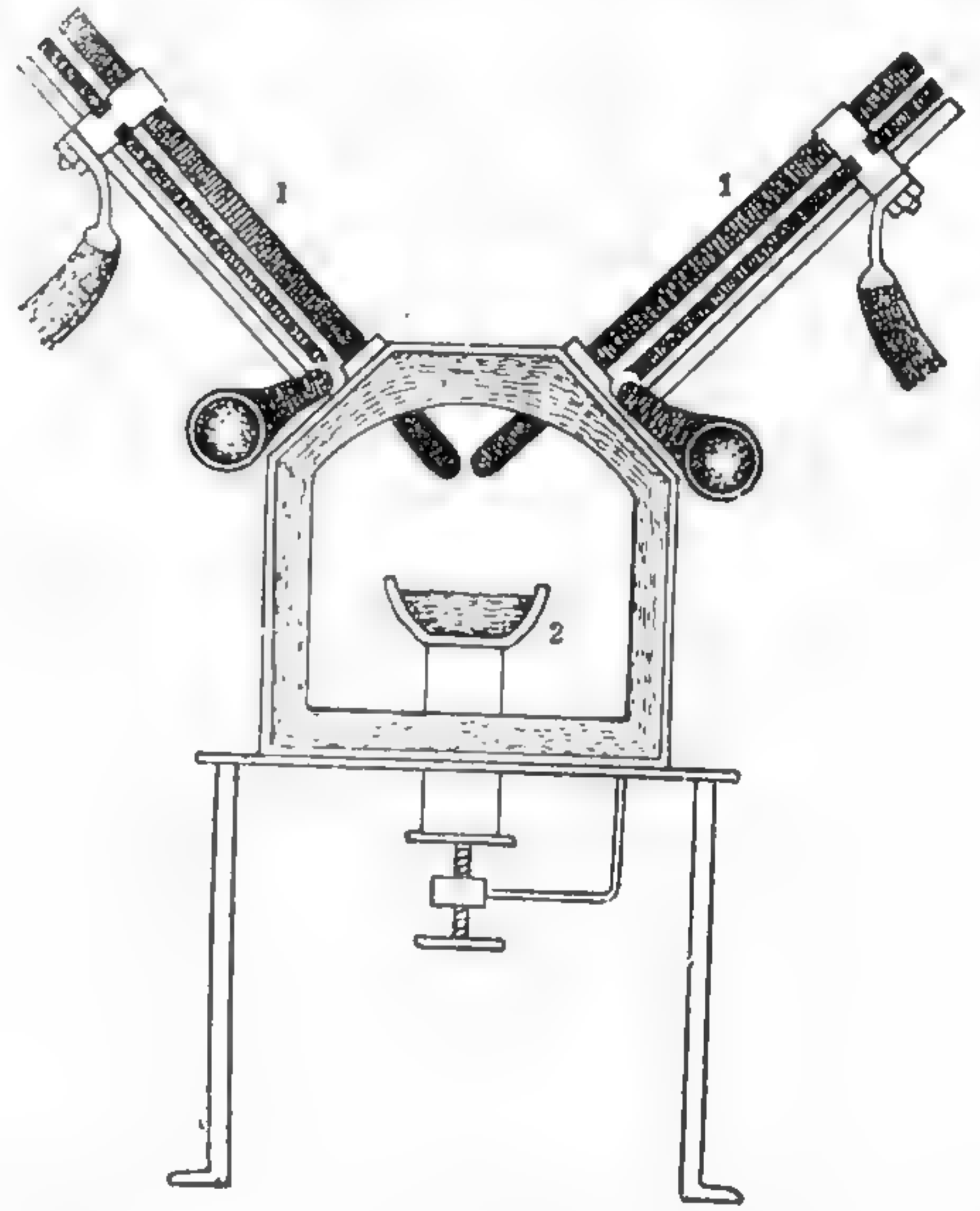
$$E_x = \frac{AD_1}{AD_2} E_s$$

$E_s$  అనగా ప్రమాణవిద్యుత్ ఘటముయొక్క విద్యుచ్ఛాలకబలము,  $AD_1$ ,  $AD_2$  పొడవులు తెలియును గనుక  $E_x$  ను సులభముగా లెక్కించవచ్చును. ఈ ప్రయోగములో సాధారణముగా వెస్ట్ ఘటమును ప్రమాణముగా వాడుదురు. (చూ. ప్రమాణఘటములు-పు. 487). ఈ ప్రయోగములో పరీక్ష్యఘట విద్యుచ్ఛాలకబలమును సంచాయక ఘట విద్యుచ్ఛాలకబలమునకు ఎదురుగా పెట్టి సమతాస్థితిలో నున్నదశలో పరీక్ష్యఘట విద్యుచ్ఛాలకబలమును నిర్ణయించవీలైనది కనుక ఈ విధానమునకు ప్రతికరణ (కాంపెన్ సేషన్) విధానము అని పేరు. దీనిని పోగెన్ డార్ఫ్ అను జర్మను భౌతికశాస్త్రవేత్త కనిపెట్టుటచే దీనిని 'పోగెన్ డార్ఫ్ ప్రతికరణ విధాన'మని కూడ అందురు. మే. వ. న.

**విద్యుత్ కొలిమి (ఎలక్ట్రిక్ ఫర్నెస్) :** విద్యుత్తును యాంత్రిక కార్యకరణమునకై ఉపయోగించునపుడు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు వాహకము ప్రత్యర్థించు నిరోధము నిరర్థకప్రతిబంధకము. కాని విద్యుత్తును వేడిచేయుపనికై ఉపయోగించునపుడు మనకు ఉపకరించునది విద్యుద్వాహక నిరోధమే. కాని విద్యుత్ విధానమున వేడిచేయుటలో ఖరచెక్కువైనను కొన్ని ఇతర విధానములలో లేని మెరుగులు ఉన్నవి. ఉష్ణతాశక్తి వ్యర్థముగ పైకిపోకుండ విద్యుత్ తాపమును వస్తువును వేడిచేయుటకు వాడుకచేయవచ్చును. ఇదిగాక, వేడిచేయు ద్రవ్యములకు ఇంధన తాపములో సంక్రమించు మాలిన్యము చేరకుండ విద్యుత్ తాపముచే వేడిచేయవచ్చును.

ముడిఖనిజముల నుండి వివిధ భౌతిక రాసాయనిక ప్రక్రియల సహాయమున ధాతువులను శుద్ధపరుచుచుండురు. ఖనిజములనుండి ధాతువులను విడదీయుటకుముందు ఆ ఖనిజములు ఆక్సిహరించ (రిడక్షన్) బడవలెను. ఆక్సి హరణప్రక్రియకు అధిక తాపక్రమమువద్ద అపారమైన

ఉష్ణత ఆవశ్యకము. ఈవేడిమిని ఆదిలో వంటచెరకును కొలుములలో కాల్చిపొందెడివారు. రానురాను విద్యుచ్ఛక్తిని ఉపయోగించి అధికతాపక్రమమును సాధించిరి. విద్యుత్తుఉష్ణతను ఒసంగు విద్యుత్ కొలుములను నిర్మించిరి. ఈకొలుములందు ఋజు (డి.సి), ఆవర్తి (ఎ.సి) విద్యుత్ ప్రవాహములు రెండును ఉపయోగపడును. విద్యుత్ కొలుములు మూడుతెగలుగ ఉన్నవి: 1. విద్యుత్ చాప (ఎలక్ట్రిక్ ఆర్క్ ఫర్నెస్) సహాయమున అధికతాపక్రమమును కలుగ జేయునవి; 2. విద్యుత్ నిరోధము (రెసిస్టెన్స్ ఫర్నెస్)



విద్యుత్ కొలిమి. 1, 1. కార్బన్ విద్యుదగ్రములు, 2. మూస.

ఆధారముగా అధికతాపక్రమమును కలుగ జేయునవి; 3. విద్యుత్ ప్రరోచన (ఇండక్షన్ ఫర్నెస్) ఆధారముగా పనిచేయునవి.

చాపవిద్యుత్ కొలుములందు కార్బన్ ద్రువములు ఉపయోగింతురు. ఈకొలుములసహాయమున మనకు కావలసిన తాపక్రమమును  $2000^{\circ}\text{C}$  నుండి  $2800^{\circ}\text{C}$  వరకు పొందవచ్చును. ఏరకపు వంటచెరకును ఉపయోగించినను ఈ తాపక్రమమును పొందుట దుర్లభము. ఈకొలుములు చౌకగ నీటిప్రవాహమునుండి విద్యుత్తును సాధించు ప్రదేశములలో ఎక్కువగ వాడుకలో ఉన్నవి. వీనిని ఉపయోగించుటవలన పొగ ఉండదు; కాని అధికతాపక్రమముల వద్ద ధాతువులు కొలిమియొక్క ద్రువముల కార్బన్ తో కలిసి ధాతుకార్బైడ్లు ఏర్పడుట, తద్వారా అల్క్యూమినియము, ఇనుము, ప్లాటినమ్ మొదలగు ధాతువులు పెళుసుగ అగుట మొదలైన అనర్థములుకూడ కలవు. ఈఅనర్థములను తొలగించుటకై ఆధునికముగ విద్యుత్



## విద్యుత్ ఘటములు

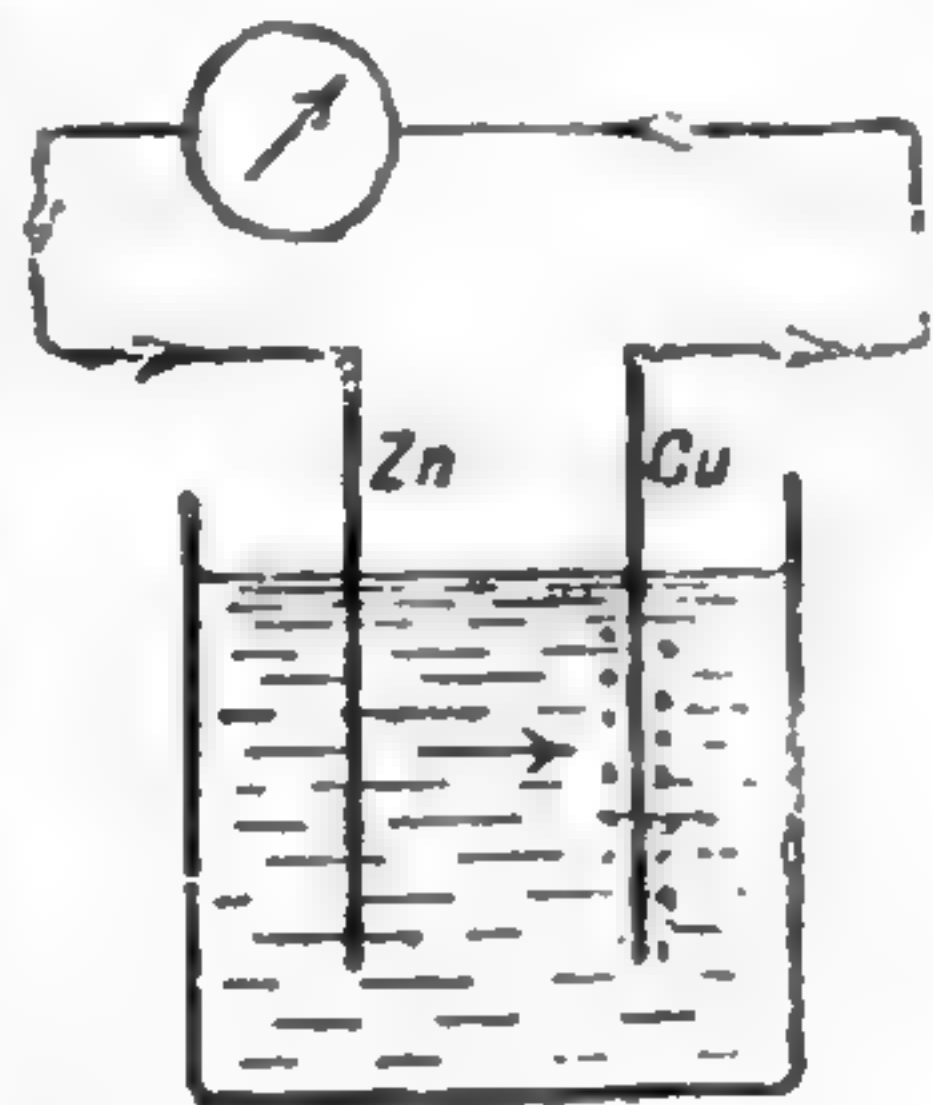
కొలుములలో నీటిచే చల్లదనమును పొందు ధాతువుతో చేయబడిన దిమ్మను ఋణధ్రువముగ ఉపయోగించుచున్నారు. కొలిమిలో ధాతువు ఋణధ్రువమువద్దకు చేరుకొనును. విద్యుత్ కొలుములను ఉపయోగించి: 1. ఉక్కు పటిమ, తన్యతను పెంచుచేసి ముడిఉక్కు ఖర్చును తగ్గించుచున్నారు; 2. ధాతుమిశ్రములను విరివిగ తయారుచేయుచున్నారు; 3. ధాతువులను సుళువుగ కరగించి పోత పోయుచున్నారు. ఏ. మా. శ.

**విద్యుత్ ఘటములు :** రాసాయనిక శక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుసాధనము విద్యుత్ ఘటము. వోల్టా అనుఇటలీదేశస్థుడు ఈసాధనమును తొలుత నిర్మించుటచే ఆ విజ్ఞానిగౌరవార్థము విద్యుత్ ఘటమునకు సామాన్య వోల్టాఘటమని నామకరణము చేసిరి.

సాధారణముగా విద్యుత్ ఘటమందు రెండు విభిన్న ధాతువుల పలకలు గాఢపాత్రలో సగముకుపైగా ఉన్న ద్రావణములో మునిగిఉండును. ఆద్రావణమునకు విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము (ఎలక్ట్రోలైట్) అని, ధాతువులపలకలకు విద్యుత్ అగ్రములని సాంకేతిక నామములు. సాధారణముగ రాగి, ఇనుము, జింకు, కార్బన్ మొదలగు వాటిలో ఏ రెండైనను విద్యుదగ్రములు కావచ్చును. ఉప్పు, మైలతుత్తము, అమోనియమ్ క్లోరైడ్, కాస్టిక్ సోడా ద్రావణములుగాని, సజలాప్లములుగాని విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రవ్యములుగా ఆచరించవచ్చును.

సామాన్య వోల్టా ఘటము: సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గల గాఢపాత్రలో రాగిపలకను జింకుపలకనుగాని లేదా వాటి కడ్డీలనుగాని ఎడముగ నిలబెట్టిన సామాన్యవోల్టా ఘటము ఏర్పడును. ఇందు సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ విద్యుత్ విశ్లేష్యము. రాగిపలక

యొక్క పైకొనకు ధనధ్రువమని, జింకు పలక యొక్క పైకొనకు ఋణధ్రువమని పేర్లు. ఈ రెండు ధ్రువములను తీగతో కలిపినచో ఆ తీగలలో విద్యుత్తు ధనధ్రువము నుండి, ఋణధ్రువము వైపు ప్రవహించును. 1 వ పటము : వోల్టాఘటము



ద్రావణములో విద్యుత్ ప్రవాహ మార్గము పైదానికి విపరీతముగ ఉండును. అనగా మొత్తము మీద ప్రవాహమందు ఒక వలయము ఏర్పడినదన్నమాట. విద్యుత్ వలయములు పూర్తియైననేగాని, ఘటమందు విద్యుత్తు ప్రవహించదు.

Cu : రాగిపలకము  
Zn : జింకుపలకము

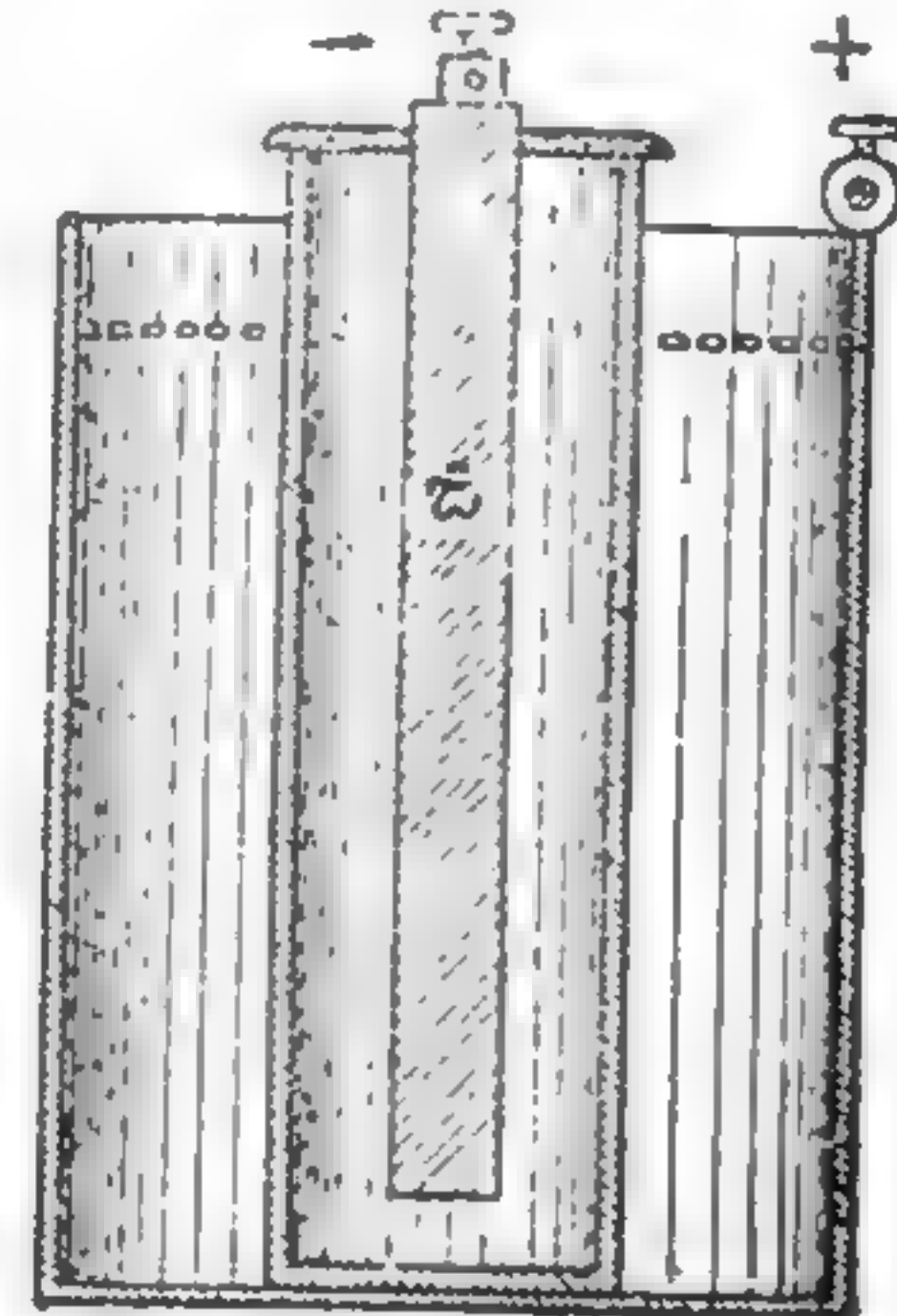
ఘటము పనిచేయు విధానము : చూ. విద్యుచ్ఛాలక బలము - పు. 632.

సామాన్యవిద్యుత్ ఘటములోని లోపములు : సామాన్య విద్యుత్ ఘటము పరిపూర్ణమైనది కాదు. అందు కొన్ని లోపములు ఉన్నవి. వాటిలో ముఖ్యముగ పేర్కొనవలసినవి రెండు: జింకు పైసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ రాసాయనిక చర్యవలన విడుదలయగు హైడ్రోజన్ పైకి పోక రాగి పలకనుచేరి, దాని ఉపరిభాగమునంతను కప్పివేయును. ఆకారణముచే విద్యుత్ ప్రవాహబలము క్రమముగ క్షీణించుటయేకాక ప్రతిఘటించు విద్యుత్ శక్తి (అపోసింగ్ పొటెన్షియల్) ఒకటి ఏర్పడును. ఈ సంఘటనను ధ్రువీకరణము (పోలరైజేషన్) అందురు.

అట్లుకాకుండ స్థిరమైన విద్యుత్ ప్రవాహముకొరకు హైడ్రోజన్ తో రాసాయనిక సంయోగమొందు ద్రవ్యములను ఘటములో ఉంచుదురు. అట్టివాటిని ధ్రువీభవన విధ్వంసకములు (డిపోలరైజర్స్) అందురు. ఈ ద్రవ్యములు హైడ్రోజన్ ని ఆక్సికరణ మొనర్చి హైడ్రోజన్ బుడగలను రాగిపలకమీద చేరకుండ చేయును.

జింకుపలకలో రాగి, కార్బన్, ఇనుము మొదలగు మలినములు ఉండును. అట్టియెడ పలకలో స్థానికముగా చిన్నచిన్న వోల్టాఘటములు ఏర్పడి జింకుపలక త్వరగా తరిగిపోవును. ఈలోపమునే 'స్థానికక్రియ' అందురు. జింకుపలకపై పాదరసమును పూసి ఈలోపమును సవరింపవచ్చును. దీనిని పారదీకరణము (అమ్మల్గమేషన్) అందురు. పూతగానున్న పాదరసము స్వచ్ఛమైన జింకునే విద్యుత్ విశ్లేష్యమునకు అందిచ్చి, మలినద్రవ్యములను దాచిపెట్టును.

సామాన్యవిద్యుత్ ఘటములో కానవచ్చిన లోపములను



2 వ పటము :  
డేనియల్ ఘటము

వేర్వేరు శాస్త్రజ్ఞులు వేర్వేరు రీతులుగ సవరించి తృప్తికరమైన విద్యుత్ ఘటములను నిర్మించిరి. డేనియల్ ఘటము, లక్లాన్సేఘటము మున్నగునవి అట్టివే.

**డేనియల్ ఘటము :** ఒక రాగి పాత్రలో గాఢ మైలతుత్త ద్రావణము ఉండును. అందులో సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గల మట్టిపాత్ర ఉండును.

ఆసిడ్ లో పాదరసపు పూతగల జింకుకడ్డీ (జి) కొంత భాగము మునిగి ఉండును. దీని పైకొన ఋణధ్రువము, రాగిపాత్ర పైఅంచు ధనధ్రువము. జింకుకడ్డీ పాద



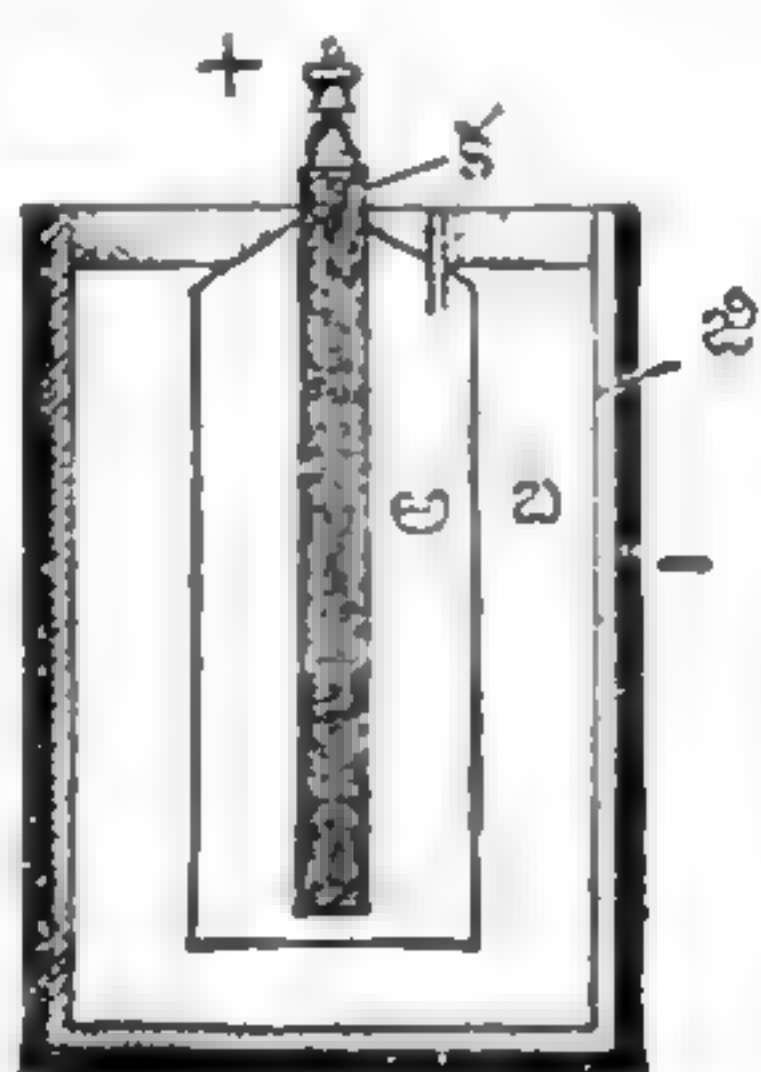
రసపుపూత కలిగినదగుటచే స్థానికక్రియ ఉండదు. ఈ ఘటమందు మైక్రోజన్ ఉద్భవించుటకు అవకాశము లేమిచే ద్రువీకరణము ఉండదు. డేనియల్ ఘటముయొక్క విద్యుత్ ప్రేషము (వోల్టేజీ) 1.07 వోల్టులు ప్రయోగ శాలలో స్థిరముగనుండు విద్యుత్ ప్రవాహబలము అవసరమైనపుడు దీనిని ఉపయోగింతురు. విద్యుత్ ఘటము వాడుకయందు లేనపుడు ద్రావణములు ఉండు పాత్రలు వేర్యేరుగ ఉంచుదురు.

లక్లాన్జే ఘటము: వెలుపలి గాజు పాత్రలో విద్యుత్ విశ్లేష్యముగ నవాసార ద్రావణము ఉండును. ఋణద్రువముగ జింకుకడ్డి (జి) ఇందు నిలచియుండును. నడుమనున్న మట్టిపాత్ర (క)లో ధనద్రువముగ కార్బన్ పలక, దానిని చుట్టి మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్, కార్బన్ చూర్ణముల మిశ్రము ఉండును. ఇందు మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ద్రువీభవన విధ్వంసకముగ ఉన్నది. కాని ఈచర్యచురుకుగా జరుగనందున త్వరలో ద్రువీకరణము అంకురించును. కనుక విద్యుత్ ఘటమునకు అప్పుడప్పుడు విశ్రాంతి చేకూర్చ వలయును. కొలదికాలముమాత్రమే విద్యుత్ ప్రవాహము అవసరముగ తెలిఫోన్ విద్యుత్ ఘట వలయములలో దీనిని ప్రత్యేకముగా వాడుదురు. దీని విద్యుత్ ప్రేషము 1.5 వోల్టులు.

నిరార్ద్ర ఘటము (డ్రై సెల్): ఇది లక్లాన్జే ఘటమునకు రూపాంతరము. దీనిలో ద్రవ్యమేదియును ద్రవస్థితియందు ఉండని కారణమున సులభముగ వెంటతీసికొని వెళ్ళుటకు అనుకూలించు టార్పిలైటులలోను, ట్రాన్సిస్టార్ పరికరములలోను వాడబడుచున్నది. వెలుపలి జింకు పాత్ర (జి) ఋణద్రువము, నడుమనున్న కార్బన్ కడ్డి (క) ధనద్రువము. ఇందు విద్యుత్ విశ్లేష్యము పూర్తిగ ద్రవముగ కాక కొద్దిగ జలము కలిసినముద్దగా ఉండును. ఈ ముద్ద గ్లినరీన్, మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్, కార్బన్ పొడి, జింకు క్లోరైడ్ మిశ్రము. ఇది కార్బన్ కడ్డినిచుట్టి, ఘటములో జింకుపాత్ర, కార్బన్ కడ్డిల మధ్యభాగమున దట్టించ



3 వ పటము: లక్లాన్జే ఘటము



4 వ పటము: నిరార్ద్ర ఘటము

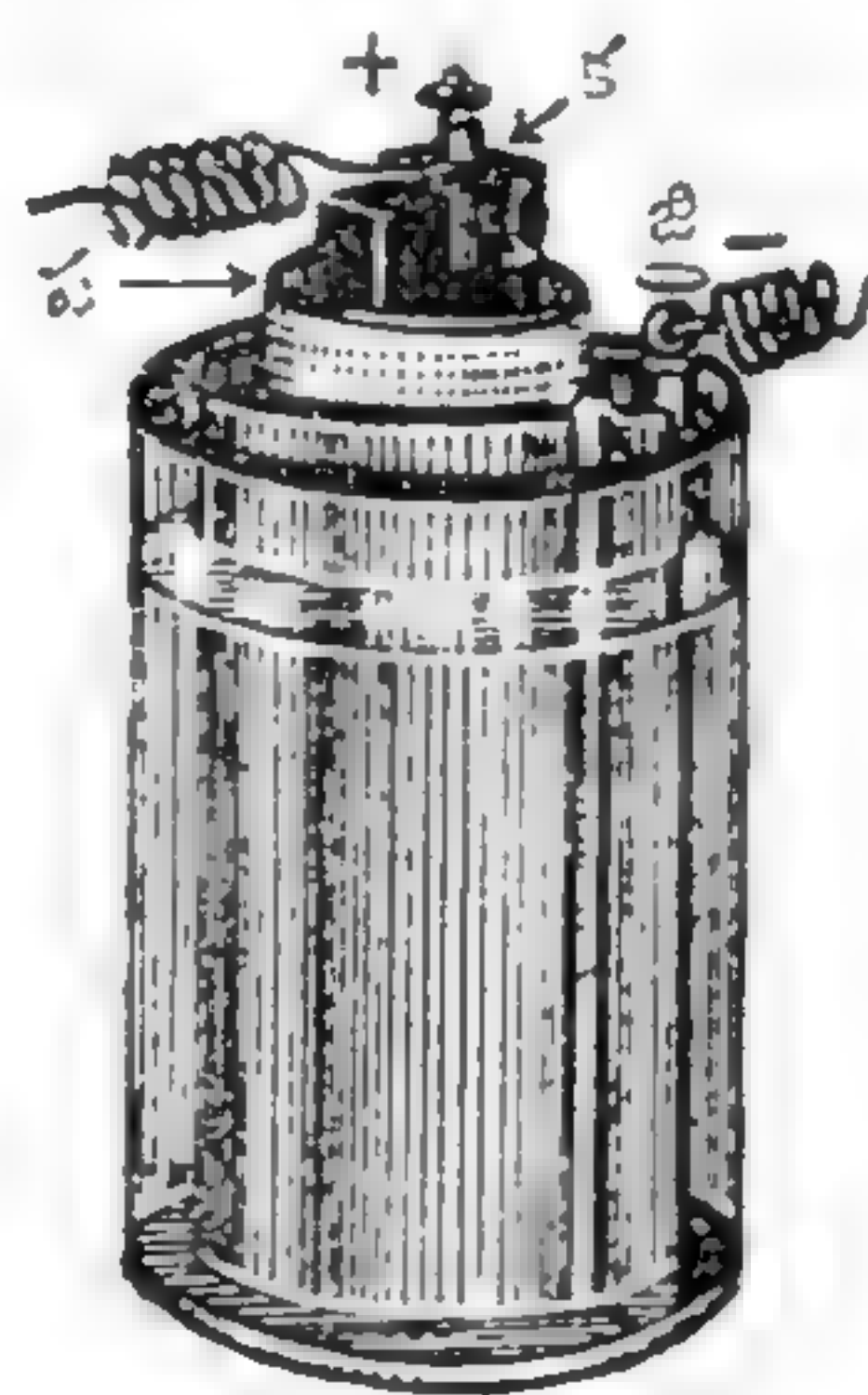
బడును. పాత్ర అడుగుభాగమున రంపపు పొట్టువంటి శోషణపదార్థము ఉండును. ఘటములో ఉపయోగించక ముందు ఈ ద్రవ్యమును నవాసారము, జింకుక్లోరైడ్ ద్రావణములో నానబెట్టుదురు.

నిరార్ద్ర ఘటమున ఉపయోగింపబడిన మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ద్రువీభవన విధ్వంసకముగ వ్యవహరించుచున్నది.

బైక్రోమేట్ ఘటము: ఈ ఘటములో పొటాసియమ్ బైక్రోమేట్, నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, మర్క్యురస్ సల్ఫేట్, నీరు, నియమిత భాగములలో కలుపగా ఏర్పడిన ద్రావణము విద్యుత్ విశ్లేష్యముగ పనిచేయుచున్నది. ఇందు నిలచి ఉండిన పలకలలో ఇరుప్రక్కల నున్న కార్బన్ పలకలుచేరి ధనద్రువము; కార్బన్ పలకలకు నడుమ నుండి పారరసము పూయబడిన జింకుపలక ఋణద్రువము. పొటాసియమ్ బైక్రోమేట్ ద్రువీభవన విధ్వంసకముగా వ్యవహరింపబడుచున్నది. ఘటము వాడుక యందు లేనపుడు జింకు పలకను ద్రావణము నుండి పైకెత్తి ఉంచుటకు ఏర్పాటు కలదు. దీని విద్యుత్ ప్రేషము 2 వోల్టులు.

ఇది బలమగు విద్యుత్ ప్రవాహమును ఇచ్చును.

బున్ సెన్ ఘటము: ఇందు సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ విద్యుత్ విశ్లేష్యముగ పనిచేయుచున్నది. పాదరసపుపూత



6 వ పటము: బున్ సెన్ ఘటము

గలిగి స్తూపాకారముగా వంగియున్న జింకు రేకు ఋణద్రువము (జి). ఇది సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో సగమునకు పైగా మునిగి ఉండును. ఈ ఋణద్రువమునకు నడుమ నున్న మట్టి పాత్రలో గాఢనైట్రిక్ ఆసిడ్ ఉండును. అందు ఉంచబడిన కార్బన్ పలక (క) ధనద్రువము. గాఢనైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్క ఉపయోగము ఘటములో ద్రువీకరణము జరుగకుండా అరికట్టు

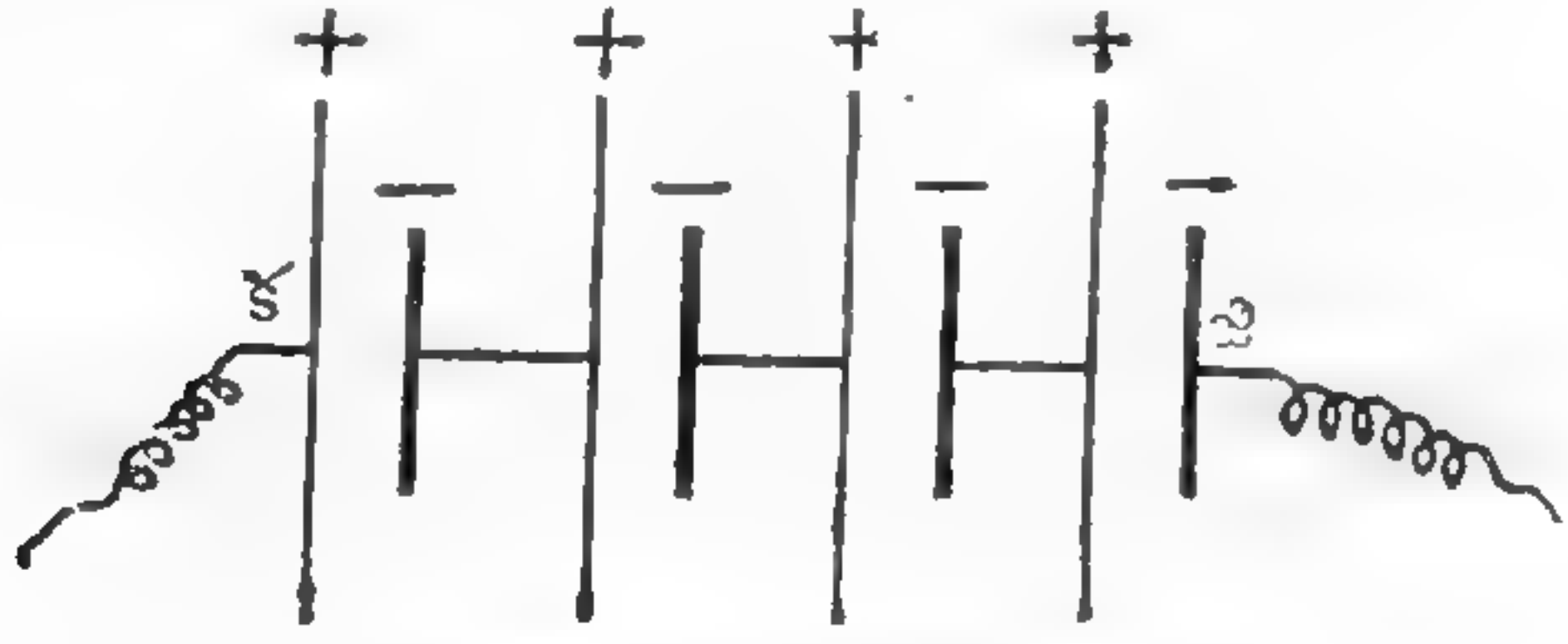
టయే. ఈ ఘటముయొక్క విద్యుత్ ప్రేషము 1.9 వోల్టులు.

ప్రయోగములకు బలమగు విద్యుత్ ప్రవాహము కావలసి ఉండిన ఒకేరకమగు ఘటములను కొన్ని చేర్చి ఘటమాలను ఏర్పరచెదరు. 7 వ పటమున (చూ. పు. రీ36) వరుసఘటమాల (బేటరీ ఇన్ సీరీస్) ను ఏర్పరచు విధానము చూప



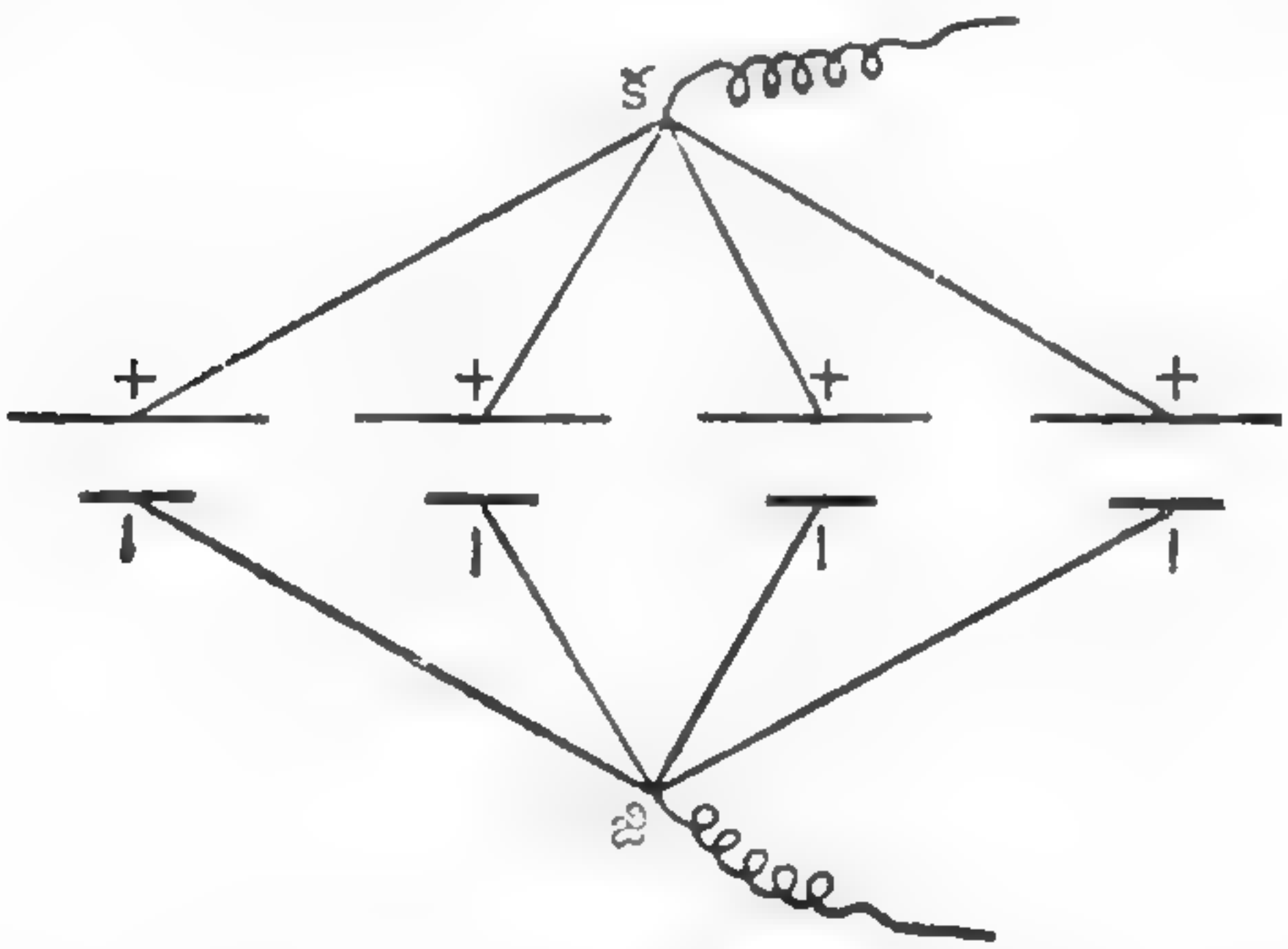
## విద్యుత్ తరంగములు - నిస్తంత్రీ

బడినది. ఆ విధానములో మొదటి ఘటముయొక్క ఋణ ధ్రువమును రెండవ ఘటము యొక్క ధనధ్రువము



7 వ పటము : వరుసఘటమాల

తోను, దానియొక్క ఋణధ్రువమును మూడవఘటము యొక్క ధనధ్రువముతోను వరుసగా విద్యుత్ యుతముగా కలిపి, చిట్టచివరి ఘటము యొక్క ఋణధ్రువమును మొదటి ఘటము యొక్క ధనధ్రువముతో కలుపుట మూలముగా విద్యుత్ వలయము పూర్తి అగును. వరుస ఘటమాలయొక్క విద్యుత్ ప్రేషము అందు ఉపయోగించిన ఘటముల విద్యుత్ ప్రేషముల మొత్తమునకు సమానము. 8 వ పటమున సమానాంతరఘటమాల (బ్యాటరీ



8 వ పటము : సమానాంతరఘటమాల

ఇన్ పేరలల్) ను ఏర్పరచు విధానము చూపబడినది. ఇందు ఘటమాలలో ఉపయోగించబడిన ఘటముల ధనధ్రువములన్నియు కలుపబడును. ఘటమాలకు ధనధ్రువము ఇదియే. అట్లే ఋణధ్రువములు కూడ కలుపబడును. ఇది ఘటమాల యొక్క ఋణధ్రువము. సమానాంతర ఘటమాలయొక్క విద్యుత్ ప్రేషము దానిలోని ఒకే ఒక విద్యుత్ ఘటము యొక్క విద్యుచ్ఛాలక బలమునకు సమానము. చ. స. నా.

**విద్యుత్ తరంగములు - నిస్తంత్రీ :** విద్యుత్ తరంగములని వ్యవహరింపబడుచున్న విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగములనుగూర్చి తెలిసికొనుటకు ముందుగా విద్యుచ్ఛక్తినిగూర్చియు, ఆయస్కాంతశక్తినిగూర్చియు కొన్ని ముఖ్యవిషయములు తెలిసికొనవలసి ఉన్నది.

స్థిరవిద్యుత్తు యొక్క ధర్మములను గ్రహించి, దాని నిజ స్వరూపమును తెలిసికొన్న శాస్త్రజ్ఞులలో ఫారడే (చూ. పు. 496) అగ్రగణ్యుడు. విద్యుత్ ప్రవాహమున్న చోటను అయస్కాంతత్వము ఆవరించి ఉండునను విషయమును అర్ వైడ్ (చూ. పు. 154) కనిపెట్టినతరువాత ఫారడేకు ఒక గొప్పఊహ తట్టినది.

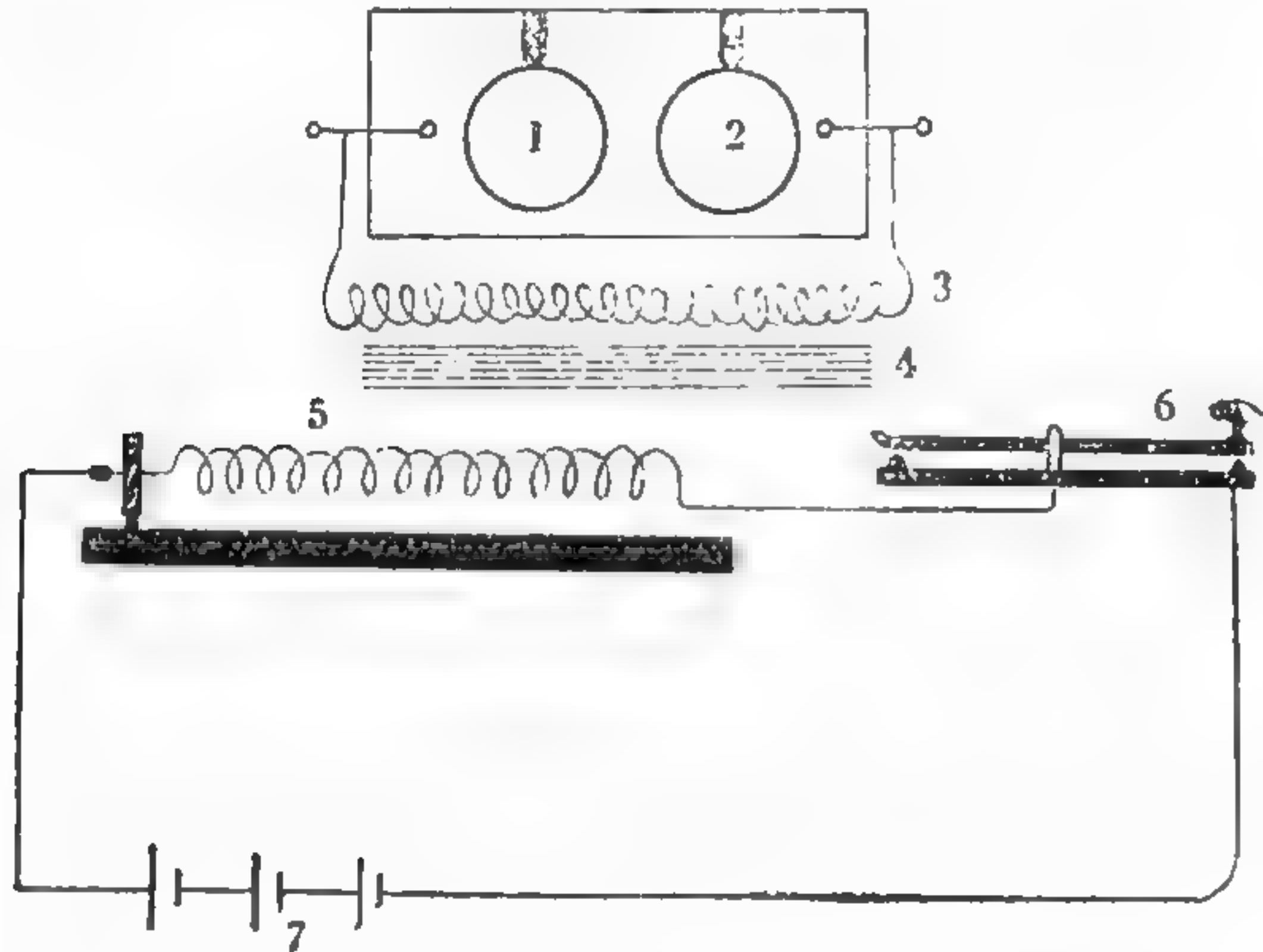
విద్యుత్ ప్రవాహము అయస్కాంతత్వము పుట్టుటకు కారణము అయినపుడు, అయస్కాంతత్వము విద్యుచ్ఛక్తి జనించుటకు కారణము కాకూడదా? అని ఫారడే ఊహించినాడు. ఆవిషయమై అనేకపరిశోధనలు చేసి 1831 లో విద్యుత్ అయస్కాంతప్రరోచనమును ఆయన కనిపెట్టెను. అయస్కాంతశక్తి మారుచున్నపుడే విద్యుత్ ప్రవాహము కలుగుచున్నదని ప్రయోగమువలన రుజువైనది. ఇదే నేటి విద్యుత్ యంత్రయంత్రమునకు పునాది (చూ. డై నమో - పు. 360).

విద్యుత్తు స్థిరముగా ఉన్నప్పుడు అయస్కాంతత్వము ఉండదు. కాని విద్యుత్తు చలించినప్పుడు దానిని అనుసరించి అయస్కాంతత్వముకూడ ఉండును. ఆరీతిగనే అయస్కాంతత్వము స్థిరముగానున్నపుడు దానివలన విద్యుత్ ప్రవాహము కలుగదు. కాని అయస్కాంతత్వము మారినపుడు మాత్రము విద్యుత్ ప్రవాహము కలుగవచ్చును. ఫారడే పరిశోధనలవలన తెలిసిన ముఖ్యవిషయములు ఇవి. ఇంతే గాక అయస్కాంతత్వము విద్యుచ్ఛక్తి పరిసరములలో కలిగించుమార్పులు సర్వవ్యాపియగు ఈతర్ (చూ. పు. 213) అను వస్తువుయందు కలుగు విరూపతవలననే అని ఫారడే ఊహించెను.

**నిస్తంత్రీ :** విద్యుత్ స్ఫులింగమువల్ల విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగములను సృజింపజేయువిధము తెలిసిన వెంటనే వీటిని ఉపయోగించి తీగలు లేకుండా తెలిగ్రాఫు వార్తలను పంపవచ్చునని చాలామంది ఊహించిరి. కాని హేర్ట్స్ నకు మాత్రము ఆ నమ్మకము కుదుర లేదు. సెకనుకు కోట్లకొలదిసార్లు స్పందించు ఈ తరంగముల వల్ల తెలిగ్రాఫు యంత్రములలోని కడ్డీగాని, తెలిఫోను లోని రేకుగాని కదలుటకు వీలుండదని ఆయన చెప్పెను. అందుచే ఆ ప్రయత్నమును కూడ హేర్ట్స్ తల పెట్ట లేదు. కాని చాలామంది శాస్త్రపరిశోధకులు ఈవిషయమై పరిశోధనలు చేయగా మొట్టమొదటిసారి విజయమును పొందిన వాడు మార్కోనీ (చూ. పు. 532) అను ఇటలీ దేశస్థుడు. ఆచార్య రిఫీ చేసిన ప్రయోగములు చూచి ఆ పరిశోధనల వలన ముగ్ధులైన నాటి యువకులలో మార్కోనీ ఒకడు.

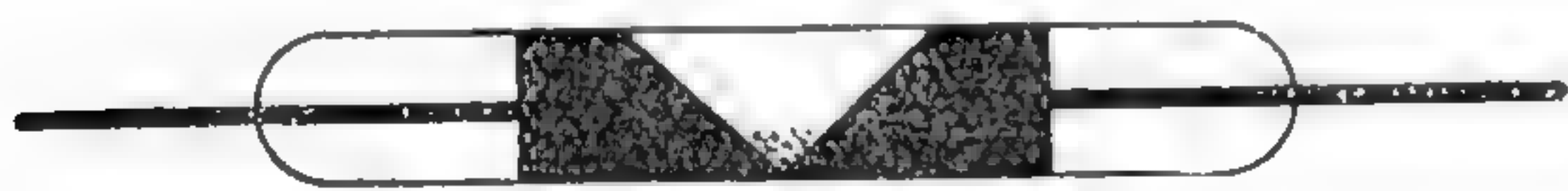


మార్కోనీకి విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగములయందు ఎక్కువగా అభిరుచి ఏర్పడినది. తన ఇంటిలోనే ప్రయోగములుచేసి, తీగలు లేకుండా టెలిగ్రాములను పంపించు విధానమును కనుగొనెను. ఈతడు ఇంగ్లండు వెళ్ళి తన యంత్రమును చూపగనే, బ్రిటిష్ పోస్టల్ ఇంజనీర్ ప్రీన్ ఇతనికి ప్రోత్సాహమును ఇచ్చెను. మార్కోనీ ఉపయోగించు విధానము 1వ పటములో చూపబడినది.



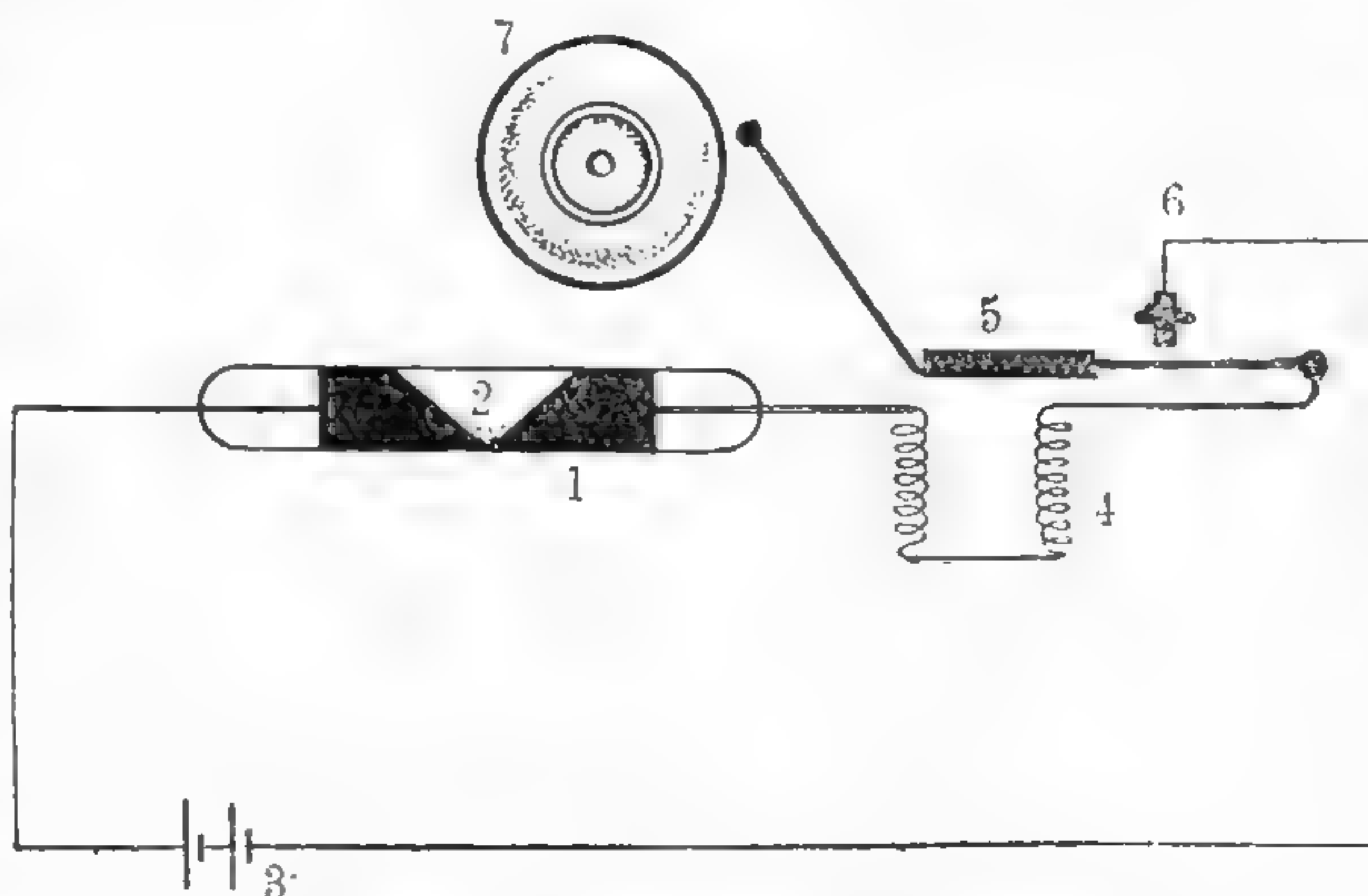
1వ పటము : మార్కోనీ స్ఫులింగతరంగజనకము  
1, 2, ఇత్తడిగుండ్లు ; 3, పరివర్తక ద్వితీయవేష్టనము  
4, పరివర్తకము యొక్క ఆయనగర్భము ; 5, పరివర్తకము  
యొక్క ప్రథమవేష్టనము ; 6, మీట ; 7, బ్యాటరీ.

టెలిగ్రాఫుమీటను నొక్కినపుడు ప్రరోచనవేష్టనమువలన ఇత్తడి గుండ్లమధ్య స్ఫులింగములు పుట్టి వాటి మూల



2వ పటము : మార్కోనీ గ్రాహకము - కోహిరరు

ముగా తరంగములు ప్రసరించును. ఆ తరంగములను కనుగొనుటకు ఉపయోగించిన గ్రాహకము 2వ పటములో చూపబడినది. ఇటువంటి దానిని బ్రాన్లీ అను ఫ్రెంచ్ పరిశోధకుడు ఉపయోగించెను. దానిలో కొన్ని మార్పులు చేసి సున్నితముగా పనిచేయునట్లు తయారు చేయుటయే మార్కోనీ ప్రజ్ఞ. సుమారు రెండంగుళముల పొడవు గల గాజు గొట్టములోని 1. కోహిరరు సమగ్రపరికరము ; 2. లోహపు పొడి ; 3. బ్యాటరీ ; 4. ప్రరోచనవేష్టనము ; 5. అయస్కాంతము ; 6. మీట ; 7. గంట సున్నితమైన సాధనమును



3వ పటము : పనిచేయుచున్న గ్రాహకము

1. కోహిరరు సమగ్రపరికరము ; 2. లోహపు పొడి ; 3. బ్యాటరీ ; 4. ప్రరోచనవేష్టనము ; 5. అయస్కాంతము ; 6. మీట ; 7. గంట సున్నితమైన సాధనమును

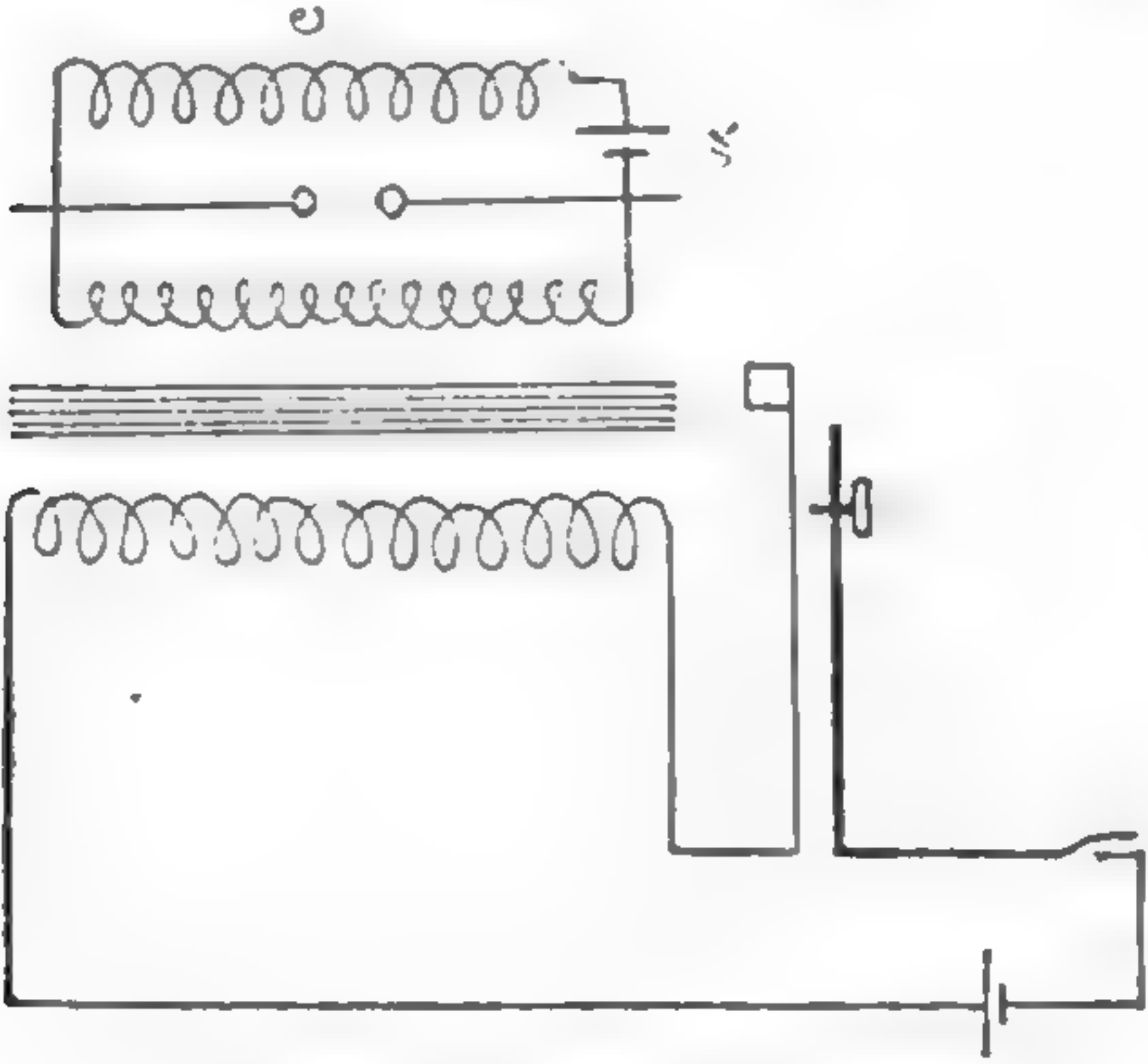
మెత్తని ఇనుప రజను ఉన్నది. గొట్టములోనుంచి రాగి తీగలతో కడ్డీలకు విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపవచ్చును. సాధారణముగా ఇనుప రజను యొక్క నిరోధమువలన విద్యుత్ ప్రవాహము చాల స్వల్పముగా ఉండును. అందువలన పైని చెప్పిన విధముగా గంటను మ్రోగించు ఏర్పాటులో విద్యుత్ ప్రవాహము గ్రాహకము ద్వారా పోవునట్లు చేసినపుడు ఆ గంట మ్రోగదు. కాని ప్రరోచన వేష్టనము యొక్క మీట నొక్కగానే కలిగిన తరంగములవల్ల గ్రాహకములోని ఇనుపరజను అతుకు కొని దానివల్ల నిరోధము తగ్గి వెంటనే గంట మ్రోగును. తరంగములు ఆగిపోయినప్పటికిని గంట మ్రోత మాత్రము నిలువదు. కాని గ్రాహకముపై చిన్న దెబ్బవేసి, ఇనుప రజను కదలించిన గంట మ్రోత నిలిచిపోవును. తిరిగి వేష్టనపుమీటను నొక్కగానే గంట మ్రోగును. గంట మ్రోత మొదలుపెట్టగానే గ్రాహకముపై దెబ్బవేసి నిలుపుటకు మార్కోనీ ఏర్పాటుచేసెను. ఇట్లు పనిచేయుచున్న గ్రాహకము 3వ పటములో చూడనగును. ఇది మొట్టమొదటిసారి తీగలు లేకుండా టెలిగ్రాఫు వార్తలను కొద్ది మైళ్ళ దూరము పంపిన విధానము.

స్ఫులింగ ప్రేషకము (స్పార్క్ ట్రాన్స్ మిటర్): విద్యుత్ తరంగములను ఉపయోగించు విధానము స్థిరపడిన తరువాత టెలిగ్రాములను ఎక్కువ దూరమునకు పంపుటకు మార్కోనీ తన యంత్రములలో చాల మార్పులను చేసెను. అందులో ముఖ్యమైనవి రెండు: (1) స్ఫులింగము పుట్టించు యంత్రములోని 'ల' అను ఒక తీగచుట్టను 'క' అను కండెన్సర్ కు జతపరచుట. ఇది ఆలివర్ లాజ్ కనిపెట్టిన సౌకర్యము. దీనివల్ల టెలిగ్రాఫు యంత్రమునుండి వెలువడిన విద్యుత్ తరంగములకు నియమిత పౌనఃపున్యము కొంతవరకు ఏర్పడును. అందువలన వేర్వేరు ప్రసార కేంద్రముల నుండి వెలువడిన తరంగములకు వేర్వేరు పౌనఃపున్యములను నిర్ణయించి ఒకే సమయములో చాల యంత్రములను పనిచేయించుటకు వీలుపడును ; (2) గ్రాహకమునకు బదులుగా మార్కోనీ కనిపెట్టిన అయస్కాంత గ్రాహకము అను సున్నితమైన సాధనమును



## విద్యుత్ తరంగములు - నీ స్త్రోత్ర

ఉపయోగించుట. ఈ రెండు మార్పులవలనను, పెద్ద యంత్రములను నిర్మించుటవలనను 1901 లో మార్కోనీ



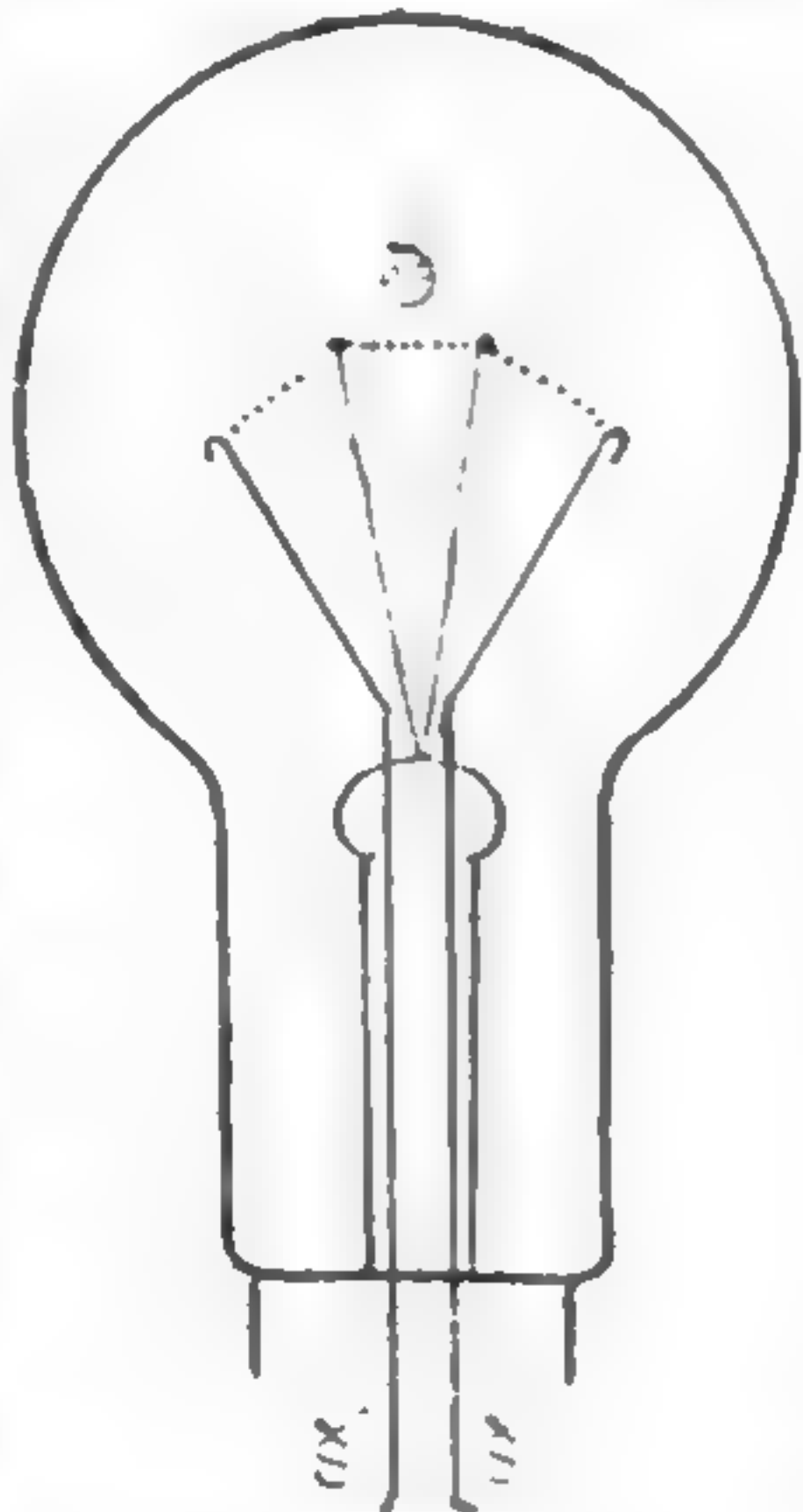
4 వ పటము : స్పృలింగ ప్రేషకము

అట్లాంటిక్ సముద్రము అవలకు విద్యుత్ తరంగములతో వార్తలను పంపగలిగెను. నాటినుండి ఈ తరంగములను నౌకలలోను, నౌకాశ్రయములలోను వాడుకొను అలవాటు వచ్చినది. 4 వ పటములో స్పృలింగ ప్రేషకము యొక్క విధానము చూపబడినది.

పైని చెప్పిన స్పృలింగ ప్రేషకము పంపించు విద్యుత్ తరంగములు కొంతకాలమైన తరువాత ఊడించు స్వభావము కలిగి. నేటి ప్రేషకములలో అవిరత విద్యుత్ తరంగములను పంపు పరికరములను వినియోగించుచున్నారు. ఈ రెండవ రకపు ప్రేషకములలో విద్యుత్ వేప్తనములో రేడియోవాల్వును ఉపయోగించి తరంగములను పంపు పరికరము ముఖ్యమైనది.

రేడియోవాల్వు: దీనినే కొందరు రేడియో ట్యూబ్ అనికూడా అందురు. రేడియో వాల్వు పనిచేయు విధానము బోధపరచుకొను ముందు క్రింది విషయములను మనము తెలిసికొనవలెను.

ఆడిసన్ ఫలితము: విద్యుత్ దీపములను తయారుచేయుటకు ప్రారంభించిన వారిలో ఆడిసన్ (చూ. పు. 171) అగ్రగామి. ఈతడు నిర్మించిన దీపములో 5 వ పటములో చూపినట్లు 'త' అనునది కార్బన్ తీగ. 'క, క' అనునది కార్బన్ తీగ. 'క, క' అను తీగల ద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినపుడు ఆ కార్బన్ తీగ వేడెక్కి

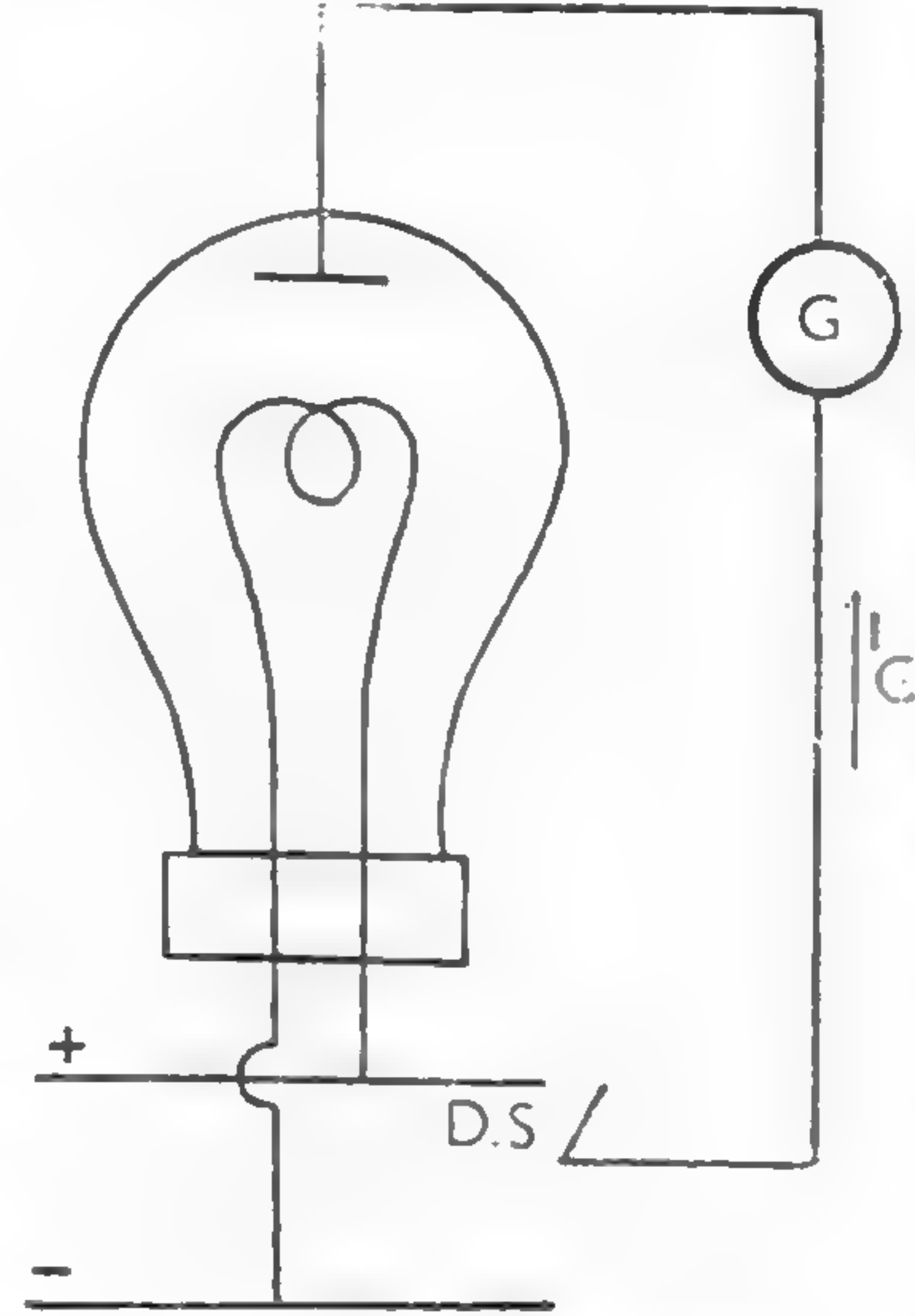


5 వ పటము : ఆడిసన్ విద్యుత్ దీపము

ఆడిసన్ విద్యుత్ దీపము

కార్బన్ తీగ వేడెక్కి

వెలుతురును ఇచ్చును. గాజు కుప్పెలోని గాలిని తీసి వేయుటవలన కార్బన్ తీగ కాలిపోకుండా నిలిచి వెలుగునని తెలిసిన విషయమే. కాని ఈ దీపములు కొన్ని గంటలు



6 వ పటము : ఆడిసన్ ఫలితము

రేకు ఒకటి అమర్చబడినది. G అనునది విద్యుత్ ప్రవాహమును చూపు గాల్వనీమీటరు. దీపమును విద్యుత్ ఘటమాలతో వెలిగించి రేకును గాల్వనీమీటరు ద్వారా విద్యుత్ ఘటమాలయొక్క ధనాగ్రమునకు తగిలించినపుడు G లోని ముల్లు విద్యుత్ ప్రవాహమును సూచించెను. ఈ ప్రవాహము గాజు కుప్పెలో తంత్రినుండి రేకువైపునకు పోవుచున్నట్లు రూఢి అయ్యెను. విద్యుత్ ఘటమాల యొక్క ఋణాగ్రమునకు రేకును తగిలించినపుడు విద్యుత్ ప్రవాహము ఏర్పడలేదు. ఈ విచిత్ర సంఘటనను ఆడిసన్ కనిపెట్టుట వలన దీనికి 'ఆడిసన్ ఫలితము' అని పేరు వచ్చెను. ఇది 1883 లో ఆడిసన్ కనుగొనిన విషయము. దీనిని గూర్చి ఆడిసన్ మాత్రము తిరిగి పరిశోధన చేయలేదు.

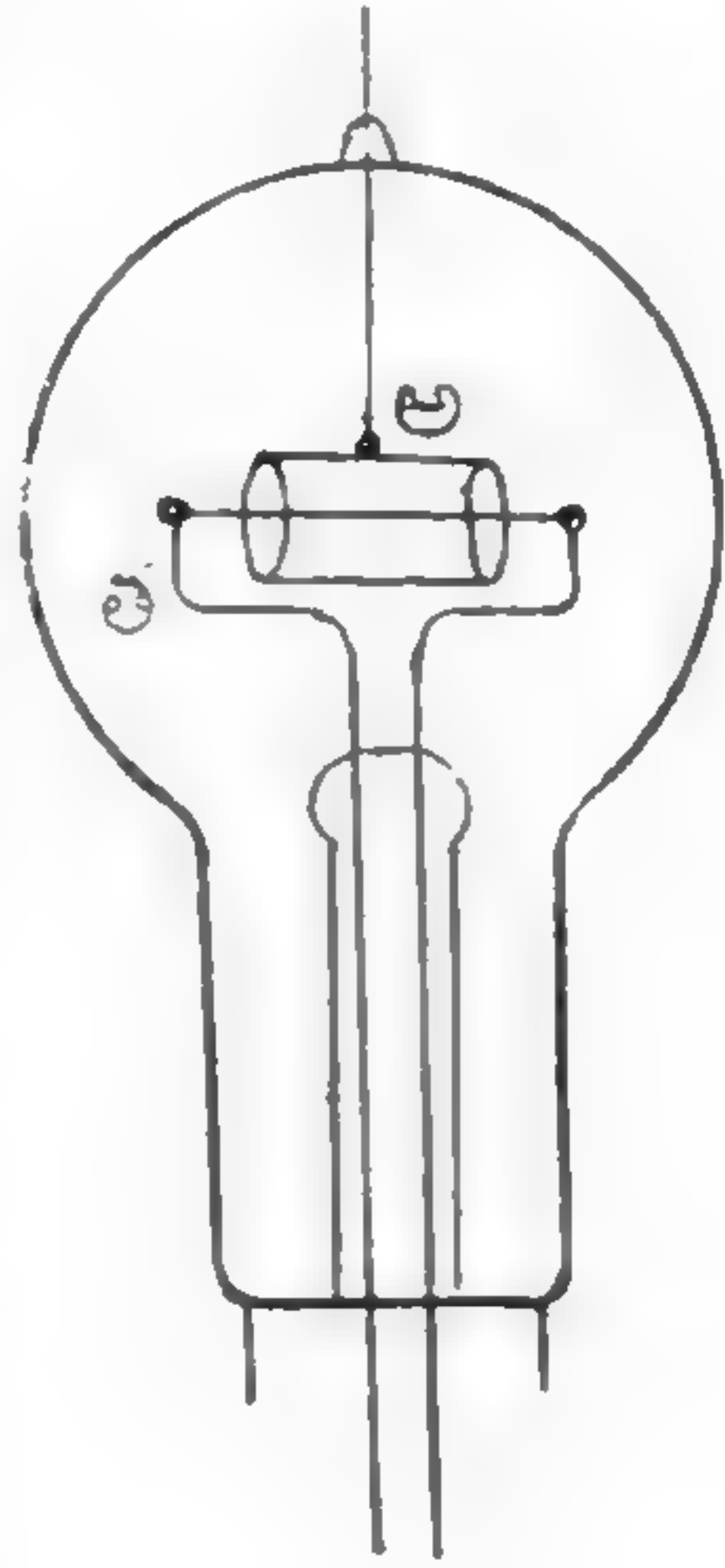
ఆడిసన్ ఫలితమునకు కారణము తెలిసికొనుటకై ఎందరో విజ్ఞానులు ప్రయోగములు చేసిరి. వారిలో బ్రిటిష్ విజ్ఞాని ఫ్లేమింగ్ ఒకడు. ఆడిసన్ ఫలితమును వివరించుటకు గావించిన పరిశోధనలను ఆధారము చేసికొని ఫ్లేమింగ్ మొట్టమొదట 1904 లో రేడియో వాల్వును నిర్మించగలిగెను. 7 వ పటములో (చూ. పు. 639). 'త' అనునది తీగ; 'అ' అనునది దానిచుట్టును గల రేకుగొట్టము. ఆ తీగద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహము పంపినప్పుడు 'అ' అను విద్యుత్ ఘటమాలయొక్క ధనాగ్రమునకు తగిలించగనే 'అ' నుండి 'త' కు విద్యుత్ ప్రవాహము ఏర్పడును. ఇది

వెలిగిన తరువాత గాజుకుప్పె నల్ల బడుటయు, లోని తీగ శీఘ్రముగ తెగి పోవుటయు జరుగు చుండెను. ఈ లోపమునకు కారణమును పరీక్షించుటకై ఆడిసన్ చేసిన ఒక ప్రయోగములో నున్న (చూ. 6 వ పటము) దీపపు గోళ ము లో కార్బన్ తీగకు తగులకుండా

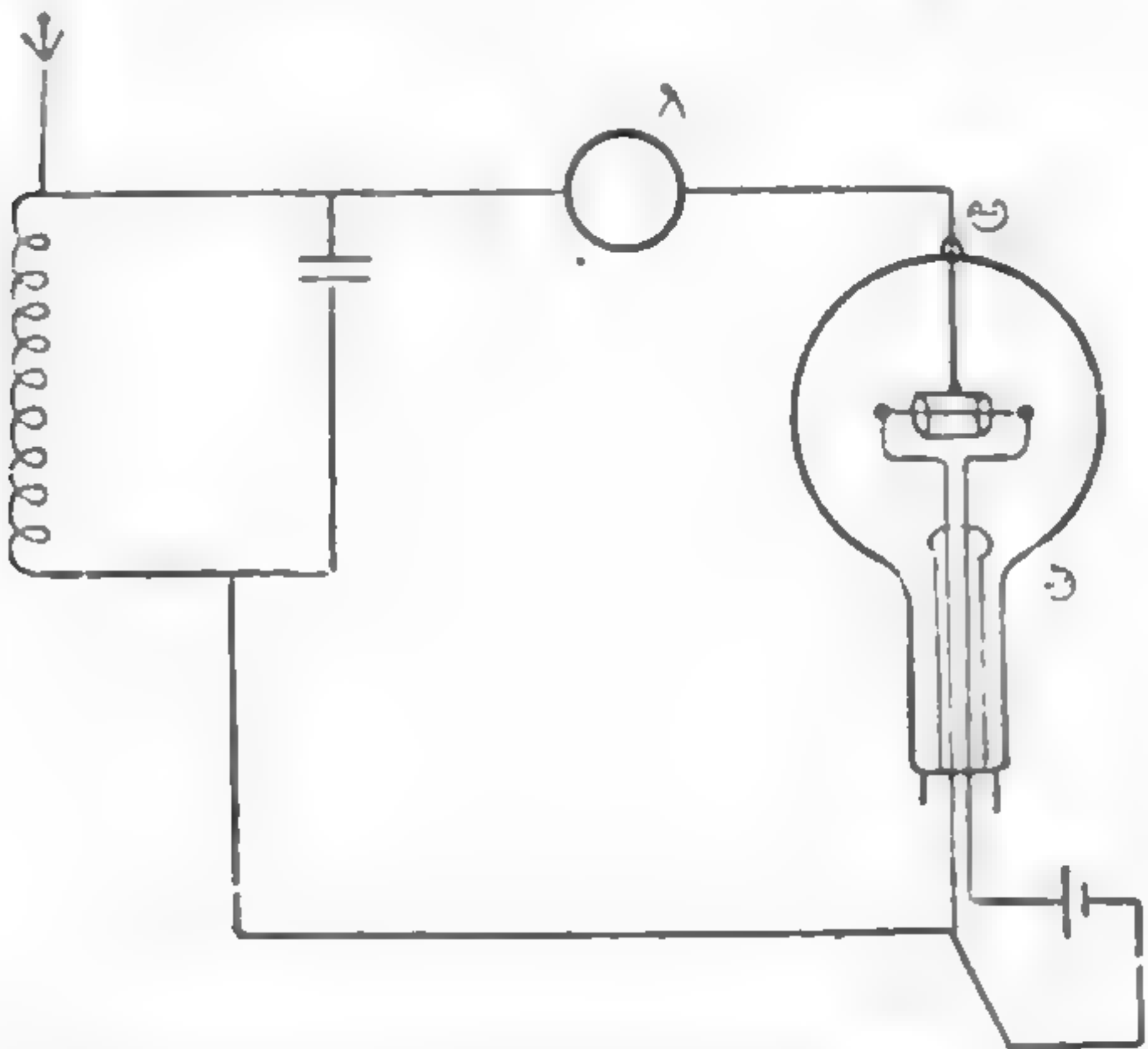


ఆడిసన్ తెలిసికొన్న విషయమే. దీనిని విద్యుత్ తరంగ ములను పోల్చుకొనుటకు మొట్టమొదటిసారి ఉపయోగించిన వాడు ఫ్లేమింగ్.

విద్యుత్ తరంగములను పంపు పర్యాటించేసి వాటిని గ్రహించుటకు 'ధాతుకణ' గ్రాహకము (కోహిరరు) నకు బదులు ఈ వాల్వును ఉపయోగించగనే (చూ. 7 వ పటము) తరంగములు ప్రసరించినప్పుడు వాల్వులో విద్యుత్ ప్రవాహము ఏర్పడెను. ఎక్కువసేపు తరంగములు కలిసినప్పుడు ఎక్కువగాను, తక్కువసేపు తరంగములు కలిసినప్పుడు తక్కువగాను 'గ' లోని ముల్లు స్థానచలనమును పొందుచుండెను. దీనికి కారణము విద్యుత్ తరంగములనియు, ఆ తరంగముల వల్ల 'అ' ధనావిష్టమును, 'త' ఋణావిష్టమును అయి



7 వ పటము : ఫ్లేమింగ్ డయోడ్ వాల్వు

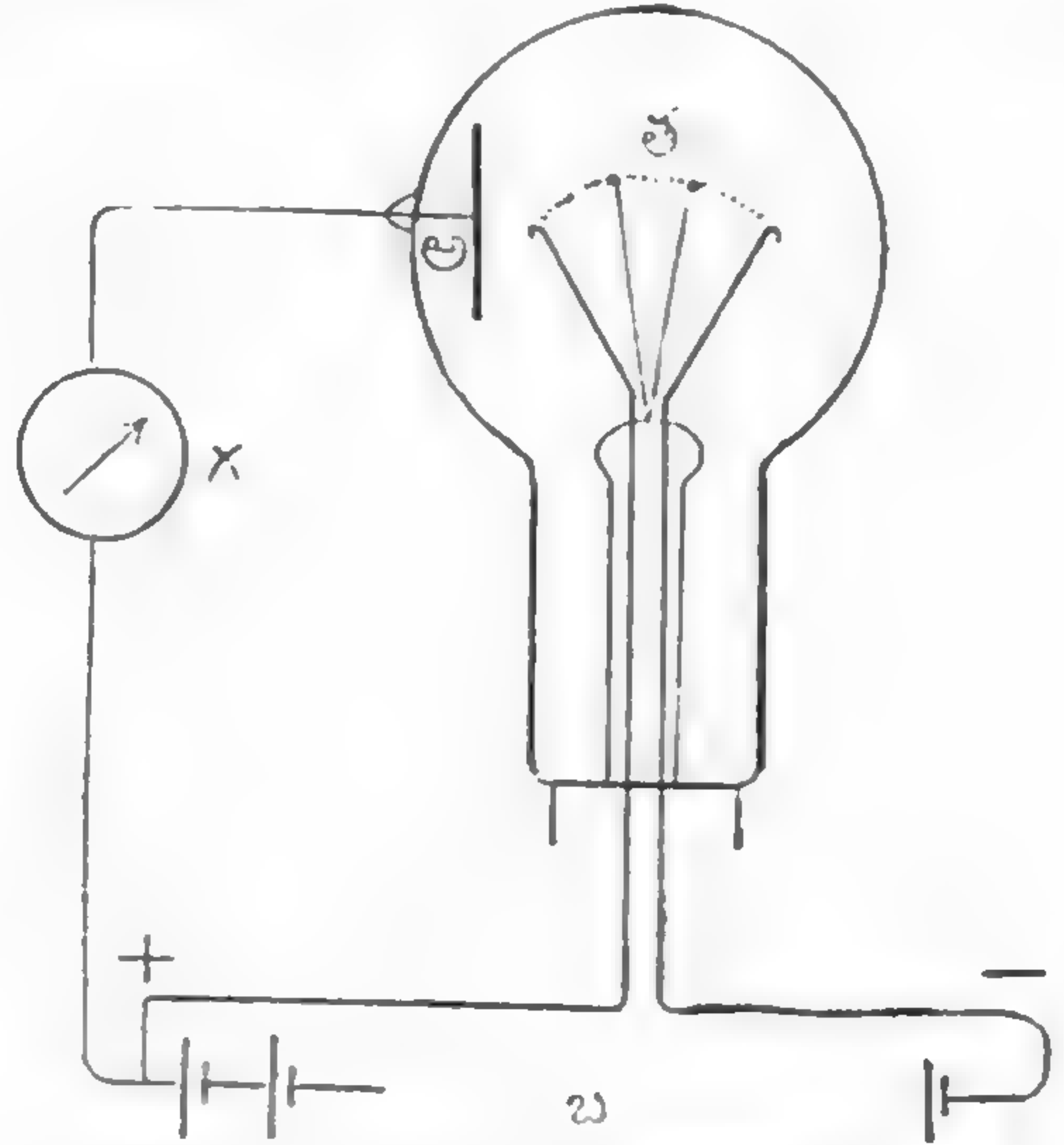


8 వ పటము : నిస్తంత్రతరంగములను గ్రహించు వాల్వు

నప్పుడు విద్యుత్ ప్రవాహము ఏర్పడుట, 'త' ధనావిష్టమును, 'అ' ఋణావిష్టమును అయినప్పుడు ఆ ప్రవాహము నిలిచిపోవుటయు జరుగుచున్నట్లు ఫ్లేమింగ్ తెలిసికొనెను.

అప్పటివరకు వాడుకలోనున్న లోహక గ్రాహకము న్నను, 'మాగ్నెటిక్ డిటెక్టర్' కన్నను ఈ వాల్వు చాల సున్నితముగ పనిచేయుటను చూచి, దీనిని మార్కొనీ వెంటనే అమలులో పెట్టెను. ఎలక్ట్రాన్ల స్వభావమును 1898 లో పరీక్షించిన జె. జె. థామ్సన్ తన యొక్క

ప్రయోగములవల్ల ఫ్లేమింగ్ వాల్వు పనిచేయువిధానమును వివరించగలిగెను. ఈ వివరణ ప్రకారము గాలి తీసివేయబడిన వాల్వులోని తీగ వేడెక్కినప్పుడు దాని నుండి ఎలక్ట్రాన్లు వెలువడి ధనాగ్రముగ చేయబడిన 'అ' అను ధాతురేకువైపునకు ఋణవిద్యుదావేశముగల ఎలక్ట్రాన్లు ఆకర్షించబడును. 'అ' ఋణాగ్రమయినప్పుడు ఎలక్ట్రాన్లు 'అ' నుండి మరలింపబడును. కాబట్టి వాల్వులో విద్యుత్ ప్రవాహము నిలిచిపోవును. అనగా వాల్వులో ఒక దిక్కుననే విద్యుత్తు ప్రవహించును (చూ. 9 వ పటము). వాల్వు



9 వ పటము : ఫ్లేమింగ్ వాల్వు పనిచేయు విధానము

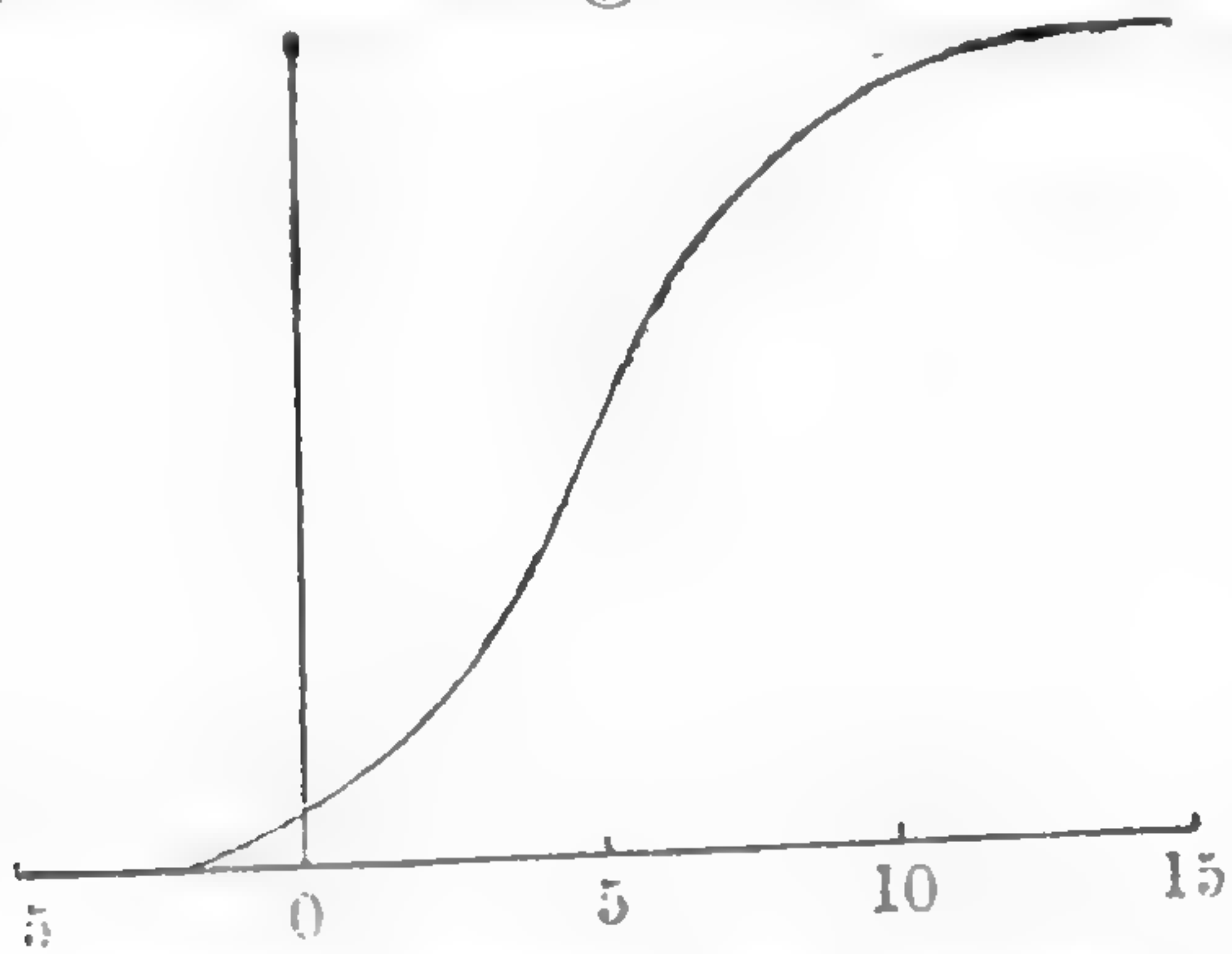
యొక్క ఈ లక్షణము ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము (ఎ. సి.) ను ఋజుప్రవాహము (డి. సి.) గా మార్పు సాధనముగ ఉపయోగపడుచున్నది. ఈ వాల్వులో ఎలక్ట్రాన్లను జనింపజేయు తీగ 'త' అను నదియు, వాటిని ఆకర్షించు రేకు 'అ' అనునదియు ముఖ్యాంగములు. ఈ రెండు ముఖ్యాంగములు గల వాల్వునకు డయోడ్ (ద్వ్యగ్రము) అనగా రెండు అగ్రములు కలది అని పేరువచ్చెను.

డయోడ్ (ద్వ్యగ్రము): ఇందు విద్యుత్ ప్రవాహము 'త' యొక్క తాపక్రమమునుబట్టియు, 'అ' యొక్క శక్తినుబట్టియు ఉండును. 'త' యొక్క తాపక్రమమును నిలుకడగా ఉంచి, 'అ' యొక్క శక్తిను వృద్ధిచేసినప్పుడు విద్యుత్ ప్రవాహము కొంతవరకు వృద్ధియై తర్వాత నిలకడగా ఉండిపోవును. 'త' నుండి వెలువడిన ఎలక్ట్రాన్లు అన్నియు 'అ' ను చేరుకొనినప్పుడు 'అ' యొక్క శక్తిను వృద్ధిచేసినప్పటికిని వాల్వులోని ప్రవాహము ఎక్కువకాదు. కాని 'త' నుండి వెలువడిన ఎలక్ట్రాన్లలో కొన్ని 'అ' ను



## విద్యుత్ తరంగములు - నిష్పత్తి

చేరక మధ్యప్రదేశములో ఆవరించినపుడు 'అ' యొక్క శక్తిలో మార్పులనుబట్టి ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము మార్పులను



10 వ పటము : ప్రవాహము - శక్తి సంబంధము

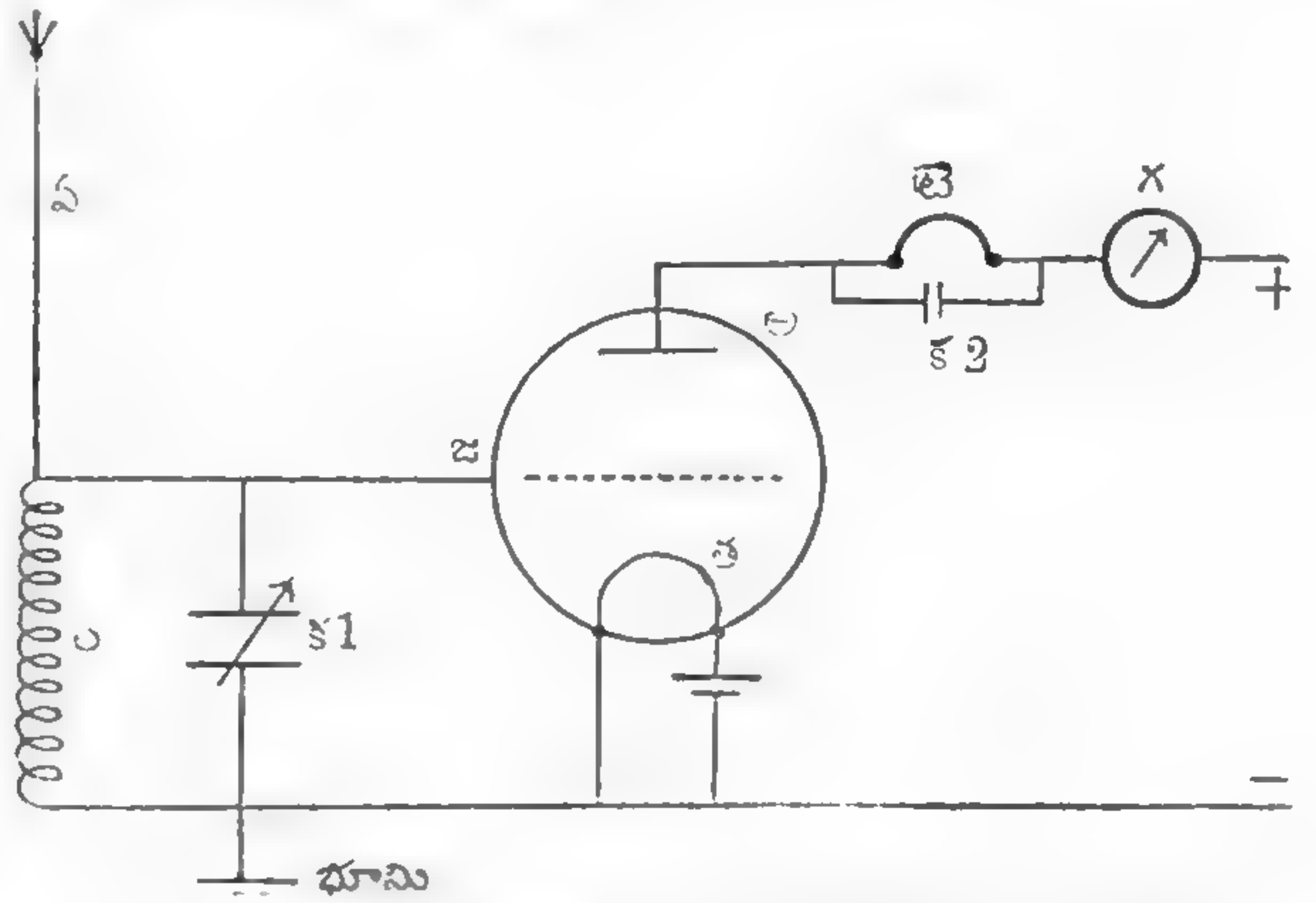
పొందుచుండును. ఈ అన్వేషణసంబంధము 10 వ పటములో చూపబడినది.

**ట్రయోడ్ :** 1907 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్ దేశస్థుడైన 'లీ డి ఫారెస్ట్' డయోడ్ లో ఒక గొప్పమార్పును తెచ్చెను. వాల్వులలోని తీగ 'త' కును, రేకు 'అ' కును మధ్య 'జ' అను జలైడ (గ్రిడ్) వంటి తీగచుట్టను అమర్చి, దాని వలన వాల్వులోని విద్యుత్ ప్రవాహములో మార్పులు కలిగించుటకు వీలగునట్లు చేసెను. 'జ' యొక్క శక్తిధన మైనప్పుడు వాల్వులోని విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువగాను, ఋణమైనప్పుడు తక్కువ అగుచుండును. మూడు అంగములు (త, జ, అ,) కలిగియున్న ఈ వాల్వునకు 'ట్రయోడ్' (త్ర్యగ్రము) లు అని పేరు. ఇట్టి వాల్వును ముఖ్యముగా మూడువిధములుగా ఉపయోగించవచ్చును: 1. డిటెక్టర్ (ఉపలంభకము), 2. ఆంప్లిఫయర్ (వర్ధకము), 3. ఆసిలేటర్ (కంపకము).

**డిటెక్టర్ :** ఇది గుర్తించు సాధనము. విద్యుత్ తరంగములను గుర్తించుటకు ఫ్లెమింగ్ వాల్వుకంటే ఈ ట్రయోడ్ చాలరెట్లు సున్నితముగా పనిచేయును. 'త' కు సమీపముగా నున్న జలైడ 'జ' వల్ల వాల్వులోని ప్రవాహములో స్వల్పశక్తిగల విద్యుత్ తరంగములు కూడ ఎక్కువ మార్పులను కలుగజేయును. ఈ వాల్వును ఉపయోగించి రేడియోగ్రాహక యంత్రమును 11 వ పటములో చూపిన విధముగా తయారుచేయవచ్చును.

వాల్వులోని తీగను వేడిచేయుటకు 'త' కు అల్పసామర్థ్యముగల విద్యుత్ ఘటమాలను తగిలించి వాల్వులో విద్యుత్ ప్రవాహము ఏర్పరుచుటకు ఎక్కువ శక్తిగల విద్యుత్ ఘటమాలనుకూడ అమర్చినపుడు 'గ' లోని ముల్లు విద్యుత్ ప్రవాహమును చూపును. దానితోపాటు టెలిఫోన్

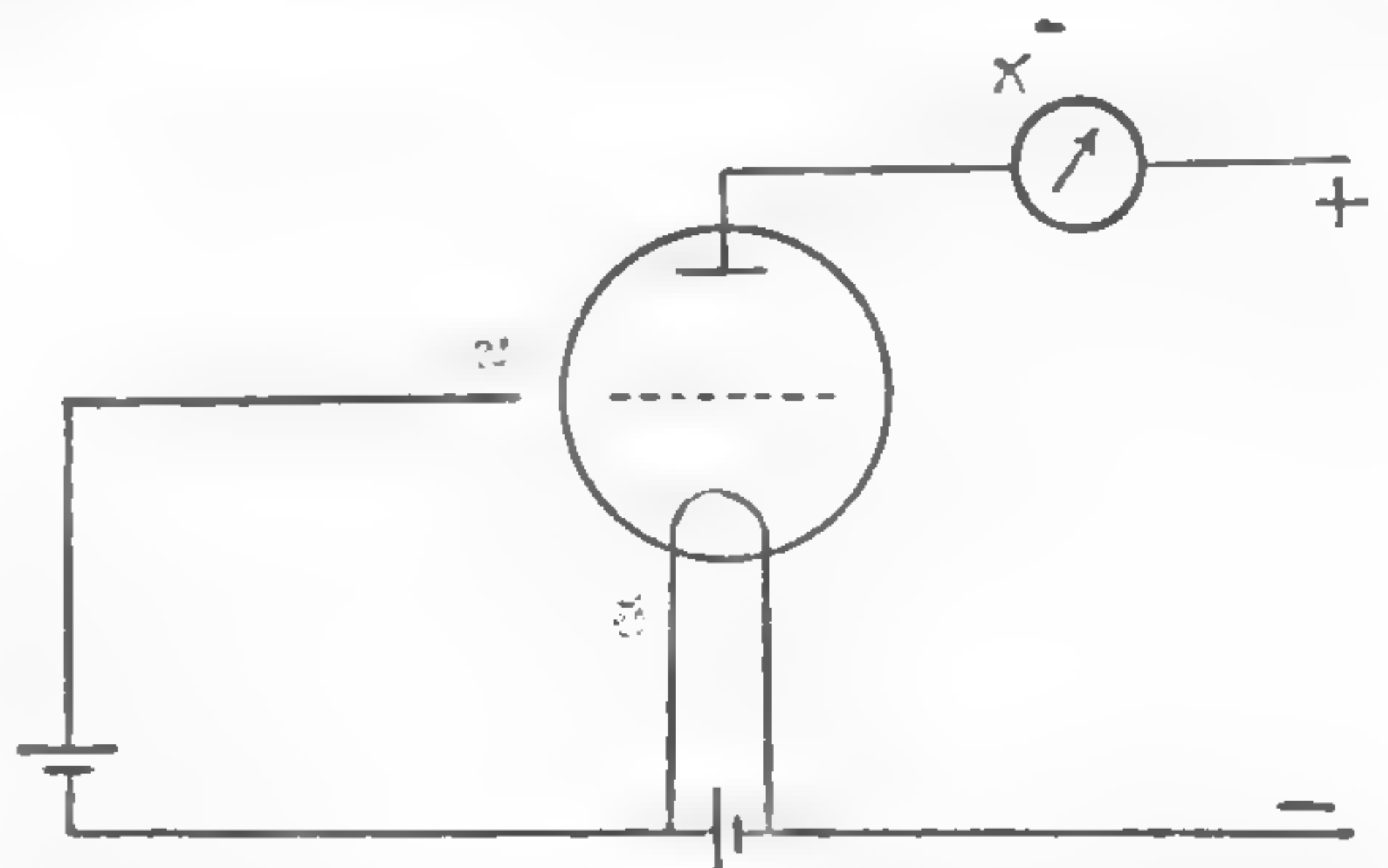
(ఔ) కూడ అమర్చినట్లయిన, దానితోకూడ ఈ విద్యుత్ ప్రవాహము పోవుచుండును.



11 వ పటము : వాల్వును వాడుకచేసి రేడియోగ్రాహక పరికరమును తయారుచేయు విధానము

ఆకాశకము వలన విద్యుత్ తరంగములను గ్రహించినపుడు వాటివలన వాల్వులోని విద్యుత్ ప్రవాహము కొంచెము హెచ్చును. రేడియో టెలిగ్రాములను గ్రహించినపుడు '—' గుర్తునకు ఎక్కువగను '●' గుర్తునకు తక్కువగను ఈమార్పు కలుగుచుండును. అందువలన 'గ' లోని ముల్లు యొక్క కదలికవలన టెలిగ్రాఫుగుర్తులను పోల్చుకొనవచ్చును. గాల్వనీమీటరు 'గ' కంటే ఈ విషయములో టెలిఫోను బాగుగ పనిచేయును. టెలిగ్రాఫు వార్తలను గ్రహించునపుడు విద్యుత్ ప్రవాహములోని మార్పులవలన టెలిఫోనులోని రేకు కదలును. అప్పుడు 'కట్ట', 'కడ' శబ్దములు బాగుగ వినబడును.

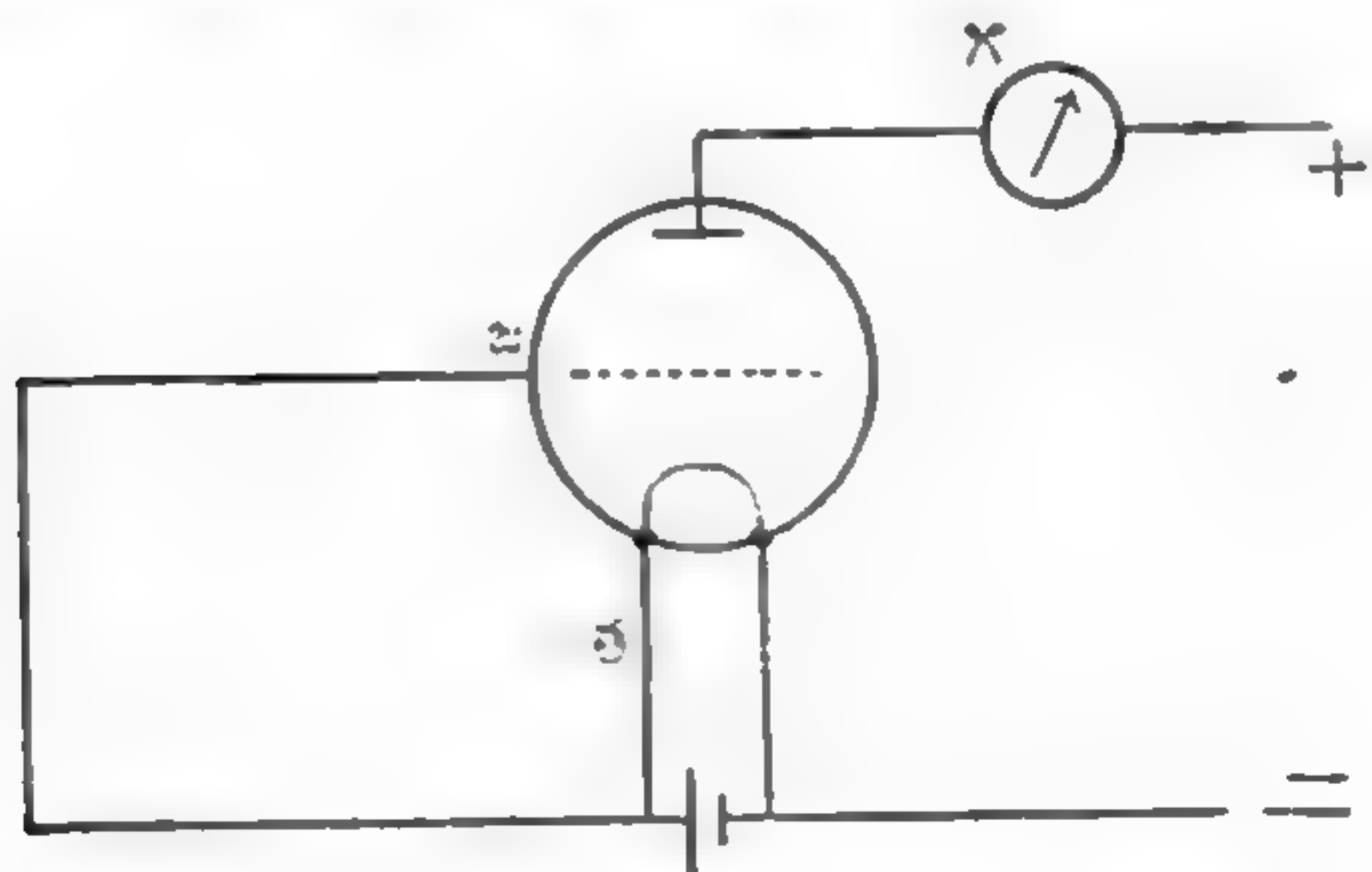
**ఆంప్లిఫయర్ :** ఆంప్లిఫయర్ అనగా వృద్ధిచేయునది. ట్రయోడ్ ఆంప్లిఫయర్ యొక్క గుణములలో ఇది చాల ముఖ్యమైనది. విద్యుత్ ప్రవాహములోగాని, శక్తిలోగాని మార్పులు ఉన్నప్పుడు వాటిని వాల్వుమూలముగా ఎక్కువ



12 వ పటము : ట్రయోడ్ ఆంప్లిఫయర్ చేయవచ్చును. విద్యుత్ ఘటమాల మూలముగా వాల్వులో విద్యుత్ ప్రవాహమును కల్పించిన తరువాత 'జ' యొక్క



శక్తిలో మార్పులు కలిగించినప్పుడు వాటివలన వాల్టేజీలోని విద్యుత్ ప్రవాహము చాల మార్పుచెందును. 12 వ పటము (చూ. పు. 840)లో చూపినట్లుగా 'జ' కును, 'త' కును ఘటమాలయొక్క '+' ను, '-' ను వరుసగా తగిలించి నప్పుడు 'త' యొక్క శక్తితో పోల్చగా 'జ' యొక్క శక్తి '+1.5 వోల్ట్లు' ఉండును. అందువలన వాల్టేజీలోని విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువగును. దానివలన 'గ' లోని ముల్లు 2 గీతలు మారినదనుకొనుదు. ఘటమాలను తీసివేసి 'జ' ను 'త' కు తగిలించినట్లయిన ప్రవాహము తగ్గిపోయి 'గ' లోని ముల్లు వెనుకకు పోవును. పూర్వపు ప్రవాహము తిరిగి కల్పించుటకు 'అ' కు తగిలించిన (చూ. 11 వ పటము - పు. 840) ఘటమాలశక్తిను వృద్ధి చేయవచ్చును. ఇంకొక 15 వోల్ట్లు చేర్చినపుడు 'గ' లోని ముల్లు తిరిగి 2 గీతలవరకు వచ్చును. దీనినిబట్టి వాల్టేజీలోని విద్యుత్ ప్రవాహమును మార్పుటలో 'అ' కంటే 'జ' పది



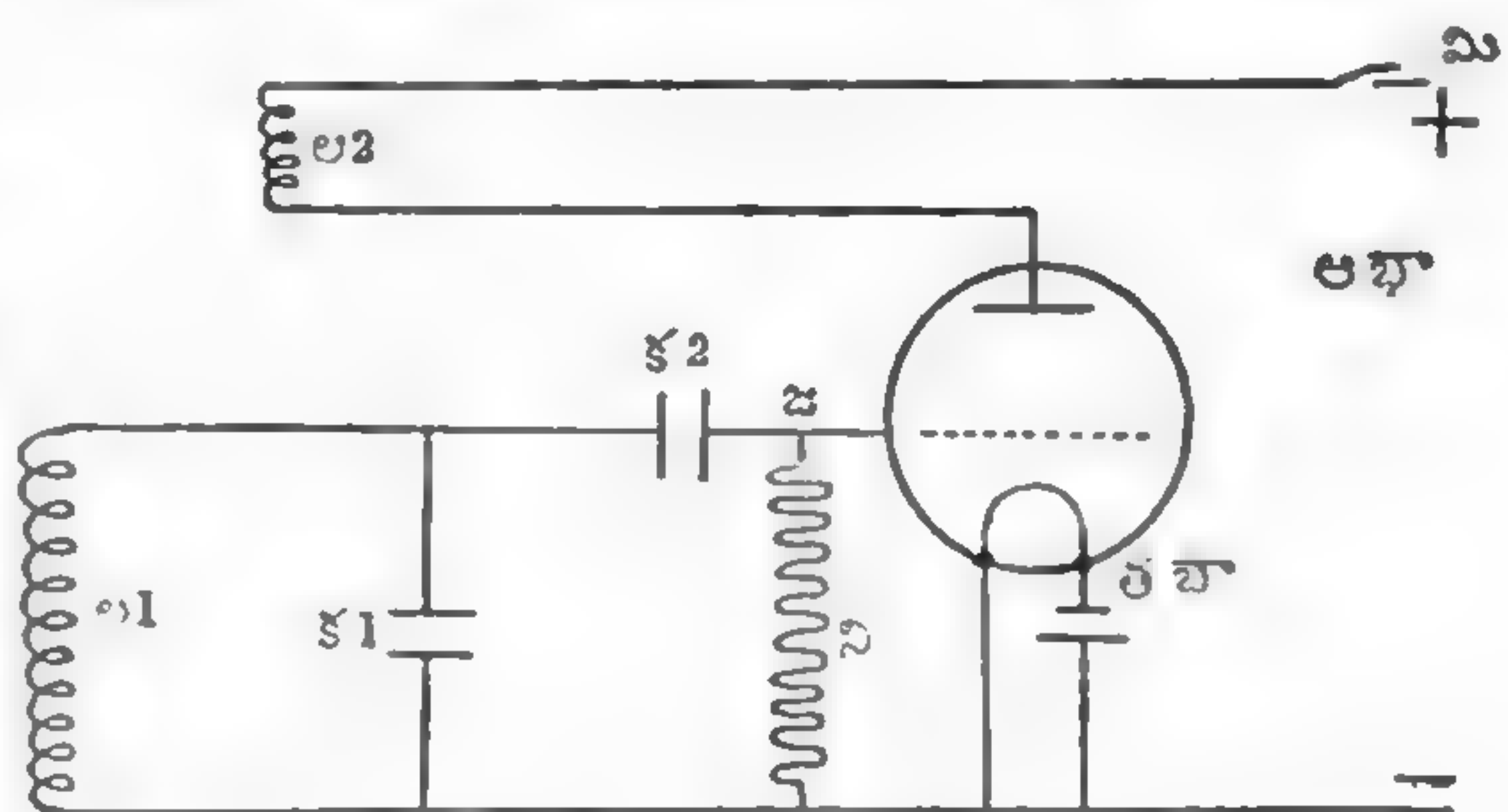
13 వ పటము : ట్రయోడ్ ఆంప్లిఫయర్

రెట్లు ఎక్కువ శక్తి మంతమైనదని తెలియును. 'జ' కును, 'త' కును మధ్య శక్తి మారినపుడు దానికి పదిరెట్లు మార్పును వాల్టేజీ మూలముగా కలుగజేయుటకు వీలుపడును. ఇంకొక వాల్టేజీను ఉపయోగించి, తిరిగి పదిరెట్లు వృద్ధిచేయవచ్చును. రేడియో యంత్రములలో సుమారు 1,00,000 రెట్ల వరకునుకూడ శక్తిను వృద్ధిచేయుటకు అవకాశమున్నది.

**ఆసిలేటర్ :** వాల్టేజీను విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగములను కల్పించు పరికరముగా ఉపయోగించుట వలననే రేడియో ప్రసారమునకు వీలుకలిగినది. స్పూలింగమువలన కొద్ది తరంగముల సముదాయములేగాని, నిలుకడగా ఒకే శ్రుతితో తరంగపరంపర కలుగదు. వాల్టేజీవలన అట్టి తరంగపరంపరను కలిగించవచ్చును.

విద్యుత్ స్పందనము కలుగుటకు 'ల' తీగచుట్టయును, 'క' సంఘనకమును ముఖ్యము. సంఘనకము రబ్బరు త్రాడు మాదిరిగను, తీగచుట్ట ఆత్రాడుకొనకు తగిలించిన బరువు మాదిరిగను పనిచేయును. రబ్బరు త్రాడునకు రాతిని కట్టి, దానిని కదలించినప్పుడు అది క్రిందికిని.

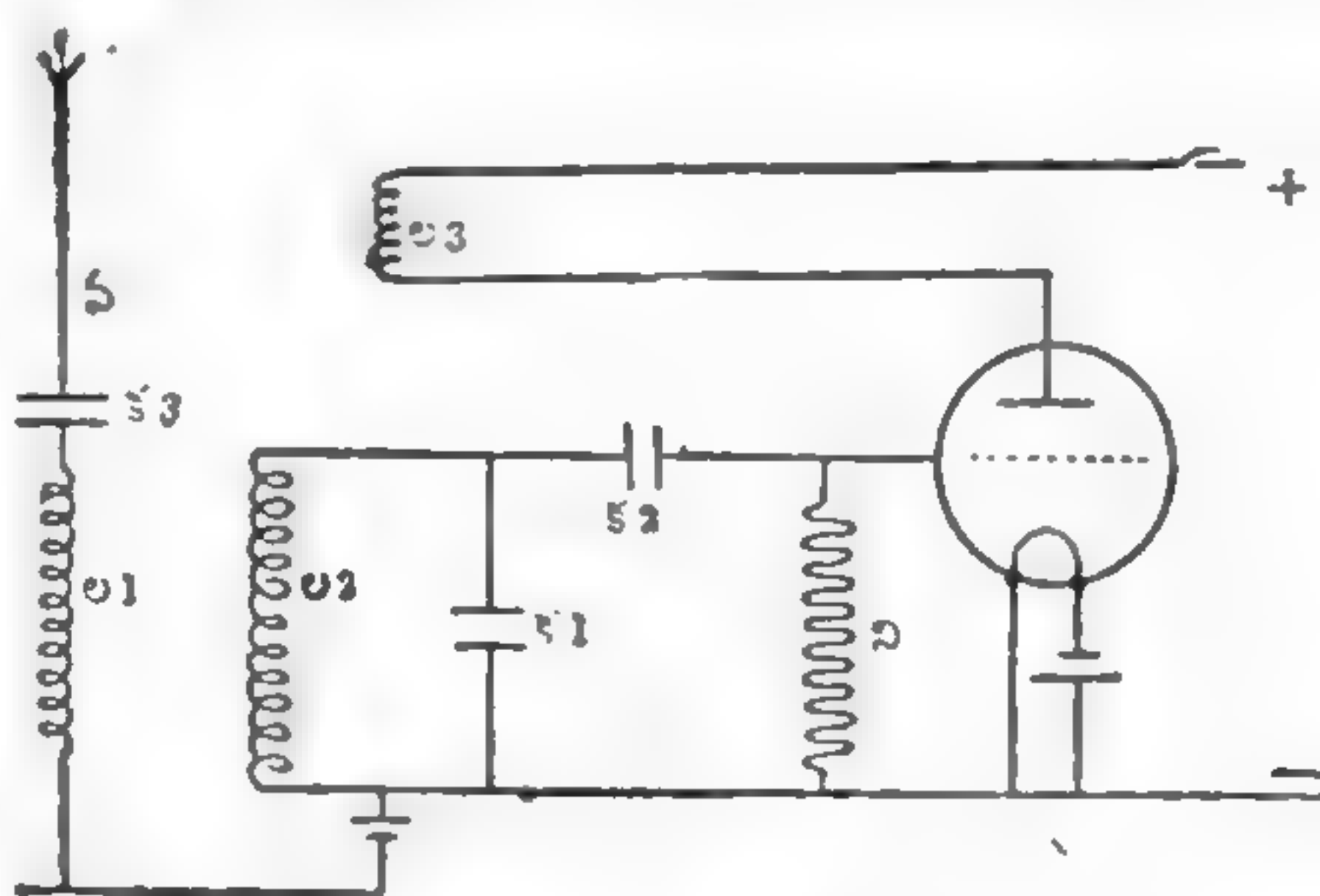
పైకిని చాలసేపు ఎట్లు ఊగునో అదేవిధముగ తీగచుట్ట లోని ప్రవాహము మార్చినట్లయిన, విద్యుత్ ప్రవాహము కూడ ఊగులాడును. కాని ఈ స్పందనము కొంత సేపటికి నిలిచిపోవును. రాయి కొంతసేపు ఊగి, గాలియొక్క నిరోధమువలన నిలిచిపోవును. విద్యుత్ ప్రవాహములోని స్పందనముకూడ తీగయొక్క నిరోధమువలన ఆగిపోవును. కాని స్పందనము నిలిచిపోకుండ ఏర్పాటు చేయుటకు వాల్టేజీను ఉపయోగించవచ్చును. 14 వ పటములో



14 వ పటము : ట్రయోడ్ ఆసిలేటర్

చూపిన మాదిరిగా 'ల<sub>1</sub>', 'క<sub>1</sub>'లను వాల్టేజీనకు తగిలించి విద్యుత్ ఘటమాలనుండి ప్రవాహము పోవునట్లు చేయగనే 'ల<sub>1</sub>', 'క<sub>1</sub>'లలో విద్యుత్ స్పందనము కలుగును. ఆస్పందనమువలన వచ్చిన ప్రవాహము వాల్టేజీ మూలముగా వృద్ధి పొంది 'ల<sub>2</sub>', 'క<sub>2</sub>'ల గుండా విద్యుత్ ఘటమాలవైపు ప్రవహించును. 'ల<sub>2</sub>' కును, 'ల<sub>1</sub>' కును గల అన్యోన్య ప్రేరణమువలన 'ల<sub>1</sub>' లోని ప్రవాహము వృద్ధిపొందునట్లు చేయవచ్చును. ఈ పద్ధతికి 'ప్రతిక్రియ' (రియాక్షన్) అని, 'పోషకక్రియ' (ఫీడ్ బ్యాక్) అని పేరులు. 'ల<sub>2</sub>' కును, 'ల<sub>1</sub>' కును గల అన్యోన్య ప్రేరణము సరిపోయినప్పుడు మాత్రమే వాల్టేజీ సహాయమున ఒకేకంపన పరిమితిగల విద్యుత్ స్పందనములు నిలుకడగా ఉండును.

**వాల్టేజీ ట్రాన్సిమిటర్ :** టెలిగ్రాఫు వార్తలను పంపు



15 వ పటము : వాల్టేజీ ట్రాన్సిమిటర్

టకు 15 వ పటములో చూపిన విధముగా ఏర్పాటుచేసి, విద్యుత్ ఘటమాల తగిలించిన మీట నొక్కగానే వాల్టేజీ



## విద్యుత్ తరంగము - నిష్పత్తి

పనిచేయుటవలన 'ల<sub>1</sub>', 'క<sub>1</sub>' లలో విద్యుత్ స్పందనములు ఏర్పడును. 'ల<sub>2</sub>' నకు, 'ల<sub>2</sub>' నకునుగల అన్యోన్య ప్రేరణము వలన ఈ స్పందనములు 'ల<sub>2</sub>' లో కలుగును. ఆకాశకమును ఈ తీగచుట్టకు తగిలించి, 'క<sub>2</sub>' మూలముగా ఆకాశకమును శ్రుతిచేయగనే, విద్యుత్ స్పందనము ఆకాశకములో ప్రబలి, విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగములు ఆకాశకమున ప్రసరించును. మీటను కొద్దిసేపు నొక్కినపుడు '●' గుర్తుగను, ఎక్కువసేపు నొక్కినపుడు '—' గుర్తుగను సూచించుటకు వీలగును. రేడియో తెలిగ్రాములు తరంగముల మూలముగా ఈ మాదిరిగనే పంపబడుచుండును.

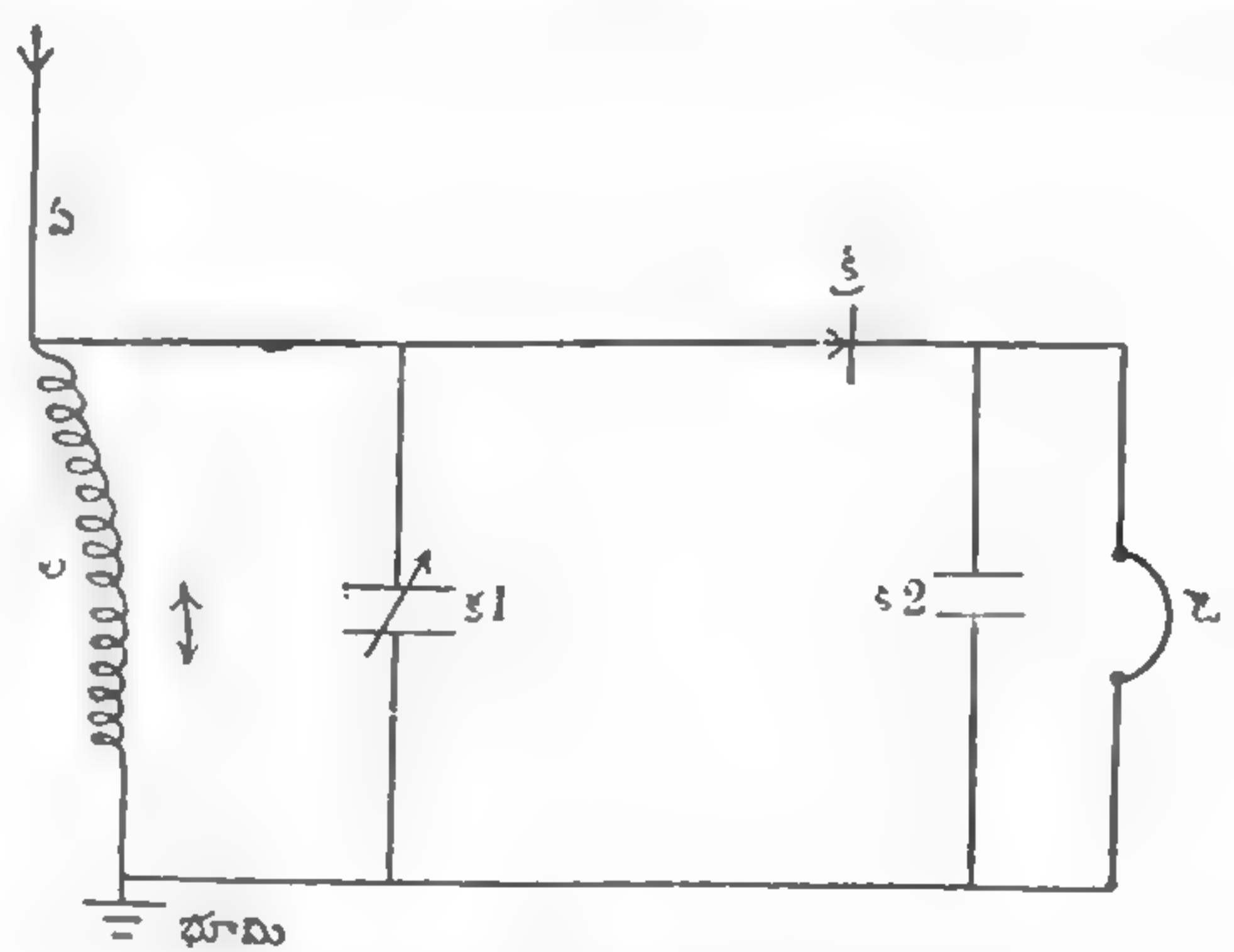
రేడియో ప్రసారము (బ్రాడ్ కాస్టింగ్): ఒకే కంపన పరిమితిగల విద్యుత్ తరంగములను వాల్చుమూలముగా కల్పించి, వాటియొక్క కంపనపరిమితిలో మార్పులను కలుగజేయుటయే రేడియో ప్రసారము (బ్రాడ్ కాస్టింగ్) యొక్క ముఖ్యసూత్రము. మాటలు, పాటలు మొదలైన వాటి వలన మైక్రోఫోనులో కలిగిన విద్యుత్ ప్రవాహములను వాల్చుల మూలముగా వృద్ధిచేసి, వాటివలన వాల్చు మూలముగా కల్పించిన విద్యుత్ స్పందనములలో మార్పులు కలిగించవచ్చును. శబ్దమువలన కలిగిన విద్యుత్ ప్రవాహములో సెకనుకు 100 మొదలు 10,000 వరకు కంపనములు ఉండును. రేడియో ప్రసారమునకు వాల్చు వలనకల్పించిన కంపనములు సెకనుకు సుమారు 10,00,000 నుండి 2,00,00,000 వరకు ఉండును. వాల్చువలన తయారైన తరంగములకు వాహన తరంగములు (కేరియర్ వేవ్స్) అనిపేరు. వాటిని వాహకములుగ ఉపయోగించి మాటలకు, పాటలకు సంబంధించిన మైక్రోఫోను వలన ఏర్పడిన తరంగములను కూడ జోడించి ప్రసరింప చేయవచ్చును. రేడియోగ్రాహకయంత్రమును వాహకతరంగములకు శ్రుతిచేసి వాహకతరంగములతోజాటు వచ్చిన శబ్దతరంగములను వేరుచేయవచ్చును. రేడియో ప్రసారమునకు ఉపయోగింపబడుతరంగములు మూడుభాగములుగ విభజింపబడినవి. 1. దీర్ఘ తరంగములు (లాంగ్ వేవ్స్): 10,000 నుండి 1000 మీటరులు; 2. మధ్యమతరంగములు (మీడియమ్ వేవ్స్) 500 - 200 మీటరులు; 3. హ్రస్వతరంగములు (షార్ట్ వేవ్స్) 80 మీటరులకంటే తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యము కలవి. వీటిలో మొదటి తరగతివి ఇప్పుడు వాడుకలోలేవు. రేడియో ప్రారంభింపబడిన రోజులలో 1,000 మీటరులు మొదలు 10,000 మీటరుల వరకు పొడవుగల తరంగములు ఉపయోగములో ఉండెడివి. కాని క్రమముగా మధ్యమ తరంగముల వాడుక ఎక్కువ అయినది. విజయవాడ, తిరుచ్చి మొదలైన ప్రాంతీయ రేడియో

కేంద్రములలో 200 మీటరులు మొదలు 500 మీటరులవరకు పొడవుగల తరంగములే రేడియో ప్రసారమునకు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. హ్రస్వతరంగములు దూరప్రదేశములకు రేడియో ప్రసారముచేయుటకు ఉపయోగపడును. ఇట్టివి కూడ చాలవరకు అన్ని దేశములలోను వాడుకలో ఉన్నవి.

రేడియోగ్రాహక యంత్రములు: నేడు వాడుకలో ఉన్నవి. ముఖ్యముగా మూడు విధములగు రేడియో గ్రాహక యంత్రములు (రేడియో రిసీవర్స్): 1. స్పటిక గ్రాహకము (క్రిస్టల్ రిసీవర్); 2. వాల్చు రిసీవర్; 3. ట్రాన్సిస్టార్ రిసీవర్ (చూ. పు. 358); వీటిలో మొదటిది సమీపమందున్న రేడియో ప్రసారములను మాత్రమే గ్రహించునది; రెండవది, ప్రపంచమందున్న దూరదేశముల ప్రసారములను కూడ గ్రహించుటకు వీలయినది. సాధారణముగా వాడుకలో నున్నవి వాల్చుగ్రాహకములే. అందువలన 'గ్రాహకము' అనగా 'వాల్చుగ్రాహకము' అనియే గ్రహించవలెను. మొదటితరగతి 'స్పటికగ్రాహకము' బడిపిల్లలకును, రేడియోయందు అభిరుచిగల వారికి మాత్రమే ఎక్కువ ఉపయోగపడును.

స్పటికగ్రాహకము: రేడియో తరంగములను ఆకాశకముద్వారా గ్రహించిన తరువాత వాహకతరంగముల నుండి శబ్దమునకు సంబంధించిన తరంగములను వేరుచేయుటకు 'ఉపలంఘనము' (డిటెక్షన్) అనిపేరు. ఇదియే రేడియోగ్రాహక యంత్రములోని ముఖ్యమైన క్రియ. డయోడ్ వాల్చులోవలె విద్యుత్ ప్రవాహము ఒకవైపు పోవునపుడు తక్కువ నిరోధమును, ఎదురువైపు పోవునపుడు ఎక్కువ నిరోధమును కలిపి సాధనమైనను దీనికి ఉపయోగపడును.

18 వ పటములో చూపిన ప్రకారము ఆకాశకమును,



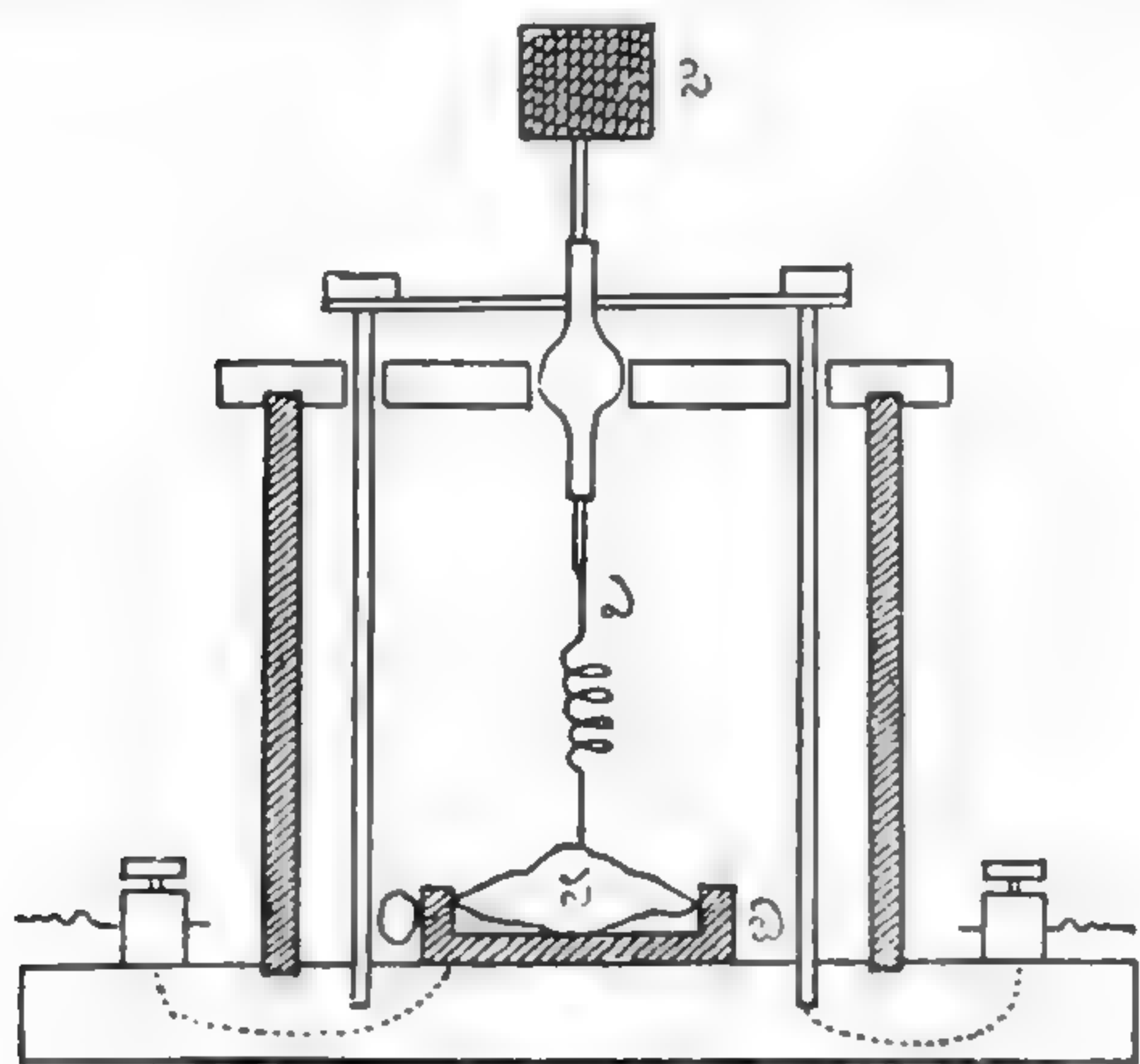
18 వ పటము : స్పటికగ్రాహకము (a)

భూమిలో పాతిన తీగయును, 'ల' అను తీగచుట్టకును, 'క<sub>1</sub>' అను సంఘనకమునకును తగిల్చినట్లైన సంఘనకపు



రేకులను త్రిప్పి సంఘనకము యొక్క సామర్థ్యమును మార్పుటవలన రేడియోగ్రాహకమును వినదలచిన తరంగ ప్రసారమునకు శ్రుతిచేయవచ్చును. అట్లు చేయుటవలన తీగచుట్టలోని విద్యుత్ స్పందనములు వృద్ధిపొంది, దాని కొనలయందుండు శక్తిలో ఎక్కువ మార్పులను కలుగ జేయును. డయోడ్ వాల్వులో వలెనే 16 వ పటములో చూపిన స్పటికములో 'ల' యొక్క శక్తి ధనమైనపుడు మాత్రమే విద్యుత్ ప్రవహించుటయు, ఋణమైనపుడు ప్రవాహము నిలిచిపోవుటయు జరుగును. అందుకే స్పటిక మును చూపుటకు వేసినగుర్తులో విద్యుత్తు ఒకే దిక్కుగా ప్రవహించునట్లు ఉన్నది. తీగచుట్టలో శబ్దమునకు సంబంధించిన మార్పులు కలుగుట వలన ఆ ప్రవాహము మూలముగా టెలిఫోనులో శబ్దము వినబడును.

స్పటికగ్రాహకములో ఉపయోగపడు స్పటికములు చాల రకములు ఉన్నవి. కాని నేడు వాడుకలోనున్నవి జెర్మేనియమ్, సిలికన్, గెలీనా, కార్బరండమ్ మొదలైనవి. ఈ స్పటికములు ఒక వైపునకు ప్రవాహము పోవునపుడు ఎక్కువ నిరోధమును, ఇంకొక వైపునకు తక్కువ నిరోధమును కలిగి ఉండును. 17 వ పటములో చూపినట్లు థాతుగిన్నెలో స్పటికమును అమర్చి, దానిపై సూదిమొనగల తీగను



17 వ పటము : స్పటికగ్రాహకము (b)

తగులునట్లు చేసినచో తీగనుండి స్పటికమునకు పోవునంత సులభముగా స్పటికమునుండి తీగలోనికి విద్యుత్తు ప్రవహించదు. అందువలన రేడియోప్రసారములోని శబ్దమునకు సంబంధించిన తరంగములను స్పటికమువలన వేరుపరచి టెలిఫోనుమూలముగా శబ్దమును వినవచ్చును. స్పటికములోనుండి తప్పించుకొనిపోయిన రేడియోస్పందనములు టెలిఫోనులో పోకుండుటకై సంఘనకమును అమర్చినచో గ్రాహకము బాగుగా పనిచేయును.

స్పటికగ్రాహకముతో రేడియోప్రసారమును గ్రహించు నపుడు ప్రసారితమైన రేడియోతరంగములలోనున్న శక్తి వలనమాత్రమే టెలిఫోనులో శబ్దము పుట్టును. దీనిని వృద్ధి చేయుటకు విద్యుత్ ఘటమాలను ఉపయోగించనక్కరలేదు. ఎత్తైన ఆకాశకమును, తేమగానుండు నేలలో పాతిన థాతుకడ్డిని 'భూమి' గను ఉపయోగించినచో సుమారు పదిమైళ్ళ దూరమునుండికూడ స్పటికగ్రాహకముద్వారా రేడియోప్రసారమును వినవచ్చును. కాని దూరమునుండి వచ్చు ప్రసారములు స్పటికగ్రాహకములో శబ్దమును కలిగింపలేవు.

రేడియోగ్రాహకము (వాల్వురీసీవర్) : ఆకాశకములోని ప్రవాహమును వాల్వులసహాయమున వృద్ధిచేసి ఆ తరంగములనుండి శబ్దమును ఇచ్చు ప్రవాహమును వేరుచేసి, శబ్దజనకములైన అప్రవాహములను తిరిగి వృద్ధిచేయుసాధనమే వాల్వుగ్రాహకము. అటువంటి గ్రాహకముతో దూరదేశములనుండి వచ్చు వార్తలను, సంగీతము మొదలైన విశేషములను సులభముగా వినవచ్చును.

రేడియోగ్రాహకములో ముఖ్యముగా ఉండు నియంత్రకములు (కన్ట్రోల్స్) 'నాలుగు. 1. తరంగముల పరిమితిని మార్పుటకు మీట (వేవ్ బేండ్), 2. తరంగములను నిర్ణయించుటకు, అనగా శ్రుతిచేయుటకు త్రిప్పనది (ట్యూనింగ్), 3. శబ్దమును ఎక్కువ, తక్కువ చేయుటకు త్రిప్పనది-విస్తారకనియంత్రకము (వాల్వ్యూమ్), 4. శబ్దములోని గుణమును మార్చునది - స్వరనియంత్రకము (టోన్ కన్ట్రోల్) ఈ నాలుగు నియంత్రకములును పనిచేయు విధమును పరిశీలింతము.

వేవ్ బేండ్ : తరంగములపొడవును మార్పుటకు తగిన వేరువేరు తీగచుట్టలను సంఘనకమునకును, ఆకాశకమునకును తగిలించుటకు మీటలు ఉండును. ఈ మీటలను త్రిప్పుటకు కల 'గుబ్బా' (నాడ్) మొదటిది. సాధారణముగా మూడు తరగతుల తరంగములకును సరిపడునట్లు ఒక్కొక్క దానికి ఒక్కొక్క తీగచుట్ట యుండును. సామాన్యతరంగములకు (500-200 మీటరులకు) ఒకటియు; 90-40 మీటరులకు ఒకటియు, 40-12 మీటరులకు ఇంకొకటియుఉండును. వినదలచిన ప్రసారమునకు తగినట్లు మీటను త్రిప్పి, తరువాత శ్రుతి చేసికొనవచ్చును.

శ్రుతి నియంత్రకము : ఆకాశకములోనుండు స్పందనములనుండి కావలసిన ప్రసారమునకు శ్రుతిచేసి, దానిని మాత్రమే గ్రహించుటకు శ్రుతిచేయుట (ట్యూనింగ్) అని పేరు. సంఘనకము (క్వెన్సర్) యొక్క ప్రమాణమును మార్పుటవలన గ్రాహకమును వేర్వేరుతరంగములకు శ్రుతి



## విద్యుత్ తరంగము - నిస్తంత్రీ

చేయవచ్చును. శ్రుతిగుబ్బా త్రిప్పనపుడు వేరువేరు ప్రసార కేంద్రములపేర్లును, వాటినుండివచ్చు తరంగముల పొడవులును వ్రాసియుండు సూచీఫలకముపై ఒకసూచిక తిరుగుచుండును. ఆ ముల్లు మనకు కావలసిన స్థలమునకు రాగానే ఆప్రసారము వినబడును. కాని శబ్దము అధికతమము అగువరకును సంఘనకమును త్రిప్పవలెను.

రేడియో ప్రసారమునకు సరిగా శ్రుతిచేయుటకు కొంత నేర్పును. శబ్దముయొక్క విశిష్టతను గుర్తింపగల జ్ఞానమును కావలయును. శబ్దము వినిపించినంత మాత్రముననే తృప్తి చెందక రేడియోను బాగుగా అనుభవించుటకు సరిగా శ్రుతిచేయుట నేర్చుకొనవలెను. ఇట్టి నేర్పులేని వారి కొరకై 'మాయకన్న' (మేజిక్ ఐ)

అను ప్రత్యేక వాల్వు సాధనము కొన్ని రేడియో యంత్రములలో అమర్చబడియుండును. రేడి

యోను సరిగా శ్రుతిచేసినపుడు ఆ కంటిపాపలోని గీతలు దగ్గరకును, దూరమునకును కదలును. శబ్దమును విని సరిగా శ్రుతిచేయలేనివారు గీతలను చూచి అవి అతి సమీపముగా వచ్చువరకును సంఘనకమును త్రిప్పి, మన కంటిసహాయముతో శ్రుతిచేయవచ్చును.

విస్తారక నియంత్రకము : రేడియోనుండి వెలువడు శబ్దమును ఎక్కువచేయుటకును, తగ్గించుటకును ఈ సాధనము ఉపయోగపడును. దీనిని శక్త్యమాపకము (పొటన్సియోమీటరు) అందురు. దీనితోనే రేడియోను పనిచేయుటకును, నిలుపుటకును వీలగునట్లు ఒక మీట అమర్చబడి ఉండును. శబ్దమహత్త్వమును మార్చు ఈనియంత్రకమును వెనుకవైపు పూర్తిగా త్రిప్పినపుడు గ్రాహకమునకు విద్యుత్ ప్రవాహము నిలిచిపోవును. గ్రాహకము ఉపయోగించుటకు ఈమీటను వేసి కుడిచేతివైపు త్రిప్పగానే మీటపడును. వెంటనే

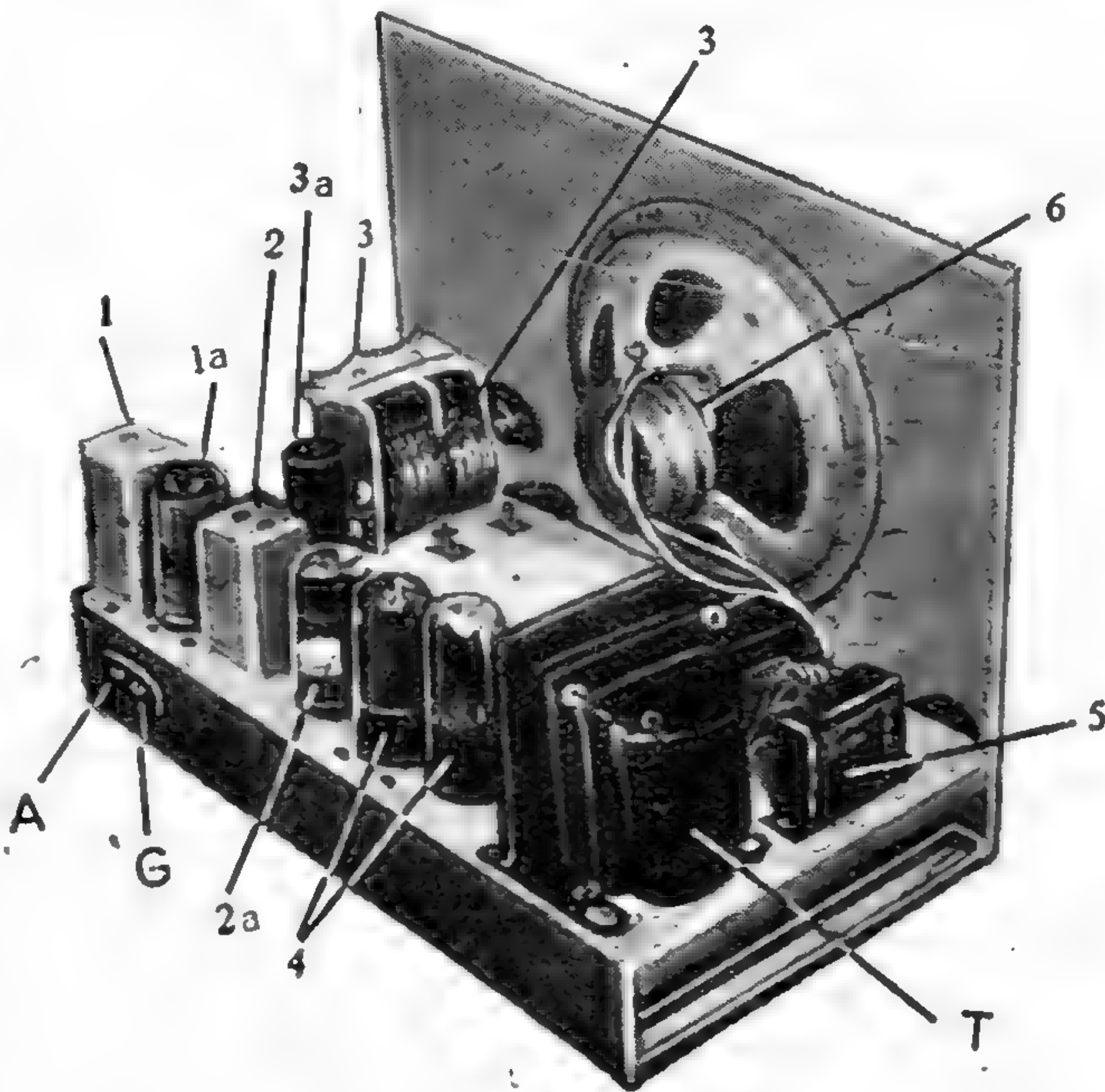
రేడియోలోని దీపములును, వాల్వులును వెలుగును. శబ్దమును ఎక్కువచేయు నియంత్రకమును సగమువరకు త్రిప్పియుంచినపుడు శబ్దము ఇంపుగా ఉండును.

స్వర నియంత్రకము : రేడియో ప్రసార కేంద్రాలయములో జరిగిన సంగీతాది విశేషములు దూరము నుండి

వచ్చుట వల్లను, రేడియో గ్రాహకములో జరుగు వివిధ క్రియల వల్లను సవ్యముగా వినబడకపోవచ్చును. ఒక్కొక్కప్పుడు పాచ్చుస్థాయి స్వరములు ఎక్కువగను, తక్కువస్థాయి స్వరములు చాలతక్కువగను వినబడుచుండును. ఇంగ్లీషు మాటలలోని 'స' వినిపించినప్పుడు ఆ శబ్దము బుసకొట్టినట్లు కూడ తోచవచ్చును. ఇట్టి లోపములను సవరించుటకు, అనగా పాచ్చుస్థాయి స్వరముల శక్తిని తగ్గించి, తక్కువ స్థాయి స్వరముల శక్తిని ఎక్కువ

చేయుటకు స్వరనియంత్రకసాధనము (ట్రోన్ కన్ ట్రోల్) ఉపయోగపడును. ఇది గ్రాహకమునుండి వచ్చు శబ్దముయొక్క గుణమును కొంతవరకు మార్చగలదు. ఈ నియంత్రకము ఎడమచేతివైపునకు త్రిప్పియుంచినపుడు పాచ్చు స్థాయిస్వరముయొక్క శక్తి తగ్గును. శబ్దము ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు దీనిని ఉపయోగించినచో రేడియోలో వచ్చు విశేషములను వినటకు వీలుపడును (చూ. ట్రాన్సిస్టర్ - పు. 353). టి. కృ. మూ.

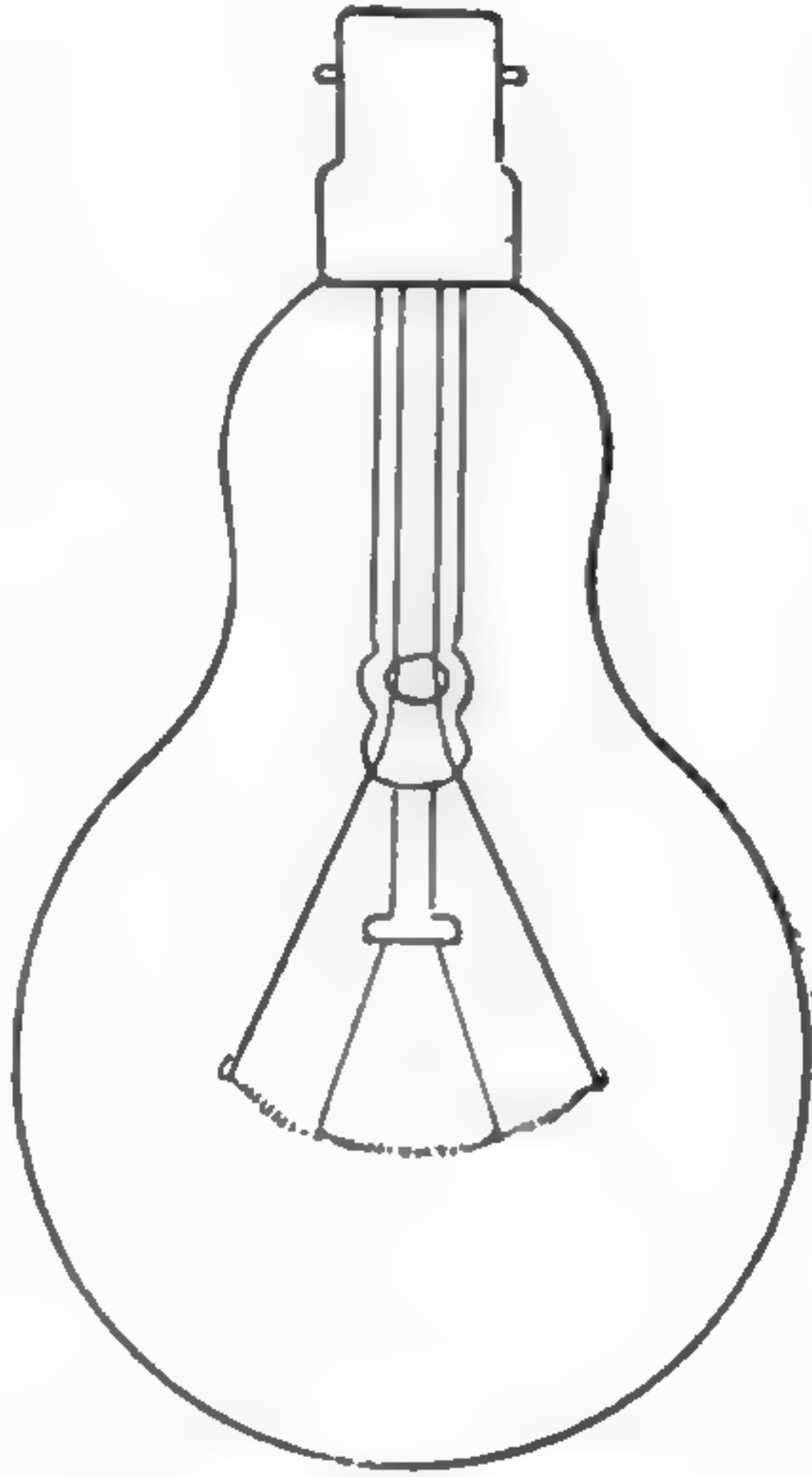
విద్యుత్ దీపములు - I : ఇందు గోళ దీపములగురించి చర్చింపబడును. ధాతుతంతులగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించినపుడు ఆతంతులు విద్యుత్ ప్రవాహమును నిరోధించును. ఈ నిరోధకసామర్థ్యము తంతి సన్ననైన కొలది పాచ్చగుచుండును. ఈ నిరోధన ఫలముగ తంతి తాపక్రమము పాచ్చును. తీగ మిక్కిలి సన్ననైనపుడు



A : పరియల్ ; G : భూమి ; T : ట్రాన్స్ ఫార్మర్ (మెయిన్స్) ; 1 : రేడియో ఫ్రీక్వెన్సీ కోయిల్ ; 1a : రెక్టిఫయర్ ; 2 : ఇంటర్ మీడియట్ ఫ్రీక్వెన్సీ కోయిల్ ; 2a : రేడియో ఫ్రీక్వెన్సీ వాల్వు ; 3 : పేరియబుల్ కన్డెన్సర్ ; 3a : డిట్యున్ ; 4 : ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ వాల్వులు ; 5 : ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ ట్రాన్స్ ఫార్మర్ ; 6 : లాడ్ స్పీకరు.



అది నిప్పువలె ఎర్రగ కాలి కణకణలాడునంతవరకు తాప క్రమము హెచ్చి కాంతిని చిమ్మును. ఈ విషయమే విద్యుత్ దీపముల యందు వాడుక చేయబడినది. విద్యుత్ దీపమునగా ఒక గాజు గోళమునందు ఇమిడ్చి, విద్యుత్ ప్రవాహముచే కాంతి ప్రసరించు వరకు వేడిచేయబడిన ధాతు తంతి. మొట్టమొదట ఈ గాజు గోళములో కార్బన్ తో తయారైన తీగలను వాడెడివారు. నేడు సన్నని టంగ్స్టన్ తీగలను వాడుచున్నారు.



విద్యుత్ దీపగోళము

టంగ్స్టన్ కార్బన్ కన్న హెచ్చు నిరోధక శక్తి కలది.

అందుచే తీగను ఉజ్వలకాంతి ప్రసారకముగ ఉన్నతతాప క్రమములో వేడిచేయవచ్చును. టంగ్స్టన్ ధాతు తీగ కూడ శూన్యావరణలో ఆవిరియై గోళముయొక్క గోడలను మలినముగ ఒనర్చును. ఈ ప్రమాదమును తొలగించుటకు ధాతువుపై రాసాయనిక చర్యలేని వాయువగు నైట్రోజన్ ని వాడుకచేయుచుండెడివారు. 1893లో జడ వాయువులు (చూ. పు. 340) కనుగొనబడినవి. అందులో ఒకటగు 'ఆర్గాన్' విద్యుత్ దీపగోళములను నింపుటకు నైట్రోజన్ కన్న హెచ్చు ఉపయోగకరమని రుజువైనది. నైట్రోజన్ రాసాయనికముగ తటస్థగుణముగల ద్రవ్యమైనను, ఆర్గాన్ కన్న హెచ్చుతాపవాహకముగ పనిచేసి తీగయొక్క వేడిమిని గోళముయొక్క ప్రక్కలకు, సుళువుగ సంక్రమింపజేయును. అందుచే నైట్రోజన్ వాతావరణములో టంగ్స్టన్ తీగను, కాంతిని ప్రసరించునట్లుగ కాల్యవలెననినచో, విద్యుచ్ఛక్తి చాల నష్టమగుచుండెడిది. ఆర్గాన్ అట్లుకాక, తాపమునకు చాలమందమైన వాహకము. అందుచే తీగమీదనున్న వేడిమి గోళములయొక్క గోడలకు పోవుట చాల తగ్గును. ఈ విషయమును ఆలోచించియే నేడు హెచ్చువిలువగల గోళములందు ఆర్గాన్ పూరణముగ వాడుకచేయుదురు.

సాధారణముగ విద్యుత్ దీపగోళములపై 15, 25, 40, 60 'వాట్టు'లను అంకెలు కనుచుందుము. ఏదేని విద్యుత్ దీపము ఒక నిర్దిష్ట కాంతిశీఘ్రతకు వేడెక్కునట్లు చేయుటకు ఖర్చగు విద్యుత్ కార్యశక్తి ఈ అంకెలచే గుర్తించబడును.

విద్యుచ్ఛక్తిని కొలుచు యూనిట్ 'జౌల్'. ఒక కూలామ్ విద్యుత్ రాశి ఒకవోల్ట్ ప్రేషముక్రింద ప్రవహించునపుడు అది ప్రదర్శించు శక్తిని ఒక 'జౌల్' అని అందురు. నెకనుకు ఒక జౌల్ చొప్పున ఖర్చయిన ఆ విద్యుత్ కార్య శక్తికి ఒక 'వాట్టు' అని పేరు. ఏ. మా. శ.

**విద్యుత్ దీపములు - II (మర్క్యురీ ఆర్క్ లాంప్):** ఇందు ఫిలమెంట్ లేని దీపములనుగూర్చి చర్చింపబడును. ఇది 3, 4 అడుగుల పొడవుగల గాలితీసివేసిన గొట్టము. ఇందు ఒక కొనను ఒక ధాతుఫలకము, రెండవవైపు కొంత పాదరసము ఉండును. చాపము పనిలో లేనప్పుడు పాదరసమున్నకొన క్రిందికి, ఫలకమున్నకొన మీదికి ఉండునట్లు ఫలకపుకొనవైపు రెండు ఎత్తైనకాళ్ళు ఉండును. దానిని వెలిగించవలెననిన విద్యుత్ వలయములోనుండి పాదరసము గొట్టమంతటను పారునట్లు పల్లముగనున్నకొనను కొంచెము ఎత్తినచో రెండు ధ్రువములకును పాదరసముద్వారా సంపర్కము ఏర్పడును. వెంటనే ఎత్తినకొనను దించివేసిన పాదరసము ముక్కలై ఆ ముక్కలమధ్య విద్యుత్ చాపములు ఏర్పడును. ఈ చాపతాపమునకు పాదరసము ఆవిరియై విద్యుత్ ప్రవాహమును స్థిరముగ స్థాపించును. ఈ ఆవిరిగనున్న పాదరసపు కాంతియే పాదరసచాపముయొక్క కాంతి. ఈ కాంతియందు శోణకిరణములు లేవు. అందుచే ఆ కాంతిలో లోహితము, ఆకుపచ్చ కలిసి ఉండును. స్పటికశిల (క్వార్ట్జ్) తో నిర్మించిన గొట్టములు ఉపయోగించిన పాదరస చాపదీపముల నుండి అతి నీల లోహితకిరణములు ఎక్కువగా ప్రసారితమగును. అందుచే వీటిని క్రిమినివారణ (స్టెరిలైజింగ్) కై ఉపయోగింతురు.

**రసోత్పర్ణదీపము (మర్క్యురీ డిస్చార్జ్ లాంప్):** పై ఖండములో పేర్కొనిన ఈ పాదరసచాపదీపము నేడు పురాతనమైపోయినది. దాని స్థానమును రసోత్పర్ణదీపము ఆక్రమించినది. ఇందులో గట్టిగాజుగొట్టమునందు అల్ప ప్రేషమునందున్న ఆర్గాన్, కొద్దిగా పాదరసము ఉండును. గొట్టపు రెండుకొనలందును రెండు విద్యుదగ్రములు ఉండును. ఈ గొట్టమును మరియొక గాజుగొట్టములో మూసి, ఆ రెండు గొట్టములమధ్యగల ప్రదేశమును నిర్వాతము ఒనర్తురు. అందుచే లోపలిగొట్టమందు ఏర్పడిన పాదరసబాష్పము తిరిగి ద్రవీభవించుటకు వీలులేని తాపములో ఉండును. రెండు విద్యుదగ్రముల మధ్యను విద్యుత్ ప్రేషమును ఏర్పరచినపుడు అక్కడనున్న వాయువులు అయనీకరణమును పొంది గొట్టముగుండా ఒక విద్యుదగ్రమునుండి వేరొక విద్యుదగ్రమునకు విద్యుత్తు ప్రసరించుటచే దీపము వెలుగును.



## విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - I

స్ఫోరకదీపము (ఫ్లోరోసెంట్ లాంప్) : స్ఫోరక దీపము నందు ఒక పొడవైనగాజుగొట్టము రెండుచివరలందును చుట్ట చుట్టబడిన టంగ్స్టన్ తీగచుట్టలు అమర్చబడిఉండును. అవియే విద్యుదగ్రములు. ఈచుట్టలపై ఒక ప్రత్యేక ద్రవ్యము పూసియుండును. చుట్టలను వేడి చేసినపుడు ఎలక్ట్రాన్లను విసర్జించుసామర్థ్యము ఎక్కువచేయుటయే పై పూతయొక్క ప్రయోజనము. ఈచుట్టల చుట్టును సంగడించుచు అవసరములేని అయస్కాన్లను, ఎలక్ట్రాన్లను మ్రింగి వేయు ధనద్రువములు ఉండును. ఇవి దృఢమైనతీగతో తయారుచేయబడినవి. గొట్టమునకు లోపలి తలమునకు స్ఫోరకద్రవ్యము పూసియుండును. ఆగొట్టమందు కొద్దిగా పాదరసమును, అల్పప్రేషమందున్న ఆర్గాన్ కూడ ఉండును. గొట్టమును విద్యుత్ వలయములోనుంచి మీటనొక్కగనే కొంతసేపటివరకు ఏకాంతియు గొట్టమునుండి బయలుదేరకపోవుట మనకు అనుభవమే. ఈ కాలములో తీగచుట్టలగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించి వాటిని వేడిచేయును. ఇందువలన ప్రతి విద్యుదగ్రముచుట్టును, ఒక ఎలక్ట్రాన్ ప్రాకారము ఏర్పడిన విద్యుత్ ప్రవాహమును విచ్చిన్నము చేయును. దీనిఫలితముగ ఒకతృటిలో గొట్టపు రెండు కొనలనున్న విద్యుదగ్రములమధ్య అత్యధికశక్తల ఉత్సర్గ మొకటి స్థాపితమగును. దీనివలన విద్యుదగ్రములు వేడెక్కుట జరుగును. అనగా విద్యుత్ ప్రవాహము జరుగుచున్నంతకాలము ఈ తీగచుట్టలు ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమును కలుగజేయుచునే ఉండును. గొట్టములో సంభవించు విద్యుదుత్సర్గ మూలమున పాదరసము ఆవిరియై, ఉత్తేజితమై వెలుతురును చిమ్మును. ఈ వెలుతురులో కంటి కగపడని అతినీలలోహిత కిరణములు ఎక్కువ. ఈ కిరణములు గొట్టపులోపలివైపు పూతగానున్న స్ఫోరక ద్రవ్యముపైబడి దానిని ఉత్తేజించును. ఇట్టి స్ఫోరకదీప మిచ్చు కాంతి పూతగా ఆచరించు స్ఫోరకద్రవ్యమును బట్టి ఉండును. ఇట్టివే అనేకరంగులు కల దీపములను మన మీనాడు చూచుచున్నాము. త. న. న. మూ.

విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - I : విద్యుద్వాహకత; అయస్ నిర్ధాంతము (I) : విద్యుత్ ప్రవాహము విషయమై వివిధద్రవ్యములు వివిధరీతుల ప్రవర్తించును. గంధకము, రబ్బరువంటి వస్తువులు విద్యుత్ ప్రవాహమును తమ గుండా ప్రవహించనీయవు. అట్టి వాటికి అవిద్యుద్వాహకములని పేరు. ధాతువులు సాధారణముగా ఉత్తమ విద్యుద్వాహకములుగా ఆచరించును. అందువలన వస్తువులు విద్యుద్వాహకములు అగునవియు, కానివియు, వాటి స్వభావమునుపట్టి ఉండును; ఒకప్పుడు వాటిస్థితిని

పట్టికూడ ఉండును. కర్రలనుండి లభ్యమగు బొగ్గు విద్యుద్వాహకముకాదు, కాని బొగ్గునకు రూపాంతరమైన గ్రాఫైట్ విద్యుద్వాహకముగా ఆచరించును. ఉప్పు ఘనస్థితిలో విద్యుద్వాహకము కాదు. వేడిచేసి ద్రవముగా కరిగించినచో అది విద్యుద్వాహకము అగును. విద్యుత్తు ప్రవహించు కాలమునందు వాటిలో జరుగు మార్పులనుపట్టి విద్యుద్వాహకములను కూడ తరగతులుగా విభజించవచ్చును

మొదటి తరగతి : ఇందులో ధాతువులు, ధాతుమిశ్రములు, గ్రాఫైట్, కొన్నిసూపర్ ఆక్సైడ్లు చేరియున్నవి. వీటిగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు వీటిద్రవ్యములో ఎలక్ట్రాన్లచలనముతక్కు. ఇతర ద్రవ్యకణముల చలనము కాని, మరి ఏ ఇతరశాశ్వతమైన మార్పుగాని ఉండదు.

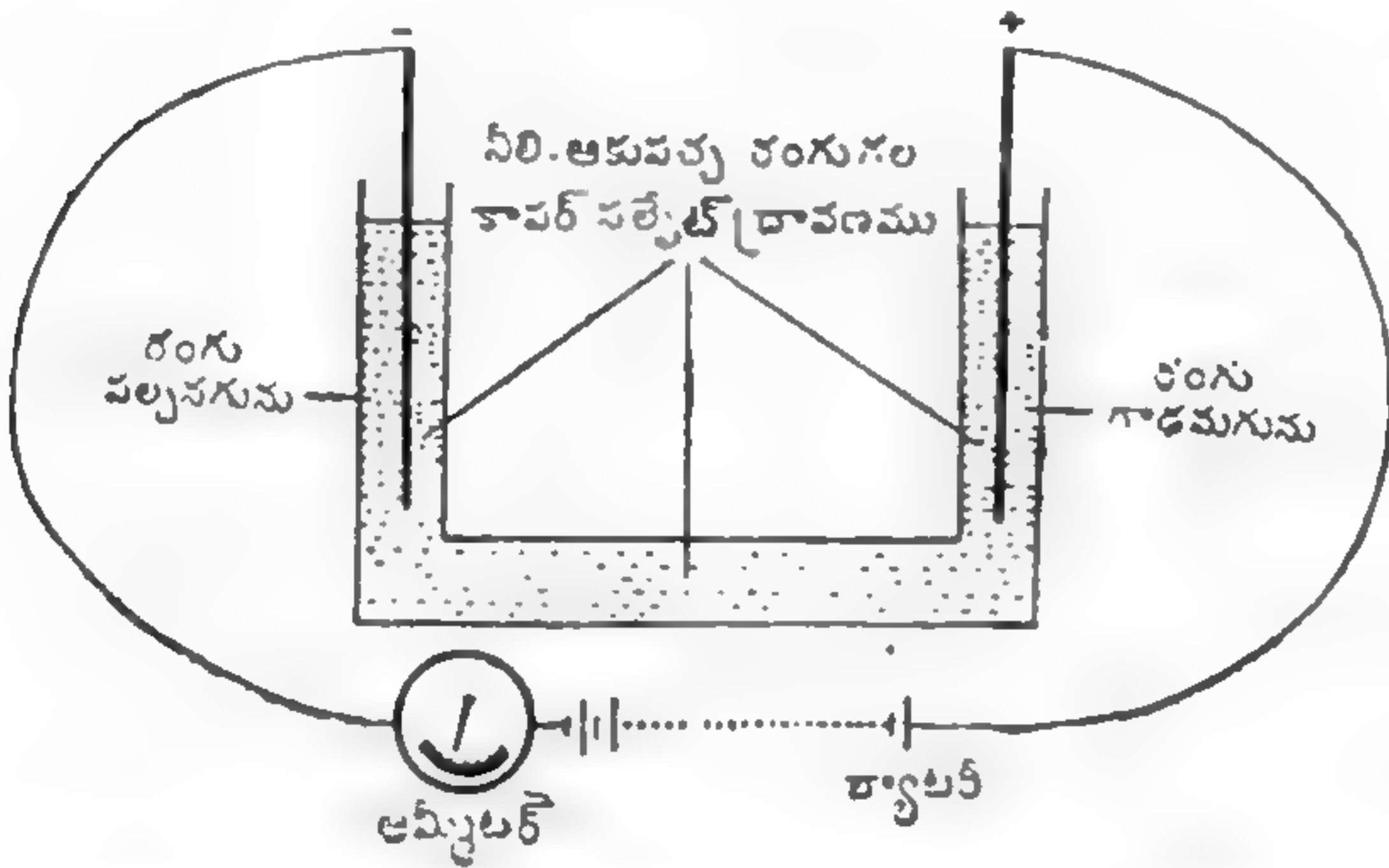
రెండవ తరగతి : ఈ తరగతికి చెందిన ద్రవ్యములలో విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నంతకాలము విద్యుదావేశముతో కూడిన ద్రవ్యకణములయొక్క స్థానాంతర చలనమేకాక శాశ్వతమైన రాసాయనికపు మార్పులుకూడ సంభవించును. తాపముచే ద్రవీభవించబడిన లవణములు, లవణముల, ఊరముల, ఆమ్లముల జలద్రావణములు ఈ తరగతిలోనివి.

మూడవ తరగతి : ఈ తరగతి ద్రవ్యములలో విద్యుత్ ప్రవాహకారణముగా ఎలక్ట్రాన్ల చలనమేకాక ఆవిష్ట ద్రవ్యకణముల స్థానాంతర చలనముకూడ ఉండును. అనగా ఈ తరగతి ద్రవ్యములు, పై రెండు తరగతులకు చెందిన ద్రవ్యములు విద్యుత్ ప్రవాహకాలమందు చూపు లక్షణములను కనపర్చును. ఒత్తిడి బొత్తిగా తగ్గించిన వాయువులు ఈ తరగతికి చెందినవి. రెండవ తరగతికి చెందిన ద్రవ్యముల విద్యుద్వాహకత రాసాయనికుని ప్రధానమైన అనుశీలన విషయము. అందువలన ఈ ప్రకరణములో అట్టి ద్రవ్యముల ప్రవర్తనయే పరిశీలించబడును.

నవీనసిద్ధాంతప్రకారము రాగితిగలోని విద్యుత్ ప్రవాహము, తీగ ఒక కొననుండి మరియొక కొనకు జరుగు ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహమేకాని తీగలోని రాగిపరమాణువుల స్థానమందు మార్పుండదు. ద్రావణములలో అట్లుగాక, ఒక స్థానమునుండి మరియొక స్థానమునకు ద్రవ్యకణములు కదలును. ఈ కదలుటను సులభముగా ప్రయోగముచే చూపవచ్చును. కావర్ సల్ఫేట్ (మైలతుత్తము) జల ద్రావణములో బ్యాటరీయొక్క రెండువిద్యుదగ్రములను వేరువేరుగా ఉంచినచో ద్రావణముగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నట్లు, ద్రావణమునకు వెలుపలి విద్యుత్ వలయములోనుంచిన ఆమ్మీటర్ సూచించును. విద్యుత్తును



కొంతసేపు ప్రవహించనిచ్చినచో, ద్రావణముయొక్క నీలి ఆకుపచ్చరంగు ఒక విద్యుదగ్రమువద్ద గాఢమగుటయు,



విద్యుద్వాహకద్రవ్యముయొక్క స్థానాంతరచలనము

ఇంకొకదానివద్ద పలుచబడుటయు చూడనగును. ఒక విద్యుదగ్రమువద్ద రాగి అయన్ రూపమున ద్రావణములో ప్రవేశించి ఆభాగముయొక్కరంగు గాఢమగును. రెండవ దానిపై ద్రావణమునుండి రాగి అవక్షేపముగా వేరై రంగు పలుచబడును. ద్రవ్యము స్థానాంతరమునుచెందు ఇట్టి విద్యుద్వాహక ప్రక్రియకు విద్యుత్ విశ్లేష్యవహనము (ఎలక్ట్రోలిటిక్ కన్డక్షన్) అని పేరు.

సాధారణముగా విద్యుద్వాహకముగా ఆచరించు ఏ వస్తువునైనను పై రెండు తరగతులలో ఒకదానియందు సంశయము లేకుండ చేర్చవచ్చును. కాని ద్రవీభూత అమోనియాద్రావ్యములో విలీనమైయున్న సోడియమ్ వంటి వ్యవస్థలలో విద్యుత్ వహనము ధాతువహనమనిగాని విద్యుత్ విశ్లేష్య వహనమనిగాని నిష్కర్ష గా చెప్పటకు పీలులేదు. ఏలన ద్రావణములో సోడియమ్ ధాతువు యొక్క సాంద్రత ఎక్కువగుకొలది, విద్యుత్ విశ్లేష్య వహనము క్రమముగా ధాతువహనముగా మారును.

విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణముల విద్యుత్ వహనమును, విద్యుత్ ప్రవాహ కాలమందు విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము లలో సంభవించు మార్పులను సవిస్తరముగా పరిశీలించి వాటిని నియమబద్ధముగా (1832-33) ఒనర్చినవాడు ఫారడే.

ధాతువహనమునకు అన్వయించు ఓమ్ నియమము (చూ. పు. 230) విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణముల విద్యుత్ వహనము నకుకూడ వర్తించుననువిషయము 18 వ శతాబ్దాంతమున తెలిసినది. ఏ విద్యుద్వాహకమైనను విద్యుత్ ప్రవాహము నకు కొంత నిరోధమును కలిగించును. ఈ నిరోధము విద్యుద్వాహకము గుండా విద్యుత్ ప్రవాహమును నెల కొల్పు విద్యుచ్ఛాలక బలము వాహకముగుండా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహ శీఘ్రత, ఈ రెండిటి నిష్పత్తికి

సమానముగా ఉండునని ఓమ్ నియమము సూచించును. విద్యుచ్ఛాలకబలము (E) ను వోల్టులలోను, ప్రవాహ శీఘ్రత (I) ను ఆంపియర్లలోను, నిరోధము (R) ను ఓమ్లలోను తెలియజేయుదురు. ఈ చిహ్నాలను ఉపయోగించి ఓమ్ నియమమును  $R = \frac{E}{I} \dots (1)$  అను సమీకరణముచే తెలియజేయవచ్చును. కొంచెము మార్చి ఓమ్ నియమమును  $I = \frac{E}{R} \dots (2)$  అని వ్రాయవచ్చును. విద్యుచ్ఛాలకబలము యొక్క విలువ ఒకవోల్టు అయినప్పుడు పై సమీకరణము  $I = \frac{1}{R} \dots (3)$  అగును.

అనగా విద్యుచ్ఛాలకబలము ఒకటికి సమముగా ఉన్న పరిస్థితులలో ప్రవాహశీఘ్రత  $\frac{1}{R}$  కు సమమగును. నిరోధము R ను తెలుపుసంఖ్య యొక్క పుష్కలము సంఖ్యను అనగా  $\frac{1}{R}$  ను వాహకత (కన్డక్టెన్స్) అని వ్యవహరింతురు. విద్యుచ్ఛాలక బలము యొక్క విలువను ఒకటికి సమముగా గ్రహించిన పరిస్థితులలో 3 వ సమీకరణమును బట్టి ప్రవాహ శీఘ్రత (1) ను, వాహకత  $\frac{1}{R}$  ను ఒకే యూనిట్ లో తెలియపరచ వచ్చును. నిరోధము (R) ను ఓమ్లలో తెలియజేయుట రివాజు గనుక వాహకత  $1/R$  ను పుష్కలము (రెసిప్రోకల్) ఓమ్లలో తెలియజేయుట సంప్రదాయము 'ఓమ్' అను ఇంగ్లీషుమాట 'Ohm' అని వ్రాయుదురు గనుక పుష్కలము ఓమ్ ను 'mho' అని వ్రాయుట పరిపాటి అయినది. 'mho' అను గురుతును నోటితో పుష్కలము ఓమ్లు అని పలుకుదురు.

ధాతువు యొక్కగాని, ద్రావణము యొక్క గాని విద్యుద్వాహకతను నిర్ణయించుటలో విద్యుత్ నిరోధమును ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించి  $I = 1/R \dots (4)$  అను సమీకరణముచే విద్యుద్వాహకతను లెక్కింతురు. దీనికి కారణమేమన విద్యుద్వాహకమునకు విద్యుద్వాహకతకన్న విద్యుత్ నిరోధము విశిష్టతరమైన లక్షణము. ఏలన వినియోగించబడిన విద్యుచ్ఛాలకబలము (E) యొక్క పరిమాణమునుపట్టి విద్యుద్వాహకత మారును. విద్యుచ్ఛాలకబలము (E) ఎక్కువగుకొలది విద్యుద్వాహకతకూడ ఎక్కువగుచుండును. అట్లుగాక తాపక్రమము స్థిరముగా ఉన్నంతసేపు తక్కిన పరిస్థితులు ఎట్లుమారినను విద్యుత్ నిరోధము మారదు.



## విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - I

వస్తువుయొక్క విద్యుత్ నిరోధము, దాని పొడవు ఎక్కువయైన ఎక్కువ అగును; వైశాల్యము ఎక్కువయైన తగ్గిపోవును. బీజగణిత పరిభాషలో విద్యుత్ నిరోధము, పొడవునకు అనులోమముగాను, వైశాల్యమునకు విలోమముగాను మారును. \*

ధాతువుల విశిష్టవాహకతకు, ద్రావణముల (ముఖ్యముగా జలద్రావణముల) విశిష్టవాహకతకు ఒక ప్రధాన వ్యత్యాసము కలదు. విద్యుదగ్రములకు మధ్య ఒక ఘన సెంటీమీటరు ధాతువునుంచి దాని వాహకత కనుగొను ప్రయోగములో ధాతువులోనున్న ద్రవ్యమంతయు విద్యుత్ వహనమందు పాల్గొనును. ద్రావణము విషయములో ఆ ఘన సెంటీమీటరులోనున్న ద్రవ్యమంతయు విద్యుత్ వహనకార్యమందు పాల్గొనదు. జలద్రావణము లందు జలము ఉదాసీనముగా ఉండును. ద్రావణములో ఉన్న అయన్ లే విద్యుత్ వహనమును నిర్వహించును. అందువలన ద్రావణముల విద్యుత్ వహన ధర్మమును లెక్కించుటలో ద్రావణమందు విలీనమైయున్న విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యముయొక్క సాంద్రతను లెక్కలోనికి తీసికొనవలెను. ఆ కారణమున ద్రావణముల విషయములో విశిష్టవిద్యుత్ వాహకతకన్న వాటి తుల్యభారవాహకత, లేదా వాటి అణుభారవాహకత పొచ్చుప్రాముఖ్యమును వహించును.

తుల్యభారవాహకత అనగా, ద్రావణముయొక్క విశిష్టవాహకతను తుల్యభారము ద్రావ్యముకల ద్రావణ ఆయతనముచే గుణించగా వచ్చిన ఫలము. విశిష్టవాహకతకు  $K$  అని గుర్తు. తుల్యభారవాహకతకు  $\Lambda$  అని గుర్తు. ఈ గుర్తులను ఉపయోగించి  $\Lambda = K \times V_c$  అను సమీకరణముచే పై తుల్యభారవాహకతను నిర్వచించవచ్చును. ఇచ్చట  $V_c$  అనునది ఒక తుల్యభారము ( $e$ ) గల ద్రావణ ఆయతనము (ఘన సెంటీమీటరులలో).

\* పొడవును  $l$  చేత, వైశాల్యమును  $A$  చేత గుర్తించినచో  $R \propto \frac{l}{A} \dots (5)$  లేదా  $R = R \frac{l}{A} \dots (6)$  అను సమీకరణముచే పై నియమమును సూత్రీకరించవచ్చును.  $R$  స్థిరాంకము.

1,  $A$  రాశులకు యూనిట్ విలువలను ఇచ్చినచో  $R = R \frac{1}{l}$  అగును, అప్పుడు  $R$  అనునది ఒక సెంటీమీటరు పొడవు, ఒక చదరపు సెంటీమీటరు వైశాల్యము, లేదా ఒక ఘన సెంటీమీటరు ఆయతనముగల వస్తువుయొక్క నిరోధము అగును. దీనికి విశిష్ట నిరోధము (స్పెసిఫిక్ రెసిస్టివ్) అనిపేరు. దీని వ్యుత్క్రమ మూల్యమునకు విశిష్టవాహకత అనిపేరు. దీనిని పై నిచ్చెప్పినట్లు వ్యుత్క్రమపీఠంలో నిరూపింతురు.  $K$  అనునది దీనిగుర్తు.

ఇటులనే అణువాహకతను కూడ నిర్వచించవచ్చును.

$$\mu = K \times V_m$$

ఇచ్చట  $\mu$  అణువాహకత;  $K$  ద్రావణము యొక్క విశిష్ట వాహకత;  $V_m$  అణుభారము ద్రావ్యముగల ద్రావణ ఆయతనము (ఘన సెంటీమీటరులలో):

విద్యుద్వాహకతను నిర్ణయించుట: విద్యుద్వాహకతను లెక్కించుటకు పూర్వము ప్రయోగముచే నిర్ణయించబడునది విద్యుద్వాహకముల నిరోధమని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. వ్యవహారములో సరిగా ఒక ఘన సెంటీమీటరు ద్రావణము యొక్క నిరోధము నిర్ణయించుట పొసగదు. అనువైన ద్రావణ ఆయతనమును గ్రహించి దానిని ఒక పాత్రలో విద్యుదగ్రములమధ్య పెట్టి ద్రావణనిరోధమును ప్రయోగముచే నిర్ణయింతురు.

ద్రావణముయొక్క విశిష్టనిరోధము  $R$ , విద్యుదగ్రముల మధ్యదూరము  $l$ , వాటి వైశాల్యము  $A$ , అగుపరిస్థితులలో ప్రయోగమందు దృష్టమగునిరోధము  $R = R \frac{l}{A}$  అగును.

దీనినుండి  $R$  ను సాధించినచో  $R = \frac{RA}{l} \dots (7)$  అగును.

ఈ విధానమున  $R$  ను యథార్థముగా నిర్ణయించుటకు, విద్యుదగ్రములమధ్యదూరము ( $l$ ) ను, వాటి వైశాల్యము ( $A$ ) ను కచ్చితముగా కొలువవలయును. ఇట్టికొలత ప్రతి ప్రయోగమునందును నిర్వహించుట అనవసరము. అందువలన ప్రారంభమున  $l$ ,  $A$  ల కొలతలు తెలిసిన విద్యుదగ్రములమధ్య, నియతసాంద్రతగల విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణమును ఒక దానినుంచి  $R$  (నిరోధము) ను ప్రయోగ పూర్వకముగా నిర్ణయింతురు. దీనిని ఇప్పుడు  $R = R \frac{l}{A}$

అను సమీకరణమున ప్రవేశపెట్టినచో  $R$  యొక్కయు,  $\frac{l}{A}$  నిష్పత్తియొక్కయు, విలువలు తెలుసును గనుక  $R$  యొక్క వలువను లెక్కకట్టవచ్చును.

నియతసాంద్రతగల ఒక ద్రావణము యొక్క విశిష్ట నిరోధము  $R$  తెలిసినతరువాత, ఆ ద్రావణమును ఉపయోగించి ఏవిద్యుత్ ఘటమునందైనను విద్యుదగ్రముల మధ్య దూరమునకు, వాటి వైశాల్యమునకు గల నిష్పత్తి  $\frac{l}{A}$  ను లెక్కకట్టవచ్చును. ఆ ద్రావణముయొక్క నిరోధము  $R$  ను ప్రయోగముచే కనుగొని,  $R = R \frac{l}{A}$  అను 6 వ సమీకరణములో ప్రయోగమువలన లభిమైన  $R$  విలువనుండి,



R ఇదివరకే తెలుసును కనుక,  $\frac{l}{A}$  ను లెక్కించవచ్చును.

ఈనిష్పత్తికి N అనునది ప్రత్యేకచిహ్నము.  $\frac{l}{A} = N$  దీనికి

ఘటస్థిరాంకము (సెల్ కాన్ స్టెంట్) అని పేరు.

ఒకద్రావణముయొక్క విశిష్టవాహకతను అనగా దాని విశిష్టనిరోధమును కనుగొనుటకు పూర్వము ఆప్రయోగ మందు పరికరముగా వాడుకచేయు ఘటముయొక్క స్థిరాంకమును ముందుగా గణించవలెను. ఈస్థిరాంకమును ఉపయోగించి, ఆఘటమునందుంచిన ఏద్రావణముయొక్క

విశిష్టనిరోధమునైనను  $R = R \times \frac{l}{A} = R \times N$  అను

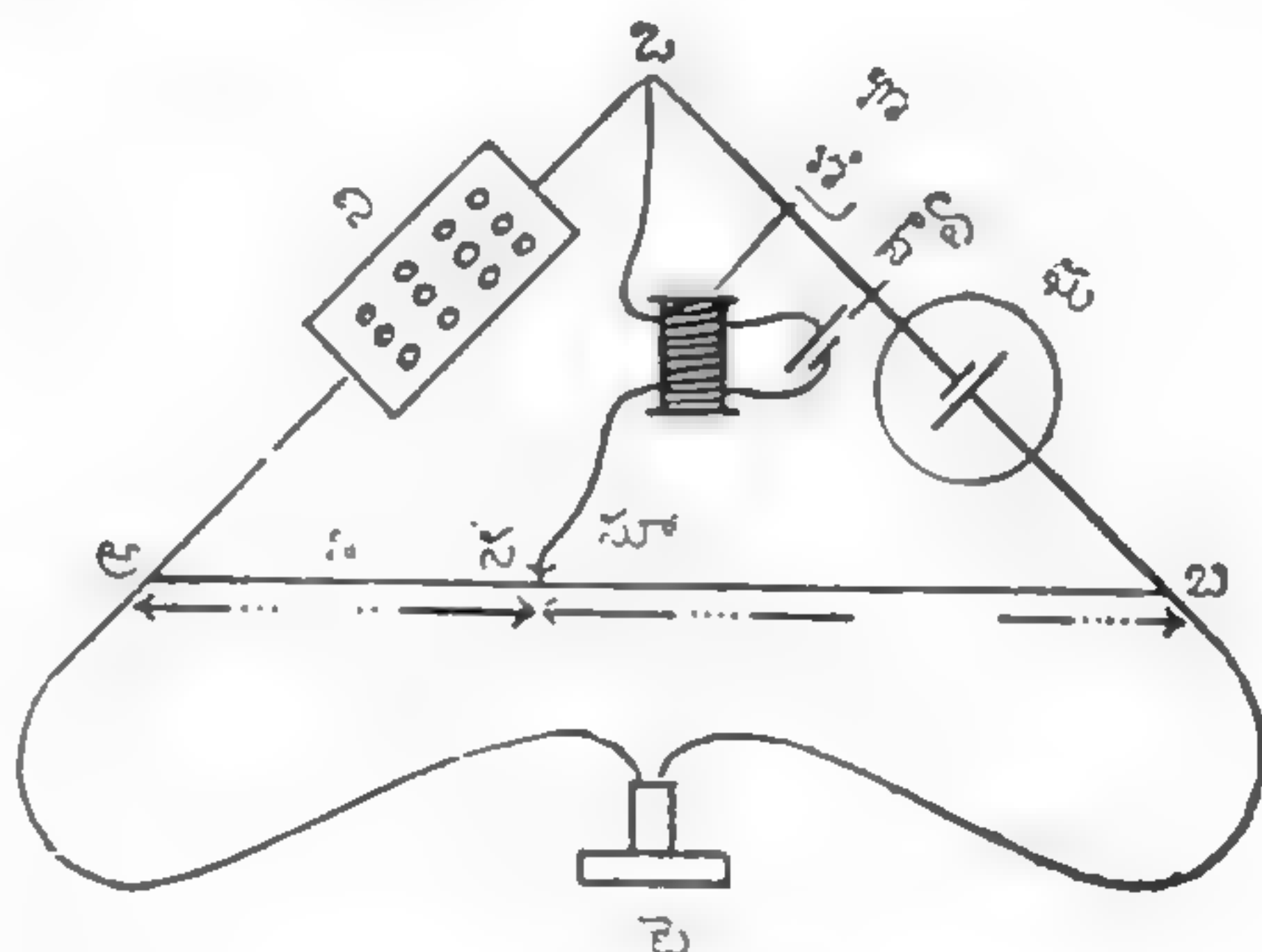
సమీకరణముచే లెక్కించవచ్చును. ఇచ్చట R ప్రయోగ లబ్ధము, N విలువ మునుపే తెలుసును; అందువలన R ను లెక్కించవచ్చును.

నిరోధ నిర్ణయము-ప్రయోగము: విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణముయొక్క నిరోధమును ధాతుపుల నిరోధమును నిర్ణయించుటకు వాడుకలోనున్న ప్లిట్ స్టన్ బ్రిడ్జి విధానము చేతనే నిర్ణయించవచ్చును. కాని అక్కడ ఉపయుక్తమైన ఋజువిద్యుత్తు ఇక్కడ పనికిరాదు. ఏలన ద్రావణము గుండా ఋజువిద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు అందుంచిన విద్యుత్ దగ్రముల ధన, ఋణచిహ్నములు తారుమారగుటవలన ద్రావణముయొక్క నిరోధము దానికి సహజముగానున్న దానికన్న ఎక్కువగును. ఈప్రక్రియను ద్రువనమనియందురు (చూ. ద్రుపీకరణము - పు. 428). ద్రువనమువలన కలిగిన నిరోధమును ప్రయోగమువలన నిశితముగా కనుగొనుటకు వీలుపడదు. అందువలన ద్రువనము జరుగకుండ చేయు మార్గమును ఉపయోగించి ద్రావణనిరోధమును నిర్ణయించవచ్చును. విద్యుత్ ప్రవాహారంభమున (జలద్రావణముల విషయములో) ఋజువిద్యుత్తుపై హైడ్రోజన్ యు, ధనవిద్యుత్తుపై ఆక్సిజన్ యు పొరలుగా ఏర్పడి ఆ అగ్రముల చిహ్నములను మార్చి ద్రువనమును కలుగ జేయును. ఋజువిద్యుత్తునకు బదులు ఆవర్తి విద్యుత్తును ఉపయోగించినచో అగ్రముల చిహ్నములు వడిగా నెకనుకు నూరు పర్యాయములైన మారుటవలన హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయువులు అగ్రములపై జేరుటకు అవకాశము లభించదు. ఒకవేళ ఒకక్షణములో కొంచెము హైడ్రోజన్ ఋణాగ్రముపై నను, కొంచెము ఆక్సిజన్ ధనాగ్రముపై నను చేరినను మరుసటిక్షణములో విద్యుత్ ప్రవాహాదిశ వ్యత్యస్త మగుటచే హైడ్రోజన్ పొరమీద ఆక్సిజన్, ఆక్సిజన్ పొర మీద హైడ్రోజన్ చేరును. అగ్రములు ప్లాటినమ్ ధాతువుచే

నిర్మింపబడి యుండుటచే వాటిమీద చేరిన హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయుమిశ్రము ప్లాటినమ్ ధాతువుయొక్క ప్రేరణప్రభావమున రాసాయనికముగా సంయోగించి నీరు ఏర్పడును. ఇట్లు ఆపొరలు ప్రతిక్షణమును నశించుటవలన అగ్రముల ద్రువనమునకు అవకాశములేదు. అందువలన ద్రావణముగుండా విద్యుత్ ప్రవాహము ద్రువనకారణమున జనించు నిరోధము నకు గురికాకుండ ప్రవహించును.

ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహమును చిన్న ప్రరోచనవేష్టనము (ఇన్ డక్షన్ కోయిల్) యొక్క ద్వితీయవేష్టనపు చివరల నుండి సంపాదించ వచ్చును (చూ. ప్రరోచనవేష్టనము - పు. 459).

ఆవర్తివిద్యుత్తు విషయమున వలయములో విద్యుత్తు ప్రవహించు చున్నదియు, లేనిదియు నిశ్చయించుటకు ఋజువిద్యుత్ విధానమందు వాడుకలోనున్న గాల్వనీమీటరు ఇక్కడ పనికిరాదు. అందుచే ప్రవాహ సూచకముగా గాల్వనీ మీటరునకు బదులు టెలిఫోనును ఉపయోగించుదురు. వలయములో విద్యుత్ ప్రవాహము ఉన్నంతసేపు టెలిఫోనులో ధ్వని వినబడును. ప్రవాహము లేనిపరిస్థితిలో ఆధ్వని మందగించి కనిష్ఠ తీక్షణతను కలిగి యుండును. ప్రయోగ పరికరసన్నివేశమును 1వ పటమున చూడ నగును. దీనికి కోల్ రాష్ పరికరమని పేరు.



1 వ పటము : కోల్ రాష్ పరికరము

‘అబ’ అనునది నికెల్ ధాతువుచేగాని, కాన్ స్టెంటాన్ ధాతు మిశ్రముచేగాని చేయబడిన తీగ. ఈ తీగ పొడవంతటను సమసాంద్రతకలిగి ఉండవలెను. అట్లు లేనిచో ముందుగా దాని ఏయేభాగములు ఎంతెంత నిరోధమును కలిగి యుండునో ప్రయోగము వలన నిశ్చయించుకొనవలెను. ఈ తీగ ‘అబబ’ అను విద్యుత్ వలయ త్రిభుజమునకు ఆధారభుజముగా ఉన్నది. తక్కిన రెండు భుజములలో ఎడమవైపునున్న దానిలో తెలిసిన మూల్యములుగల నిరోధములున్న పేటిక (ని) యును, కుడివైపు

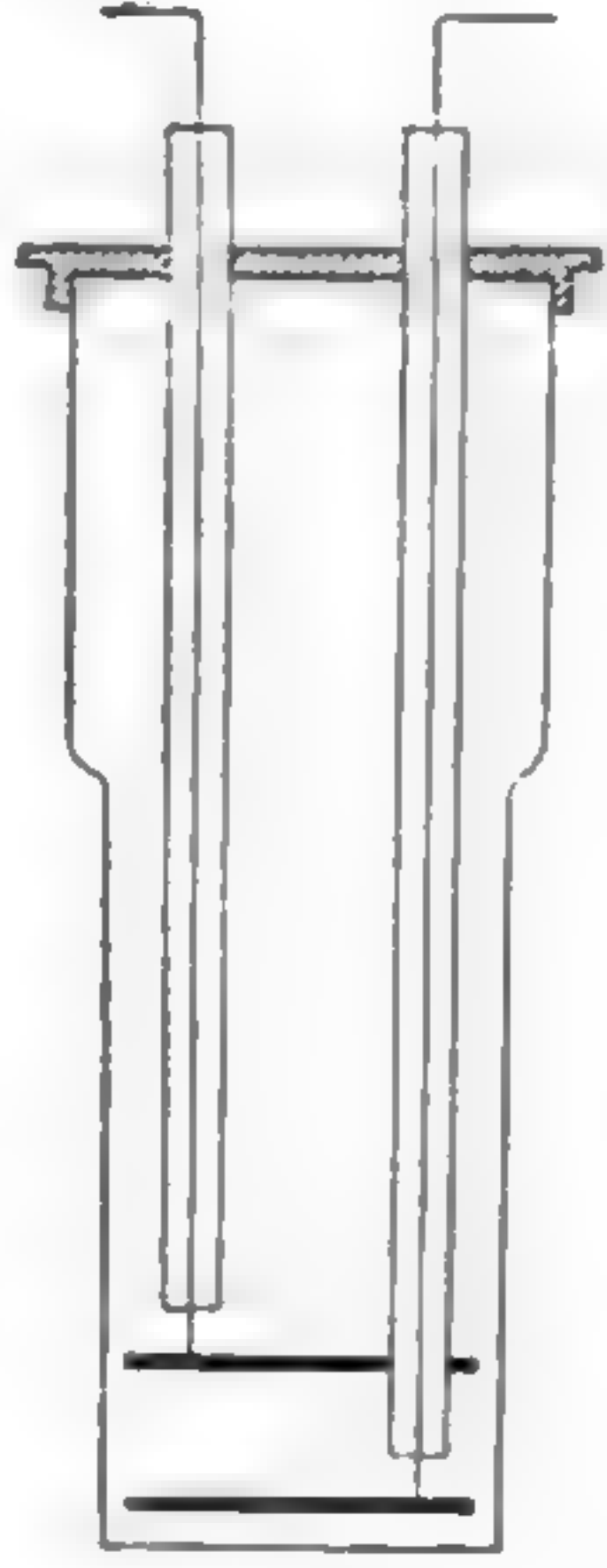


## విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - I

నున్న దానిలో నిరోధము నిర్ణయించవలసిన ద్రావణముతో నింపిన విద్యుత్ ఘటము (ఘ) యును అమర్చబడియున్నది. రెండుగీతలచే 1 వ పటములో సూచించబడిన ఘటము యొక్క వాస్తవిక ఆకారము 2 వ పటములో చూపినట్లుండును.

'అబ' అను తీగపై 'సూ' అను సూచిని ఇటు అటు జరుపుటకు ఒక ఏర్పాటు కలదు. దానిని క్రిందికి నొక్కినపుడుగాని సూచి తీగను తాకదు.

ప్రయోగసమయమున 'బ్యా' అను బ్యాటరీతో ప్రరోచనవేష్టన ప్రథమ వేష్టనమును కలుపుదురు. ప్రరోచన వేష్టనముయొక్క ద్వితీయవేష్టనపు చివరలలో ఒకటి వలయ త్రిభుజము యొక్క శీర్ష బిందువు 'ఒ' తోను, 'రెండవచివర సూచి (సూ) తోను కలుపబడి ఉన్నది, నిరోధపేటికలలో నున్న నిరోధములయొక్క ఉచిత సంపుటిని విద్యుత్ వలయములో ప్రవేశపెట్టి సూచిని తీగపై ఇటునటు కదలించుటవలన తీగపై 'స' అను ఒక నియతబిందువువద్ద ఔలిఫోసులో



2 వ పటము

ధ్వని కనిష్టతీక్షణతను కలిగిఉన్న దనుకొందము. అట్టి పరిస్థితిలో ఔలిఫోసు రెండు చివరలలో కలిసిఉన్న 'అబ' అను రెండు బిందువులును సమానమైన విద్యుత్ ప్రేషమును కలిగియున్నవై ఉండును. అనగా 'అ', 'బ'ల మధ్య విద్యుత్ ప్రవాహము ఉండదన్నమాట. 'అ', 'బ'ల మధ్య విద్యుత్ ప్రేషము ఉండక పోవుటకు కారణము క్రింది విధమున బోధపర్చుకొన వచ్చును. సూచి తీగను తాకియున్న స్థితిలో విద్యుత్ ప్రవాహము 'సబబ' అను మార్గములోను, 'సబల' అను మార్గములోను విరుద్ధ దిశలలో ప్రవహించుచున్నదని ముందుపుటలో నున్న 1 వ పటమువలన తెల్లమగును. ఈ రెండువిరుద్ధదిశలలో ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహము 'అ', 'బ'ల వద్ద సమ విద్యుత్ ప్రేషస్థితికి వచ్చినదన్నమాట. 'అ', 'బ'ల మధ్య ప్రేషవ్యత్యాసము లేకపోవుటచే ప్రవాహముకూడ గోచరించదు.

'అ', 'బ' బిందువులుఇట్లు సమప్రేషబిందువులు (ఈక్వి-పొటెన్షియల్ పాయింట్స్) అయినస్థితిలో 'అస', 'సబ' అను తీగభాగములయొక్క నిరోధములనిష్పత్తి, పేటికలో నుండి వలయములోనికి ప్రవేశపెట్టిననిరోధము, ఎదురు భుజములోనున్న ఘటముయొక్కనిరోధము, ఈ రెండిటి

నిష్పత్తికిని సమానముగా ఉండును. నిరోధమును  $R$  చే గుర్తించి పైనిష్పత్తుల సమతాస్థితిని క్రింది విధమున నిరూపించవచ్చును:

$$\frac{R_{\text{పేటిక}}}{R_{\text{ఘటము}}} = \frac{R_{\text{అస}}}{R_{\text{సబ}}}$$

'అస', 'సబ', ఖండములను మీటరుస్కేలుతో కొలుచుట వలన వాటిపొడవులు మనకు తెలియును. తీగఅంతయును సమసాంద్రముగానున్నపుడు, తీగఖండముల ప్రత్యేకనిరోధములు వాటి పొడవుల నిష్పత్తిలో ఉండును. అందువలన ' $R_{\text{అస}}$ ' కు బదులు 'అస' పొడవును, అట్లే ' $R_{\text{సబ}}$ ' కు బదులు 'సబ' పొడవును సమీకరణములో ఉంచి ఇట్లు వ్రాయవచ్చును:

$$\frac{R_{\text{పేటిక}}}{R_{\text{ఘటము}}} = \frac{\text{అస}}{\text{సబ}}$$

ఈ సమీకరణములో ఒక్క  $R_{\text{ఘటము}}$  తక్కు తక్కినవి అన్నియు తెలిసిన విలువలే. అందువలన పై సమీకరణమునుండి  $R_{\text{ఘటము}}$  ను సాధించినచో  $R_{\text{ఘటము}} = \frac{R_{\text{పేటిక}} \times \text{సబ}}{\text{అస}}$  అగును. ఇట్టిప్రయోగము వలన మనకు

నిర్ధించునది ద్రావణముయొక్క నిరోధము. దీనినుండి ద్రావణముయొక్క విశిష్టనిరోధమును గణించవలెననిన, ఈ నిరోధమును ఘటస్థిరాంకముచే భాగించవలెను:

$$R = \frac{R}{N}$$

ఇట్లు లభించిన  $R$  (విశిష్టనిరోధము) యొక్క ప్యూత్రక్రమ సంఖ్య విశిష్టవిద్యుద్వాహకత  $K$  అగును. ఈ చివర రాశి  $K$  ని ఒకతుల్యభారముద్రావ్యము కలిగి ఘనసెంటీ మీటరులలో తెలియపరచిన ఆయతనముచే గుణించినచో తుల్యభార విద్యుత్ వాహకత  $\Lambda_v$  యు, అట్లే ఒక అణు భారము విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావ్యముగల ద్రావణముయొక్క ఆయతనముచే గుణించినచో అణుభారవిద్యుద్వాహకత ( $\mu_v$ ) యు లభించును. వివిధద్రవ్యముల విశిష్టవాహకతలు ఎట్లుండునో క్రిందిపట్టిక తెలుపును:

| ద్రవ్యము     | విశిష్టవిద్యుద్వాహకత   |
|--------------|------------------------|
| వెండి        | $6.78 \times 10^6$ mho |
| రాగి         | $6.40 \times 10^6$ mho |
| అల్యూమినియము | $8.90 \times 10^6$ mho |
| ఇనుము        | $1.1 \times 10^6$ mho  |



| ద్రవ్యము   | విశిష్టవిద్యుద్వాహకత      |
|--|---------------------------|
| పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము<br>(లీటరులో ఒక అణుభారము) | $98.0 \times 10^{-3}$ mho |
| ఆసిటిక్ ఆసిడ్<br>(లీటరులో ఒక అణుభారము)               | $1.8 \times 10^{-3}$ mho  |
| నీరు   | $8.8 \times 10^{-8}$ mho  |

పై ని వర్ణించబడిన పరికరముతో అనేక సాంద్రతలలో అనేక ద్రావణముల విద్యుద్వాహకతను కోల్ రాష్ అను జర్మనుభౌతికవిజ్ఞాని నిర్ణయించి ఈ ప్రయోగఫలములన్నిటిని క్రోడీకరించి, విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణముల విద్యుద్వాహకతకు వర్తించు రెండు ముఖ్యనియమములను వెల్లడి చేసెను.

మొదటి నియమము : విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము యొక్క విశిష్టవాహకత ద్రావణములోని ద్రావ్యసాంద్రత తగ్గుకొలది తగ్గుచుండును. కాని దాని తుల్యభారవాహకత ఆ పరిస్థితిలోనే ఎక్కువగుచు సాంద్రత బొత్తిగా తగ్గినపుడు ఒక నియతమితివరకు పెరుగును. అనగా ఈ మితికి వచ్చినతరువాత, మరికొంతద్రావణమును ద్రావణమునకు కలిపినను, తుల్యభారవిద్యుత్ వాహకతలో మరి పెరుగుదల కనిపించదు. ఈ మితిని చేరిన తుల్యభారవిద్యుద్వాహకతకు 'అనంతవిలయనస్థితి (ఇన్ ఫినిట్ డైల్యూషన్)లో తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత' అని పేరు.  $\Lambda_{\infty}$  అనునది దీనికి గురుతు.

రెండవనియమము : ఏద్రావణమువిషయములోనైనను అనంతవిలయనస్థితి విద్యుద్వాహకతను ధనఋణఅయన్ల యొక్క ప్రత్యేకవాహకతల సంకలితరాశిగా నిరూపించ వచ్చును. ధనఅయన్ యొక్క వాహకతను  $l_+^+$  చేతను, ఋణఅయన్ వాహకతను  $l_-^-$  చేతను గుర్తించినచో, కోల్ రాష్ రెండవనియమమును :

$$\Lambda_{\infty} = l_+^+ + l_-^-$$

అను సమీకరణరూపమున వ్రాయవచ్చును. ఈ రెండవనియమము విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణముయొక్క విద్యుద్వాహకతాధర్మమును సంకలితధర్మముగా నిరూపించుచున్నది. (చూ. రాసాయనికరచన-భౌతికధర్మములు : పు. 582).

కోల్ రాష్ ప్రయోగములనుండి వెలువడిన తుల్యభార వాహకత ద్రావణముయొక్క సాంద్రత తగ్గుకొలదిని పాచ్చుచుండునని చెప్పియుంటిమి. ద్రావణసాంద్రతకును, తుల్యభారవాహకతకును గల సంబంధమును కోల్ రాష్ సమీకరణరూపమున స్థాపించెను:

$$\Lambda_v = \Lambda_{\infty} - AC^{\frac{1}{2}}$$

ఇచ్చట  $\Lambda_v$  అనునది  $v$  లీటరులలో విలీనమైయున్న ద్రావ్యముయొక్క తుల్యభారవాహకత;  $\Lambda_{\infty}$  అనునది అనంతవిలయనస్థితిలో విద్యుద్వాహకత;  $A$  స్థిరాంకము;  $C$  ద్రావ్యసాంద్రత.

తాపక్రమములో ప్రతిడిగ్రీవృద్ధికి అనంతవిలయనస్థితిలో తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత 2% చొప్పున ఎక్కువగును.

ఫారడేనియమములలోగాని, కోల్ రాష్ నియమములలోగాని విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణములలో విద్యుత్ వహనము ఎట్లు జరుగునో, ఎందుకు జరుగునో అనుప్రశ్నలకు సమాధానములు దొరకలేదు.

ఈ ప్రశ్నకు తొలిసారి 1805 లో గ్రోతన్, తరువాత 1835 లో క్లాసియస్, ఆ తరువాత 1887 లో ఆరేనీయుస్ ఒకరికన్న ఒకరు పాచ్చు సబబుగల సమాధానములనిచ్చిరి.

ఆరేనీయుస్ సిద్ధాంతము ఇటీవల కొద్దిగా మార్పులకు లోనైనను మొత్తముమీద విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణముల ధర్మములను సంపూర్ణముగా వివరించగలదని చెప్పవచ్చును.

ఈయన సిద్ధాంతము క్రింది ప్రమేయములను ఆధారముగా తీసికొని ప్రతిపాదించబడినది:

1. విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములందు ద్రావ్యాణువులు చాల భాగము అయన్ల క్రింద విడిపోయి ఉండును;
2. అయన్లు విద్యుదావేశములను భరించుచున్న కణములు. ద్రావణములో ధన అయన్లువహించు ధనవిద్యుత్ రాశి, ఋణఅయన్లు వహించు ఋణవిద్యుత్ రాశికి సమానముగా ఉండును. అనగా మొత్తముమీద ద్రావణము విద్యుదావేశమును కలిగియుండును;
3. విలయనము ఎక్కువగుకొలది ద్రావ్యముయొక్క విచ్చిన్న భాగము ఎక్కువగు చుండును. సాంద్రత పాచ్చుకొలది విచ్చిన్న భాగము తక్కువగు చుండును. అనగా అయన్ విచ్ఛేదనకార్యము సాంద్రత తగ్గినచో ముందుకును, సాంద్రత పాచ్చినచో వెనుకకును సాగు పరివర్తనీయ కార్యముగా కన్పట్టును. ఈ ప్రక్రియ పరివర్తనీయ మగుటచే ద్రావణము ఏ సాంద్రత కలిగియున్నను అందున్న అయన్లు వాటి జనకములగు అవిచ్చిన్న అణువులతో సమతాస్థియందు ఉండును. ఆ సమతాస్థితిని, సోడియమ్ క్లోరైడ్ విషయములో క్రింది సమీకరణముచే నిరూపించ వచ్చును:



(చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము - I : పు. 570).

4. అయన్ ద్రావణముల ధర్మములు వాటిలోనున్న అన్నిజాతుల అయన్ల యొక్క ధర్మముల సంకలన ఫలములుగా గోచరించును. ఇంకొకజాతి అయన్లు ద్రావణములో ఉన్నను మరి యొకజాతి అయన్ల ధర్మములయందు మార్పేమియు కనిపించదు. అందువలన అయన్ ద్రావణముల ధర్మములు సంకలిత ధర్మముల తరగతిలో చేరును.

(చూ. రాసాయనిక రచన-భౌతికధర్మములు: పు. 582).



## విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - I

ఇక ఈ నాలుగు ప్రమేయములకుగల ప్రయోగా ధారములను వరుసగా విచారితము :

1. విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావ్యములు, ద్రావణములలో విచ్ఛిన్నములై ఉండునను విషయము ఫాస్ట్ హాఫ్ గుణక మందు విశదమగును. తనవిలీన ద్రావణసిద్ధాంతము విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణముల విషయమై వర్తించదని ఫాస్ట్ హాఫ్ తెలిసికొనెను. ఈ ద్రావణముల విపరీత ప్రవర్తనకు కారణమరయలేక ఈద్రావణముల ప్రవర్తనకు, అవిద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణముల ప్రవర్తనకు గల భేదమును పారి మాణికముగా నిరూపించుటకై ఫాస్ట్ హాఫ్ తన గుణక మును సూచించెనని ఇదివరకే వివరించితిమి (చూ. ద్రావణ ములు - II : పు. 418). పై ని చెప్పిన సందర్భమున సూచించి నట్లు విలీనద్రావణములన్నియు అనుసూయత ధర్మములు (చూ. రాసాయనిక రచన - భౌతికధర్మములు : పు. 582). అందుచే అవి ద్రావణములోనున్న ద్రావ్యాణువుల సంఖ్యను పట్టి ఉండును. ధర్మపరిమాణము ఎక్కువగా ఉన్నదనిన దానిని కలుగ జేయు అణువులసంఖ్యకూడ ఎక్కువగా ఉన్న దన్నమాట. ద్రావణములో మనము తెలిసి కరగించిన అణు వుల సంఖ్యకన్న హెచ్చుసంఖ్య గోచరించుటకు కారణము కరగించిన అణువులలో కొన్ని అయన్ లక్రింద విడిపోవు టయే. ఈ హెచ్చుసంఖ్యయే ద్రావణధర్మ పరిమాణము లోని పెచ్చునకు కారణము. ద్రావణములో కరగించిన అణువులలో ఒక్కొక్కటి ఎన్నేసి అయన్ లను ఇచ్చునో దానినిపట్టి కూడ ధర్మముల పరిమాణము ఉండును. సోడి యమ్ క్లోరైడ్ ( $\text{NaCl}$ ) రెండు అయన్ లుగాను, జేరియమ్ క్లోరైడ్ ( $\text{BaCl}_2$ ) మూడు అయన్ లుగాను, పొటాసియమ్ ఫెట్రోసై నైడ్ ( $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ ) అయిదు అయన్ లుగాను, విడివడును. ద్రవాభిసరణప్రేషమువంటి ద్రావణధర్మ మును తీసికొందము. పై లవణముల సాంద్రత ద్రావణ ములో తగ్గుకొలది అనగా నీటిభాగము హెచ్చుకొలది సమసాంద్రతా పరిస్థితులలో పంచదారవంటి అవిద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము కనపర్చు ద్రవాభిసరణప్రేషమునకు సోడియమ్ క్లోరైడ్ రెండింతలును, జేరియమ్ క్లోరైడ్ మూడింతలును, పొటాసియమ్ ఫెట్రోసై నైడ్ అయిదింత

2. అయన్ లు విద్యుదావేశముగల కణములు అనుటకు ఫారడే నియమమందు సూచితమైన విద్యుదగ్రములవైపు అయన్ ల చలనమే సాక్ష్యము. విరుద్ధావిప్లవస్తువులు పర స్పరము ఆకర్షించుకొనును కదా! అయన్ లపై ఆవేశ ములు ఉండనిచో విద్యుదావిప్లవమైన అగ్రములవైపు వాటి చలనమే సంభవింపదు. ద్రావణములలో విరుద్ధావేశములు సమరాశిలో ఉండుననుటకు ద్రావణము మొత్తముపై ఆవేశము లేకుండుటయేకాక విద్యుత్ ప్రవాహకాల మందు విరుద్ధాగ్రములపై సమరాశిలోనున్న విరుద్ధవిద్యుత్ ఆవేశములు విడివడును.

3. విచ్ఛేదనము ఎంత వరకు జరుగునదియు, ద్రావ ణముయొక్క సాంద్రతనుబట్టి అది ఎట్లు మారుచుండు నదియు, ప్రయోగములవలన నిర్ణయించి తెలిసికొన వచ్చును. విచ్ఛిన్న భాగమునకు విచ్ఛిన్నాంశము అనిపేరు;  $\alpha$  అనునది దాని గురుతు. దీనిని నిర్ణయించుటకు రెండు ప్రయోగపద్ధతులు కలవు. అంధు మొదటిది ఫాస్ట్ హాఫ్ గుణ కమును ఉపయోగించుట; రెండవది కోల్ రాష్ పద్ధతిని ద్రావణములతుల్యభార విద్యుద్వాహకతను నిర్ణయించుట.

గుణకవిధానము : ఒక ద్రావణములో ఒక అణు భారము విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావ్యము ఉన్నదనుకొందము. దీనిలో ఆవాగాడ్రో సిద్ధాంత ప్రకారము  $N$  అణువులు ఉండవలయును. ద్రావ్యము విశ్లేష్యస్వభావము కలదగు టచే ఈ  $N$  అణువులలో  $\alpha$  అను భాగము విచ్ఛిన్నమైనది అను కొందము. విచ్ఛిన్నమైన ప్రతిఅణువును  $n$  అల్ప తరకణములను ఇచ్చినచో విచ్ఛిన్న కణముల సంఖ్య  $= N \times \alpha \times n$  అగును; అవిచ్ఛిన్న అణువులసంఖ్య  $N(1-\alpha)$  అగును; మొత్తముమీద కణసంఖ్య  $= N(1-\alpha) + (N \times \alpha \times n) = N\{1 + (n-1)\alpha\}$  అగును. ద్రావణములోనున్న ద్రావ్యము విచ్ఛిన్నము కాకుండి నపుడు అణుసంఖ్య  $N$  అయియుండును. ద్రావణధర్మ పరిమాణము కణసంఖ్యనుబట్టి ఉండునను నియమమును అనునరించి క్రింది సమీకరణమును సాధించవచ్చును [చూ. రాసాయనిక రచన - భౌతిక ధర్మములు : పు. 582; ద్రావ ణములు - II : పు. 418].

$$i = \frac{\text{విపరీతధర్మపరిమాణము}}{\text{సాధారణధర్మపరిమాణము}} = \frac{\text{విశ్లేష్యద్రవ్యముయొక్క కణసంఖ్య}}{\text{అవిశ్లేష్యద్రవ్య కణసంఖ్య}} = \frac{N\{1 + (n-1)\alpha\}}{N} = 1 + (n-1)\alpha$$

లును ద్రవాభి సరణప్రేషమును చూపును. ఈ కారణ ములవలన విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములో ద్రావ్యాణు వులు అయన్ లుగా విడిపోయి ఉండునను విషయము వ్యక్తమైనది ;

ఇచ్చట  $i$  అనునది ఫాస్ట్ హాఫ్ గుణకము. ప్రాయోగిక ముగా ద్రావణధర్మపరిమాణమును నిర్ణయించి  $i$  యొక్క విలువను లెక్కకట్ట వచ్చును.  $n$  అనగా విద్యుత్ విశ్లేష్యాణువు యొక్క విచ్ఛిన్నకణసంఖ్య సులభముగా



తెలియును కనుక పై సమీకరణములోని  $\alpha$  ను నిర్ణయించవచ్చును.

ఉదా: ఒక అణుభారము సోడియమ్ క్లోరైడ్ ఒక లీటరు ఆయతనము గల ద్రావణములో కరిగిఉన్నప్పుడు కలిగిన హిమాంకములోని తగ్గుదల  $2.8^{\circ}\text{C}$  అగును. ఈ పరిస్థితులలో వంచదారవంటి అవిద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావ్యమువలన కలుగు హిమాంకములోని తగ్గింపు  $1.86^{\circ}\text{C}$  అగును, ఫాస్ట్ హాఫ్ గుణకము విపరీత, సాధారణ హిమాంకావనతుల నిష్పత్తి గనుక :

$$i = \frac{2.8}{1.86} = \frac{\text{విపరీత హిమాంకావనతి}}{\text{సాధారణ హిమాంకావనతి}}, \text{ అగును.}$$

కాని  $i = 1 + (n-1)\alpha$  అగును. సోడియమ్ క్లోరైడ్ విషయములో  $n=2$ ; పలన ఒక అణువు సోడియమ్ ( $\text{Na}^+$ ), క్లోరైడ్ ( $\text{Cl}^-$ ) అను రెండుకణములను ఇచ్చును.

$$\therefore i = 1 + (2-1)\alpha = 1 + \alpha = \frac{2.8}{1.86}$$

$$\text{లేదా } \alpha = \frac{2.8}{1.86} - 1 = \frac{2.8 - 1.86}{1.86} = \frac{0.94}{1.86} = 0.51$$

అనగా ద్రావణములోనున్న సోడియమ్ క్లోరైడ్ అణువులు 51% చొప్పున అయన్లుగా విచ్ఛిన్నమైయున్నవి. ఇట్లే తక్కిన ద్రావణధర్మములలో అనగా అభిసరణ ప్రేషము, క్వథనాంకోన్నతి, శాష్పప్రేషనిమ్ననము వీటిలో దేని పరిమాణమును ప్రయోగముచే నిర్ణయించినను విచ్ఛిన్నాంశము ( $\alpha$ ) ను లెక్కగట్టవచ్చును.

కోల్ రౌష్ తుల్యభార విద్యుద్వాహకతా పద్ధతి: అనంత విలయనస్థితిలో ద్రావణముయొక్క తుల్యభార విద్యుద్వాహకతకు  $\Lambda_{\infty}$  గురుతు. తక్కువ విలయనస్థితులలో దానికి  $\Lambda_v$  గురుతు ఇచ్చట  $v$  అను సంకేతము లీటరులలో ద్రావణముయొక్క ఆయతనమును తెలియ జేయును. విచ్ఛిన్నాంశము ( $\alpha$ ) విలయనస్థితినిపట్టి ఉండునని చెప్పి యుంటిమి. విద్యుద్వాహకత విచ్ఛిన్నాంశముతో పెరుగుటయు, తగ్గుటయు సంభవించును. ద్రావ్యమంతయు పూర్తిగా అయన్లుగా విడిపోయినపుడు, అనగా అనంత విలయనస్థితిలో, విచ్ఛిన్నాంశముయొక్క విలువ ఒకటికి సమానమగును. దీనికి అనుగుణముగా విద్యుద్వాహకత గరిష్ఠమూల్యము  $\Lambda_{\infty}$  ను స్వీకరించును. తక్కువవిలయనస్థితులలో విచ్ఛిన్నాంశము  $\alpha$  అయిఉండును. దీనికి అనుగుణముగా విద్యుద్వాహకత  $\Lambda_{\infty}$  కన్న తక్కువ విలువను కలిగిఉండును. కనుక గరిష్ఠవిద్యుద్వాహకత ( $\Lambda_{\infty}$ ) లో పరిమిత విద్యుద్వాహకత ( $\Lambda_v$ ) వాటా సంపూర్ణ విచ్ఛిన్నాంశముగు ఒకటిలో పరిమితవిచ్ఛిన్నాం

శము ( $\alpha$ ) యొక్కవాటా అయిఉండును. ఈ నిష్పత్తులను క్రింది సమీకరణమువలన తెలియజేయవచ్చును:

$$\frac{\Lambda_v}{\Lambda_{\infty}} = \frac{\alpha}{1} \quad \therefore \alpha = \frac{\Lambda_v}{\Lambda_{\infty}}$$

అనగా విచ్ఛిన్నాంశము ( $\alpha$ ) పరిమిత విద్యుద్వాహకత, గరిష్ఠవిద్యుద్వాహకత ఈ రెండిటి నిష్పత్తికిని సమానము. ఏసాంద్రతలోనైనను ద్రావణముయొక్క విచ్ఛిన్నాంశము ( $\alpha$ ) ను లెక్కించుటకు మొదట ఆ సాంద్రతలో దాని తుల్యభార విద్యుద్వాహకతను నిర్ణయించవలెను. ద్రావణముయొక్క విశిష్టనిరోధమును కోల్ రౌష్ పరికరముచే కనుగొని దానినుండి తుల్యభారవిద్యుద్వాహకతను లెక్కకట్టవచ్చును.

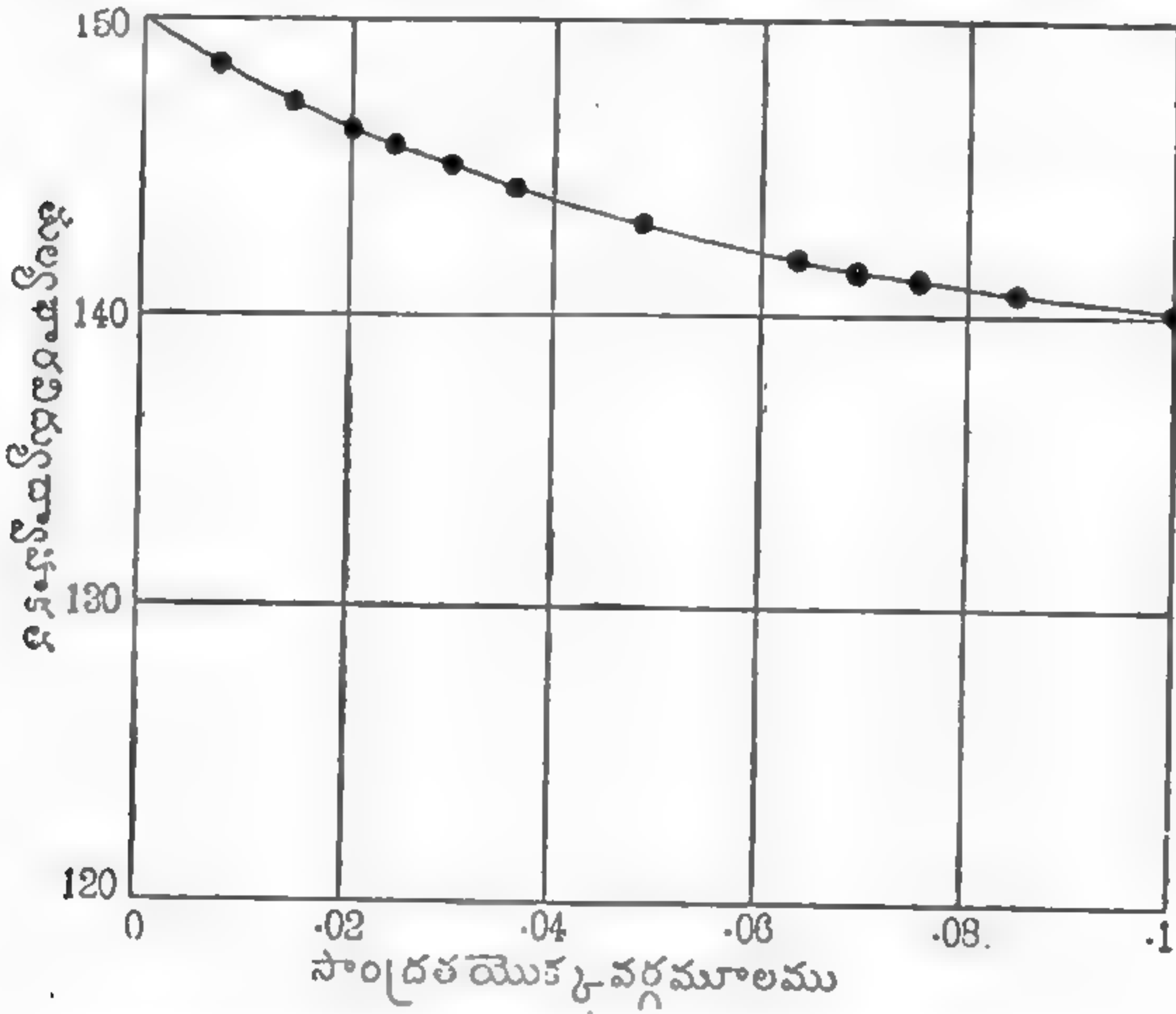
పరిమితతుల్యభారవిద్యుద్వాహకతను ప్రయోగముచే కనుగొనుటకు పీలున్నను పై  $\frac{\Lambda_v}{\Lambda_{\infty}}$  అను నిష్పత్తిలో క్రింద పదమగు  $\Lambda_{\infty}$  ను ప్రయోగముచే నిర్ణయించుటకు పీలులేదు. పలన అనంతవిలయనస్థితిలో ద్రావ్యముయొక్క సాంద్రత ఇంచుమించు సున్నకు సమమగును. ఇట్టిపరిస్థితిలో ద్రావణమునకుండు విద్యుద్వాహకత ద్రావణముదే అయిఉండును; గాని ద్రావ్యమువల్ల కలిగినదికాదు. అందువలన ఒక ద్రావణముయొక్క  $\Lambda_{\infty}$  ని పరోక్షపద్ధతులచే నిర్ణయించవలసివచ్చును.  $\Lambda_{\infty}$  ని నిర్ణయించుటకు మొదట  $\Lambda_v$  ని ప్రయోగమునకు అందుబాటులోనున్న అనేక సాంద్రతలలో నిర్ణయించి ఆ వచ్చినవిలువలను సాంద్రతల వర్గమూలములకు అనుగుణముగా గ్రాఫురూపమును చిత్రించవలయును. అట్టి గ్రాఫు ఋజురేఖగా కన్పట్టును, ఆ రేఖను శూన్యసాంద్రతకు పొడిగించినచో గ్రాఫునుండి సరిగా  $\Lambda_{\infty}$  ని నిర్ణయించవచ్చును. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ విషయములో నిర్మించబడిన అట్టి గ్రాఫు ప్రక్కపుట 854 లో ఈయబడినది.

ఈ చిత్రములోని చిన్న బిందువులు ఆయా సాంద్రతలలో ప్రయోగముచే నిర్ణీతమైన పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణ తుల్యభార విద్యుద్వాహకతలను తెలియజేయును. ఈ విలువలను సూచించు బిందువులగుండా ఋజురేఖను ఒక దానిని గీయవచ్చును. ఈ ఋజురేఖను విద్యుద్వాహకతను సూచించు అక్షముతో కలియునట్లు పొడిగించినచో అది అక్షమును కలియుబిందువు 150 అంకెవద్ద ఉన్నదిగా కన్పట్టును. అనగా సాంద్రత శూన్యమగుపరిస్థితిలో పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ విద్యుద్వాహకత 150 వ్యుత్క్రమ ఓమ్లని తేలినది. గ్రాఫులో సాంద్రత వర్గమూలముగు 0.04 ఎదురుగా ఋజురేఖమీదనున్న బిందువు 0.02 తుల్యభార సాంద్రతలో క్లోరైడ్ ద్రావణముయొక్క తుల్యభార



## విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము -1

విద్యుద్వాహకతను సూచించును. దీనివిలువ ఇంచుమించు 148 ఉండునని పరీక్షవలన తెలియనగును. అనగా 0.02



విద్యుద్వాహకతకు, ద్రావణసాంద్రతకు గల సంబంధము

తుల్యభారము ఒక లీటరు ద్రావణములోగల పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణముయొక్క తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత 148 వ్యుత్క్రమ ఓమ్లు. 0.02 తుల్యభారము ఒక లీటరులో, అనగా 1 తుల్యభారము  $\frac{1}{0.02} = 50$  లీటరులలో ఉన్నది.

ఈ 50 లీటరుల విలయనస్థితిలోని విద్యుద్వాహకతను  $\Lambda_{\infty}$  అని వ్రాయవచ్చును.

$\therefore \Lambda_{\infty} = 148$  వ్యుత్క్రమ ఓమ్లు; గ్రాఫునుండి శూన్య సాంద్రతలో క్లోరైడ్ యొక్క తుల్యభార విద్యుద్వాహకత 150 వ్యుత్క్రమ ఓమ్లు. అని తెలిసినదికనుక  $\alpha = \frac{\Lambda_v}{\Lambda_{\infty}} = \frac{148}{150} = 0.98$  అగును. 50 లీటరుల విలయనస్థితి

యందు తుల్యభారములో 98% ద్రావ్యము విచ్చిన్నమై ఉండును. ఇట్లు అనేక విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావ్యములకు రెండు పద్ధతులచేతను నిర్ణయించిన విచ్చిన్నాంశముల విలువలు ఎంత దగ్గరగా ఉన్నవో క్రింది పట్టిక వలన తెలియును:

| లవణము  | సాంద్రత<br>(తుల్యభారము / లీటరు) | హిమాంకావనతి | విద్యుద్వాహకత |
|--|---------------------------------|-------------|---------------|
| KCl (పొటాసియమ్ క్లోరైడ్)                               | 0.14                            | 1.81        | 1.86          |
| NH <sub>4</sub> Cl (అమోనియమ్ క్లోరైడ్)                 | 0.148                           | 1.82        | 1.89          |
| MgSO <sub>4</sub> (మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్)                 | 0.88                            | 1.80        | 1.85          |
| CaCl <sub>2</sub> (కాల్షియమ్ క్లోరైడ్)                 | 0.184                           | 2.67        | 2.42          |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (కాల్షియమ్ నైట్రేట్) | 0.18                            | 2.47        | 2.46          |

ఈ రెండు పద్ధతులచే లెక్కించిన విచ్చిన్నాంశముల విలువలయొక్క సమానత అయన్ విచ్ఛేదన సిద్ధాంతము

నకు ప్రారంభమున గణనీయమైన ప్రామాణ్యతను సాధించినది. కాని ఇటీవల ఈ సమానత యాదృచ్ఛికముగా లభించినది కాని సత్యమైనది కాదని సూక్ష్మపరిశోధనల వలన తెలిసినది. ఈ విషయము ఆరేనీయుస్ యొక్క సిద్ధాంతము చాల లోపములను కలిగియున్నదని నిరూపించు సందర్భములో ఇకముందు చర్చించబడును.

4. అయన్ ద్రావణధర్మముల సంకలనశీలత (ఆడిటి విటీ)ను సులభముగా నిరూపించవచ్చును. ద్రావణ ధర్మములు అన్నియు ద్రావణములోనున్న అయన్లయొక్క ధర్మముల సంకలనఫలములే అయినను మచ్చునకు రెండు మూడు ధర్మముల విషయమై ఈ సంకలిత స్వభావమును నిరూపితము.

$\Lambda_{\infty}$  (అనంతవిలయనస్థితిలో ద్రావణము యొక్క విద్యుద్వాహకత) అందుండు అయన్ల ప్రత్యేకవిద్యుద్వాహకతల మొత్తమునకు సమమగును. ఇది సంకలిత ధర్మమని చూపించుటకు అయన్లయొక్క ప్రత్యేక విద్యుద్వాహకతలను నిర్ణయించ వలసి ఉండును. సామాన్యముగా అయన్ల స్వతంత్రవిద్యుద్వాహకతను నిర్ణయించుట సులభసాధ్యముకాదు. అయినను దీనికొక పరోక్షమార్గము ఉన్నది. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ (KCl), సోడియమ్ క్లోరైడ్ (NaCl), పొటాసియమ్ నైట్రేట్ (KNO<sub>3</sub>), సోడియమ్ నైట్రేట్ (NaNO<sub>3</sub>) లవణముల  $\Lambda_{\infty}$  లు క్రిందను ఈయబడినవి.

$$\Lambda_{\infty}^{KCl} = 150.32 \quad \Lambda_{\infty}^{NaCl} = 128.91$$

$$\Lambda_{\infty}^{KNO_3} = 144.96 \quad \Lambda_{\infty}^{NaNO_3} = 121.55$$

లవణముల  $\Lambda_{\infty}$  లు నిజముగా అయన్ వాహకతల సంకలన ఫలములు అగుపక్షమున పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ విద్యుద్వాహకతకు, సోడియమ్ క్లోరైడ్ విద్యుద్వాహకతకు గల భేదము-క్లోరైడ్ అయన్ రెండిటికిని సమానముగనుక - పొటాసియమ్, సోడియమ్ అయన్లయొక్క విద్యుద్వాహకతల భేదమే కావలయును. అట్లే పొటాసియమ్

నైట్రేట్, సోడియమ్ నైట్రేట్ల విద్యుద్వాహకతల భేదము పొటాసియమ్ సోడియమ్ అయన్ల విద్యు



దాహ్యకతలలో భేదమై ఉండవలయును. అనగా విద్యుత్ దాహ్యకతలు అయన్ల సహజ స్వతంత్ర లక్షణములు గనుక వాటితో కలిసివున్న అయన్లు ఏజాతివైనను వాటి భేదము స్థిరముగా ఉండవలయును. కనుక

$$\Lambda_{\infty}^{KCl} - \Lambda_{\infty}^{NaCl} = \Lambda_{\infty}^{KNO_3} - \Lambda_{\infty}^{NaNO_3}$$

అను భేద సామ్యము సిద్ధించవలెను. పై పట్టికలోని విలువలను ఉపయోగించి ఈ భేదసామ్యము నిజముగా ఉన్నది అని నిరూపించవచ్చును. ఏలన

$$\Lambda_{\infty}^{KCl} - \Lambda_{\infty}^{NaCl} = 150.32 - 126.91 = 23.41$$

$$\Lambda_{\infty}^{KNO_3} - \Lambda_{\infty}^{NaNO_3} = 144.98 - 121.55 = 23.41$$

చివర రెండు భేదములును సమానముగనే కన్పట్టుచున్నవి. అందువలన  $\Lambda_{\infty}$  సంకలితధర్మమని రుజువైనది.

సిల్వర్ వైట్రేట్ ద్రావణ సంపర్కమున అవక్షేపముగా ద్రావణమునుండి విడిపోయి దిగబడుట, క్లోరైడ్ అయన్ యొక్క విశిష్ట లక్షణము. క్లోరైడ్ అయన్ ఇంకే అయన్ తో లవణస్థితిలో కలిసియున్నను సిల్వర్ వైట్రేట్ ద్రావణము కలపగనే సిల్వర్ క్లోరైడ్ రూపమున అవక్షిప్తమగును. ఇట్లే రాసాయనిక విశ్లేషణ పద్ధతಿಯందు అయన్లను ప్రత్యేకించుటకు, గుర్తించుటకు జరిపెడి ప్రక్రియలన్నియు అయన్ల స్వతంత్రలక్షణములమీదనే ఆధారపడియున్నవి.

ఇట్లు అయన్ ద్రావణముల ధర్మములలో దేనినైనను సంకలితలక్షణముగా నిరూపించవచ్చును. అయన్ విచ్ఛేదన ప్రక్రియకు అణుసాంద్రతా నియమము శాహాటముగా వర్తించునని 'టెస్ట్ వాల్డ్' అను జర్మను భౌతికరాసాయనికుని ప్రతిపాదన ఆరేసీయుస్ సిద్ధాంతమును ధ్రువపర్చుటకు ఎక్కువగా ఉపకరించినది.

అయన్ విచ్ఛేదనము పరివర్తనీయ ప్రక్రియ అని చెప్పియుంటిమి. పరివర్తనీయ ప్రక్రియల అన్నిటికిని అణుసాంద్రతా నియమము అన్వయించును. BA అనులవణము ద్రావణములో  $B^+, A^-$  అను ధన, ఋణ అయన్లుగా విడిపోవును. ద్రావణములో అయన్లు నిరంతర సంపర్కములో ఉండుటచే అవి కలిసి మరల లవణాణువులు ఏర్పడుటకు అవకాశములు మెండుగా ఉండును. ఈ ప్రక్రియను పరివర్తనీయ ప్రక్రియగా క్రింది విధమున లిఖించవచ్చును.



ఈ ప్రక్రియకు అణుసాంద్రతా నియమమును వర్తింపజేసినచో  $\frac{[B^+] \times [A^-]}{[BA]} = K \dots (1)$  అను సమీకరణము సిద్ధించును.

ఒక తుల్యభారములవణము  $v$  లీటరుల ద్రావణములో విలీనమై ఉన్నదనుకొందము. తుల్యభారములో  $\alpha$  అను భాగము విచ్ఛిన్నమై ఉన్నదనుకొనిన విచ్ఛిన్నముకాని భాగము  $(1-\alpha)$  కావలెను.  $v$  లీటరులలో  $\alpha$  తుల్యభారము  $B^+$  అయన్,  $\alpha$  తుల్యభారము  $A^-$  అయన్,  $(1-\alpha)$  తుల్యభారము అవిచ్ఛిన్నలవణము ఉన్నవి,

వీటి అణుసాంద్రతలు :

$$[B^+] = [A^-] = \frac{\alpha}{v}; \quad [BA] = \frac{1-\alpha}{v}$$

ఈ అణుసాంద్రతలను (1)వ సమీకరణములో జొన్నినపుడు

$$\frac{\left(\frac{\alpha}{v} \times \frac{\alpha}{v}\right)}{\left(\frac{1-\alpha}{v}\right)} = K \text{ అను సమీకరణము సిద్ధించును. దీనిని}$$

సమీకరించి  $\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)v} = K$  అని వ్రాయవచ్చును. K అను నది ఒక స్థిరాంకము. దీనికి విచ్ఛేదన స్థిరాంకము అనిపేరు. ఈ సమీకరణమును మాటలలో క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును. విలయనము ( $v$ ) ఎక్కువగుకొలది విచ్ఛిన్నాంశము ( $\alpha$ ) తదనుగుణముగా ఎక్కువగుటచే K విలువలో మార్పు సంభవించదు. సమీకరణమునకు 'టెస్ట్ వాల్డ్' విలయన నియమము' అనిపేరు. ఏదేని ద్రావణము విషయములో సాంద్రత మారుచున్నను K విలువ స్థిరముగా ఉండునని నిరూపించగలిగినచో అణుసాంద్రతా నియమము అయన్ విచ్ఛేదన ప్రక్రియకు వర్తించునని రుజువుచేయవచ్చును.

ప్రక్కపుటలోని పట్టికలో వేరువేరు సాంద్రతలలో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్క తుల్యభారవిద్యుత్ దాహ్యకతలు, విచ్ఛిన్నాంశములు చూపబడినవి. చివరకాలమ్లో విచ్ఛేదనస్థిరాంకము K లెక్కకట్టబడియున్నది. K అనగా  $25^\circ C$  వద్ద ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ద్రావణముయొక్క విచ్ఛేదనస్థిరాంకము. స్థిరాంకపువిలువలు ఇంచుమించు సమానముగనే కన్పట్టుచున్నవి. అందువలన ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నందు అయన్ విచ్ఛేదన ప్రక్రియ అణుసాంద్రతా నియమమును అనువర్తించుచున్నట్లు రుజువైనది.

కాని ఇక్కడ ఒక ముఖ్యవిషయము చెప్పవలసి ఉన్నది. ఆసిటిక్ ఆసిడ్ వంటి కార్బన్ ఆసిడ్ లకే టెస్ట్ వాల్డ్ నియమము వర్తించునుగాని పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ వంటి అకర్పన లవణములకు, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ వంటి అకర్పనామ్లములకు సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ వంటి అకర్పన లవణాధారములకు ఈ నియమము బొత్తిగా



## విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - I

అన్వయించదు. అకర్పన యోగికములతో సరిపోల్చి చూచినచో యోగికములు బలమైన విద్యుద్వాహకములు కావు. విద్యుత్ వహనకార్యము అయన్ ల సంఖ్యపట్టి ఉండును కనుక ఆసిటిక్ ఆసిడ్ వంటి కార్బన్ యోగికములద్రావణము

విశ్లేష్యములవిషయములో స్ఫటికరచనయందే సోడియమ్ క్లోరైడ్ వరమాణువులు అయన్ స్థితిలోనున్నట్లు X - కిరణ పరీక్షవలన తెలిసినది. అట్టియోగికము నీరువంటిద్రావణములో కరగినపుడు అయన్ లు ఘనస్థితిలోనున్న క్రమ

| సాంద్రత (ఒక లీటరులో ఉన్న తుల్యభారములు) | తుల్యభార విద్యుద్వాహకత        | విచ్ఛిన్నాంశము. $d = \frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}$ | $K =$ స్థిరాంకము       |
|--|-------------------------------|--|------------------------|
| 0                                      | $\Lambda_v = 8907$ వ్య. ఓ. లు | 1  | —                      |
| 0.00591                                | 20.98 వ్య. ఓ. లు              | 0.05985  | $1.799 \times 10^{-5}$ |
| 0.00984                                | 16.37 వ్య. ఓ. లు              | 0.04188  | $1.803 \times 10^{-5}$ |
| 0.02                                   | 11.57 వ్య. ఓ. లు              | 0.02911  | $1.806 \times 10^{-5}$ |
| 0.05                                   | 7.358 వ్య. ఓ. లు              | 0.01884  | $1.808 \times 10^{-5}$ |

లో అయన్ ల సంఖ్య చాలతక్కువయని అనుకొనవలెను. అట్టి యోగికములకు బలహీనమైన విద్యుత్ విశ్లేష్యములు అని పేరు. అకర్పనలవణములు, ఆమ్లములు, లవణాధారములు చాల ప్రబలమైన విద్యుత్ విశ్లేష్యములు. ఈ రెండవ జాతికి చెందిన యోగికములకు ఓస్ట్ వార్డ్ నియమము బొత్తిగా వర్తించదు. అనగా ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నకు ఉన్నటువంటి స్థిరాంకము (K) వంటి స్థిరాంకము వీటికి లేదు. అందువలన ప్రబలవిద్యుత్ విశ్లేష్యములు అణుసాంద్రతా నియమమును పాటించవు. ఇది నిజముగా ఆరేనీయుస్ సిద్ధాంతమందలి పెద్దలోపమే.

ఆరేనీయుస్ సిద్ధాంతము ప్రబలవిద్యుత్ విశ్లేష్యములకు సరిగా వర్తించలేదన్న విషయము మొట్టమొదట వీటి ద్రావణములలో విచ్ఛిన్నాంశములను గణించుటలో తెలిసినది. ఆరేనీయుస్ ప్రమాణమును ఆధారముగాగొని తన సిద్ధాంతమును దృఢపరచుచున్నచో ఆ ప్రమాణము నిజము కాదనియు, అది కేవలము ఆభాసయే అనియు ఇటీవల సునిశిత పరిశోధనవలన తెలిసినది. ఫాస్ట్ హాఫ్ పద్ధతి, కోల్ రాష్ పద్ధతి ఈ రెండు పద్ధతులవలన నిర్ణీతమైన విచ్ఛిన్నాంశముల విలువలు సమానముగా ఉన్నట్లు కనపడుటచేత ఆరేనీయుస్ తన సిద్ధాంతము సమర్థింపబడినది అని అనుకొనెను. కాని సూక్ష్మాన్వేషణలో ఆ సమానత అంతరించినది. అందువలన సిద్ధాంతసమర్థనకు ఆరేనీయుస్ సూచించిన ముఖ్యప్రమాణములలో ఒకటి వ్యర్థమైనది.

అదిగాక  $\frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}$  అను నిష్పత్తిని ఆరేనీయుస్ విచ్ఛిన్నాంశము (d) నకు మానముగా గ్రహించెను. ఈ నిష్పత్తివలన d ను కనుగొనుటకు వీలులేదని సూతన శాస్త్రాన్వేషకుల వాదము. ఏలన సోడియమ్ క్లోరైడ్ వంటి ప్రబలవిద్యుత్

స్థానములను కోలుపోయి ద్రావణములో సంకులస్థితిలో ఉండును. అందువలన ప్రబలవిద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణములలో ఏ సాంద్రతలోనైనను అణువులన్నియు అయన్ స్థితిలో ఉండుటచే అవిచ్ఛిన్నాణువుల వ్రసక్తియేలేదు. అందువలన వీటివిషయములో విచ్ఛిన్నాంశము అను భావమునకు తావులేదు.

ప్రబలవిద్యుత్ విశ్లేష్యయోగికములలో సాంద్రత తక్కువైనను, ఎక్కువైనను సంపూర్ణముగా అయన్ ల క్రింద విడిపోయినస్థితిలో ఉన్నచో కోల్ రాష్ చే సూచించబడినట్లు విలయనము ఎక్కువగుకొలది తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత ఎట్లు ఎక్కువగును అను ప్రశ్నకు నవీనులు సమాధానము ఈయవలసియున్నది.

ఆరేనీయుస్ ఇచ్చిన సమాధానము ఇదివరకే తెలియును. విలయన మెక్కువగుకొలది విద్యుద్వాహకములగు విచ్ఛిన్నాణువుల, లేదా అయన్ ల, సంఖ్య ఎక్కువగుచుండును. అందువలన విద్యుద్వాహకత ఎక్కువగును.

దీనికి నవీనుల సమాధానము : 'ఏ సాంద్రతలోనైన అణువులు విచ్ఛిన్నావస్థలోనే ఉండుటచేత విలయనము ఎక్కువగుకొలది విచ్ఛిన్నాంశము ఎక్కువగుననుటకు సబబులేదు.' అట్లయిన తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత విలయనముతో ఎట్లు ఎక్కువగుచున్నది? సాంద్రతతో అయన్ ల చలనవేగము మారుననువిషయమును ఆరేనీయుస్ గణనలోనికి తీసికొనలేదు. అయన్ ల సంఖ్య ఎక్కువగుటమీదనే అతనిదృష్టి లగ్నమైనది. నిజముగా సాంద్రత ఎక్కువగుకొలది అయన్ ల సహజచలనవేగము తగ్గుననుటకు చాల ఉపపత్తి కలదు.

అయన్ లు ఆవేశములుగల కణములు. ద్రావణములో ఏ అయన్ ను తీసికొన్నను దానిచుట్టూ విరుద్ధావేశములుగల

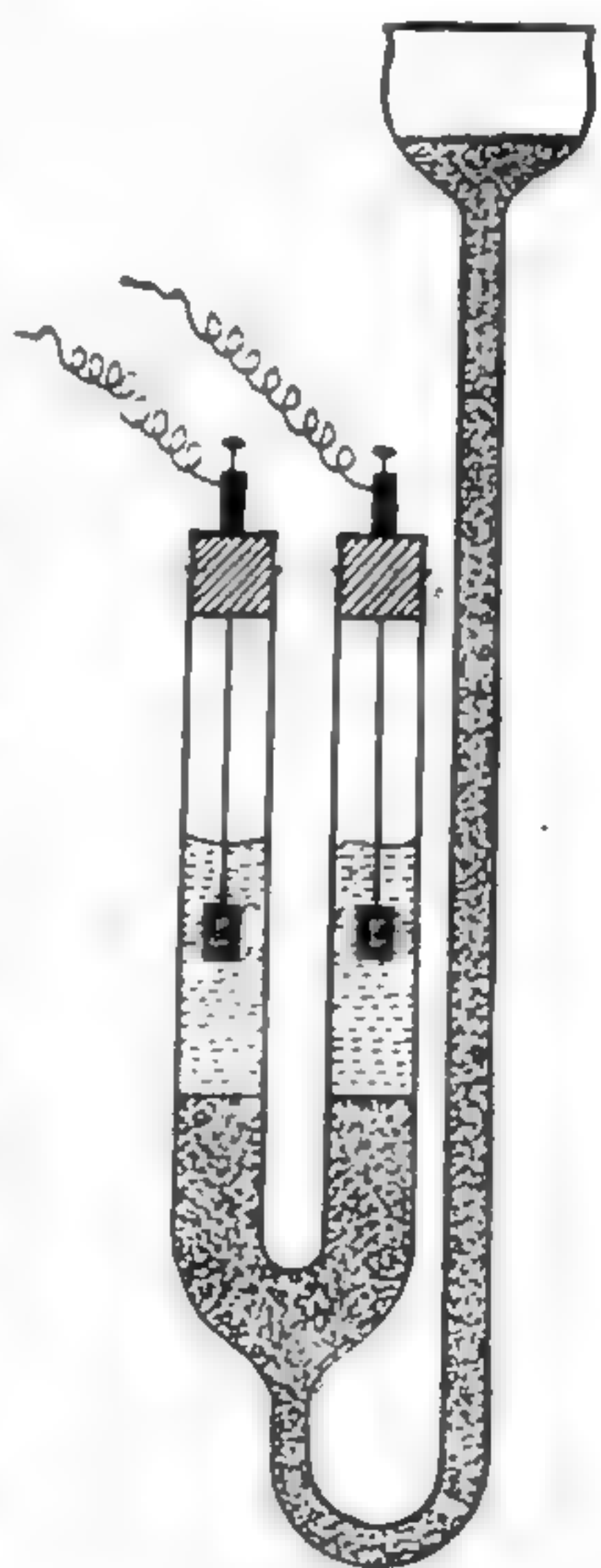


అయన్లు గుమికూడి, భూమిచుట్టు వాతావరణమున్నట్లు ఉండును. ప్రతిఅయన్చుట్టు ఉన్న ఈ విరుద్ధఅయన్ వాతావరణము ఆ అయన్ యొక్క గమనమునకు అడ్డువచ్చుచుండును. అయన్ సరిగా అగ్రమువైపు పోవుటకు ప్రయత్నించుచుండినను దానిచుట్టును ప్రోగ్రెయిన్ విరుద్ధ అయన్లు తమవైపు ఈ అయన్ ను ఆకర్షించి అగ్రమువైపు దానిమార్గమందు అనేకమైనవక్రతలను కలుగజేయును. అందువలన గమనవేగము తగ్గును. ద్రావణసాంద్రత ఎక్కువగుకొలది అయన్లసాంద్రతకూడ ఎక్కువగును. దానివలన విరుద్ధ అయన్ వాతావరణము మిక్కిలి దట్టముగా ఉండును. అందువలన అయన్ గమనవేగమునకు హెచ్చు ఆటంకము కలుగును. విలయనము హెచ్చగుకొలది ఈ వాతావరణము పల్చబడి, పురోగమించుచున్న అయన్ పై దీనిప్రభావము తగ్గి, అనంతవిలయనస్థితిలో, అయన్ కు అయన్ కు దూరము చాల ఎక్కువగానుండుటచే అగ్రములవైపు వాటి గమనవేగమును తగ్గించు అడ్డంకులు ఉండవు అందువలన విద్యుద్వాహకత గరిష్ఠమూల్యమును ముట్టును.

వైభావములను డీటైల్, హికెల్ అనువారలు గణితశాస్త్రరీత్యా నిశితముగా చేసి ప్రబల విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములకు వర్తించుసిద్ధాంతము ఒకదానిని నిర్మించిరి. ఈ సిద్ధాంతమైనను లీటరులో అణుభారములో 1000 వ వంతుగల ద్రావణములకు, ఇంకను తక్కువసాంద్రతకల ద్రావణములకే వర్తించును. సాంద్ర ద్రావణములకు అన్వయించు సిద్ధాంతము ఇంకను వెలువడలేదు.

విద్యుద్వాహకత - అయన్ సిద్ధాంతము (II) : విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములలో అయన్లయొక్క ఉనికిని ప్రయోగముచే ప్రత్యక్షముగా చూపవచ్చును.

చిత్రములో చూపిన పరికరము లోని క్రింది భాగమును లీటరుకు అర్ధతుల్యభారము గల కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణము, అట్టిదే పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణము, ఈ రెండిటి మిశ్రముతో నింపవలెను. U - నాళమునకు ప్రక్క వెర్నీస్ అయన్ చలన అతకబడిన గల్లాకల నాళము పరికరము లోనికి ఈ మిశ్రమును పోయుటవలన ఈ మిశ్రద్రావణము మెల్లగా U - నాళములోనికి మూడవవంతు వరకు ప్రాకు



నట్లు చేయవలెను. తరువాత సమాన విద్యుద్వాహకత గల విలీన పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ ద్రావణమును U - నాళపు రెండు భుజములందును ద్రావణముల మధ్య సరిహద్దు కలిసిపోకుండ పరికరము పైభాగమున ఉన్న ప్లాటినమ్ విద్యుద్గ్రాములు మునుగు వరకు జాగ్రత్తగా పోయవలయును. ఇప్పుడు విద్యుద్గ్రాములకు వ్యాటరీ కొనలను తగిలించి 0.3, 0.4 ఆంపియర్ తీవ్రతగల ప్రవాహమును కొన్ని గంటల వరకు పంపించినచో ధనాగ్రమున్న గొట్టములో నీలిరంగుగల రాగిఅయన్, ఋణాగ్రమున్న గొట్టములో పీతరక్తవర్ణముగల డైక్రోమేట్ అయన్ పైకి లేచును. ఈరంగులుగల అయన్ లే ద్రావణములో లేకపోయినచో అగ్రములవైపు వాటి చలనమే సంభవించదు. రంగులు పైకిలేచినదూరమును కాలముచే భాగించినచో అయన్లు పయనించురేటును నిర్ణయించవచ్చును. ఈ రేటు అయన్ల స్వభావమునుపట్టియేకాక వాటి చలనమునకు కారణమగు విద్యుచ్ఛాలకబలమును పట్టికూడ ఉండును. విద్యుచ్ఛాలకబలమును వోల్టలలో కొలుతురు. అందువలన అయన్ వేగమును ఒకవోల్టు విద్యుచ్ఛాలకబలమునకు లెక్కింతురు.

ప్రయోగముచే నిర్ణీతమైన కొన్ని అయన్ల వేగములు క్రింద ఈయబడినవి :

|                   |                       |  |
|-------------------|-----------------------|--|
| H.                | 0.00362 సెం.మీ./సెకను | సెంటీమీటరుకు ఒక వోల్టు చొప్పున విస్తరించి ఉన్న బలము గల విద్యుత్ క్షేత్రములో అయన్ల వేగములు. |
| OH'               | 0.00205 సెం.మీ./సెకను |  |
| K.                | 0.00078 సెం.మీ./సెకను |  |
| Cl'               | 0.00079 సెం.మీ./సెకను |  |
| NO <sub>3</sub> ' | 0.00074 సెం.మీ./సెకను |  |

పై పట్టికపరిశీలనవలన హైడ్రోజన్ (H<sup>+</sup>), హైడ్రాక్సిల్ (OH<sup>-</sup>) అయన్లు అయన్లన్నిటిలో గరిష్ఠవేగములు గలవని తెలియుచున్నది.

ధన, ఋణ అయన్ల రెండిటియొక్క మొత్తపు వేగముచే ఒక అయన్ యొక్క వేగమును భాగించగా వచ్చిన లబ్ధమునకు హిటార్ప్ అను భౌతికశాస్త్రవేత్త (1859) ప్రవహణాంకము (ట్రాన్స్పోర్ట్ నెంబరు) అని పేరిడెను. ధనఅయన్ వేగము  $u_c$ , ఋణఅయన్ వేగము  $v_a$

$$\text{అయినచో ధనఅయన్ ప్రవహణాంకము} = \frac{u_c}{u_c + v_a} = n_c$$

$$\text{ఋణఅయన్ ప్రవహణాంకము} = \frac{v_a}{u_c + v_a} = n_a$$

వీటికి క్రమముగా  $n_c$ ,  $n_a$  అని సంకేతములు.

ఋణఅయన్ ధనాగ్రమువైపు, ధనఅయన్ ఋణాగ్రమువైపు తనపైనున్న విద్యుత్ రాశిని తీసికొనిపోవును.



## విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - II

రెండు అయన్ల మొత్తపువేగము, నియతకాలావధిలో విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణములో ప్రవహించు మొత్తపు విద్యుత్ రాశికి అనుగుణముగా ఉండును. అయన్ యొక్క ప్రత్యేకవేగము, అది అగ్రమువైపు తీసికొనిపోవు విద్యుత్ రాశికి అనుగుణముగా ఉండును. అయన్ వేగముతో, అయన్ పైనున్న విద్యుత్ రాశిని గుణించగావచ్చు లబ్ధము వాస్తవికముగా దాని విద్యుద్వాహకత అయియుండును. ఒకతుల్యభారము అయన్ పై ఒక ఫారడేవిద్యుత్ రాశి ఉండును. విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములో ఒక ఫారడే విద్యుత్ రాశి (F) ప్రవహించినపుడు, అందులో ఒక భాగము ఋణ అయన్ ధనాగ్రమువైపు, మిగిలిన భాగము ధన అయన్ ఋణాగ్రమువైపు తీసికొని పోవును. అయన్ తీసికొనిపోవు భాగము దాని వేగమును పట్టి ఉండును.

అనగా ఒకఫారడేవిద్యుత్ రాశి ప్రవహించిన సందర్భములో ఋణఅయన్ ( $F \times v_a$ ), ధనఅయన్ ( $F \times u_c$ ) విద్యుత్ రాశి అంశలను తమకనుగుణముగా అగ్రమువైపు మోసికొనిపోవును.  $F \times v_a = I_a$  అనియు,  $F \times u_c = I_c$  అనియు సంకేతించినచో  $I_a + I_c$  విశ్లేష్యద్రావణములో ప్రవహించిన మొత్తపువిద్యుత్ రాశి, అనగా ఆద్రావణపు తుల్యభార విద్యుద్వాహకత అగును.

పైసంబంధమును ఉపయోగించి అయన్ యొక్క ప్రవహణాంకమును :

$$n_c = \frac{I_c}{I_c + I_a} \quad \text{లేదా} \quad n_a = \frac{I_a}{I_c + I_a} \quad \text{అనికూడ నిర్వచించవచ్చును.}$$

ఈసూచననుసరించి ఒక అయన్ యొక్క ప్రవహణాంకము, విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యము యొక్క మొత్తపు విద్యుద్వాహకతలో, అయన్ యొక్క విద్యుద్వాహకత ఎన్నవభాగమో తెలియచేయును.

అయన్ లవేగమును ప్రత్యక్షముగా నిర్ణయించుటవలననే కాక, ప్రవహణాంకములను నిర్ణయించుటకు ఉపయోగించు పరోక్షపద్ధతులకూడ కలవు. అందొకటి హిటార్ప్ చేతనే స్థాపించబడినది. విద్యుత్ విశ్లేషణకార్యము జరుగుట వలన, రెండు అగ్రములచుట్టును, విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యము యొక్క సాంద్రతలో తగ్గింపులు కనబడును. ఈతగ్గింపులు సమరాశిలో ఉండవు. వీటినిష్పత్తి విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యము యొక్క అయన్ వేగముల ప్రతిలోమనిష్పత్తికి సమముగా ఉండునని చూపవచ్చును.

$$\frac{\text{ధనాగ్రముచుట్టు సాంద్రతాన్యాయత}}{\text{ఋణాగ్రముచుట్టు సాంద్రతాన్యాయత}} = \frac{u_c}{v_a}$$

ఈ  $\frac{u_c}{v_a}$  నిష్పత్తికి ఒకటిని కలిపి దాని వ్యుత్క్రమ సంఖ్యను సాధించినచో అయన్ యొక్క ప్రవహణాంకము లభ్యమగును.  $1 + \frac{u_c}{v_a} = \frac{u_c + v_a}{v_a}$

$$\text{దీని వ్యుత్క్రమసంఖ్య} = \frac{v_a}{u_c + v_a} = n_a$$

$$1 - \frac{v_a}{u_c + v_a} = \frac{u_c}{u_c + v_a} = n_c$$

మే. వ. స.

**విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - II :** విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - I లో విద్యుత్ ప్రవాహ ప్రభావముచే రెండవతరగతికి చెందిన విద్యుద్వాహకములలో గోచరించు రాసాయనికపు మార్పులను పాలించు నియమములను సవిస్తరముగా పర్యాలోచించితిమి. అనగా విద్యుచ్ఛక్తి రాసాయనిక శక్తిగా ఎట్లు మారునో సూచించితిమి. ఈ ప్రకరణములో రాసాయనికశక్తి విద్యుచ్ఛక్తిగా మారుటకు అనువగు పరిస్థితులను, పరికరములను అనుశీలించము.

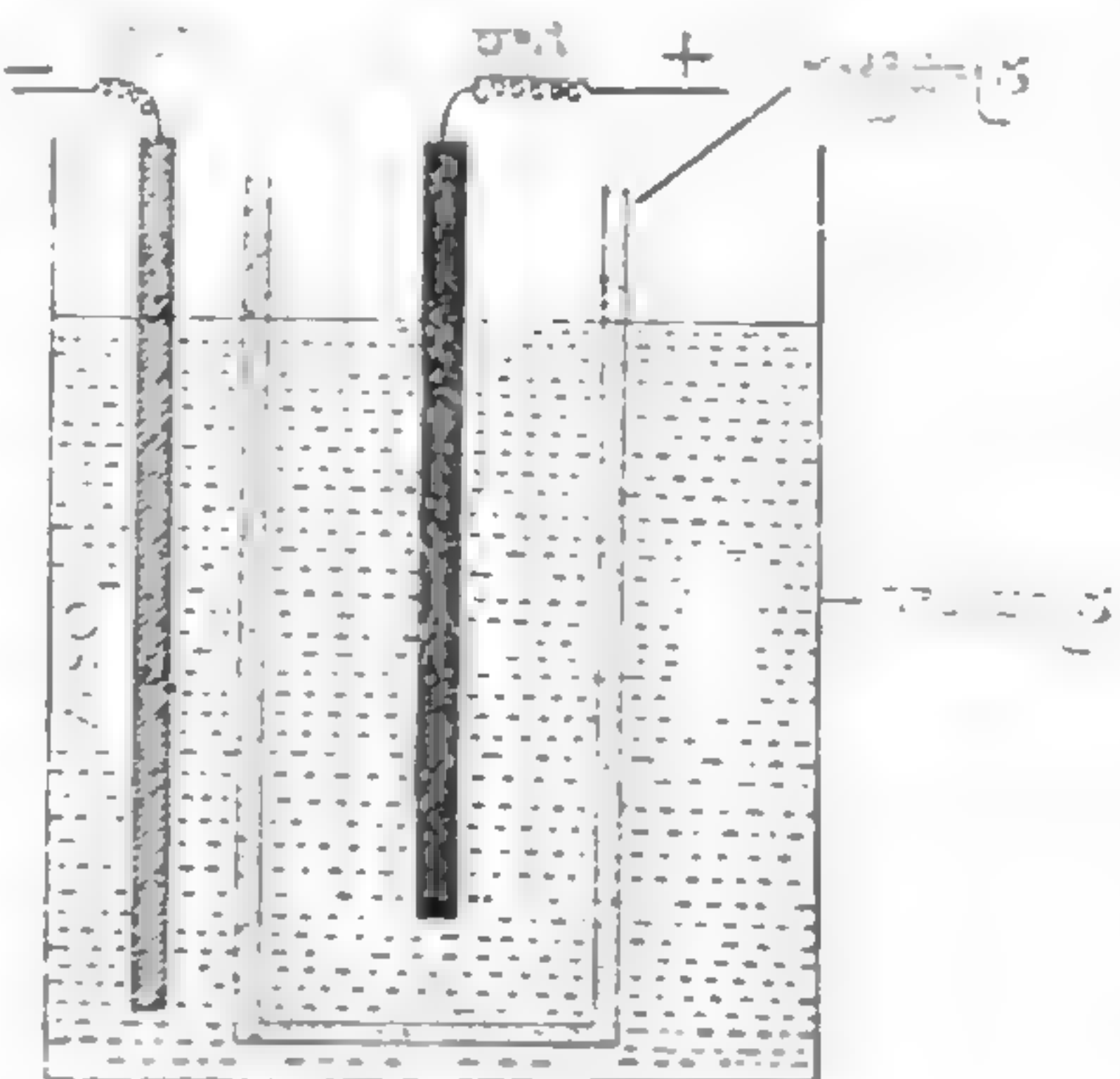
రాసాయనికశక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుటకు వీలైన పరికరమునకు 'గాల్వనీఘటము' అని పేరు. గాల్వనీ ఘట స్వభావమును సవిస్తరముగా పరిశీలించుటకు ముందు ఒక్క విషయము చెప్పవలసియున్నది. రాసాయనికశక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుటకు రాసాయనిక ప్రక్రియలో పాల్గొను యౌగికములు అయన్లను జనింపజేయగలవిగా ఉండవలెను. అనగా అయన్లమధ్య సంభవించు రాసాయనిక ప్రక్రియలే ఘటనిర్మాణమునకు తగినసాధనములు. బొగ్గుగాని, కర్రలుగాని, గంధకముగాని గాలిలో మండుటలో రాసాయనికశక్తి విడుదల అగును. కాని రాసాయనికపు మార్పును చెందుచున్న ఈ ద్రవ్యములలో అయన్లు లేకపోవుటచే ఈ ప్రక్రియలు ఘట నిర్మాణమునకు తగినవికావు.

**ఘటస్వభావము :** ప్రతిఘటమందును రెండవ తరగతి విద్యుద్వాహకమగు విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము, మొదటి తరగతికి చెందిన, అనగా ధాతువులజాతికి చెందిన, రెండు భిన్నవిద్యుద్వాహకములతో కలిసియుండును. ఇట్టి గాల్వనీ ఘటములకు సామాన్యదృష్టాంతము డేనియల్ ఘటము. దీని నిర్మాణము పటము(చూ. పటము-పు. 659)లో చూడనగును.

ఇందు కావర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములో కొంత మునిగియున్న రాగిపలక, అట్లే జింకుసల్ఫేట్ లో కొంత మునిగి ఉన్న జింకుపలక అగ్రములుగా ఆచరించును. కావర్ సల్ఫేట్ ద్రావణము మట్టిపాత్రలోనుంచి, దానిని జింకు



సల్ఫేట్ ద్రావణములో దింపుటవలన రెండు ద్రావణములు వేరుచేయబడినవి. అయినను మట్టిపాత్ర గోడలయందు సూక్ష్మరంధ్రములు ఉండుటచే ఈ రెండు ద్రావణముల యొక్క పరస్పర సంపర్కమునకు అడ్డులేదు. ఇచ్చట రాగి ధనాగ్రము గను, జింకు ఋణాగ్రము గను ఆచరించును. రాగి



పలకను, జింకు 1 వ పటము : డేనియల్ ఘటము

పలకను ద్రావణమునకు వెలుపల ధాతుత్వితో కలిపినప్పుడు రాగినుండి జింకువైపు విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నట్లు గాల్వనీ మీటరు చూపును. ఇట్టి ఘటమునందు విద్యుత్తు ఎటుల జనించుచున్నది అను ప్రశ్నకు సమాధానము వోల్టా తొలిఘటమును నిర్మించిన కాలము (1799) నుండియు శాస్త్రజ్ఞులు వెతుకుచున్నారు.

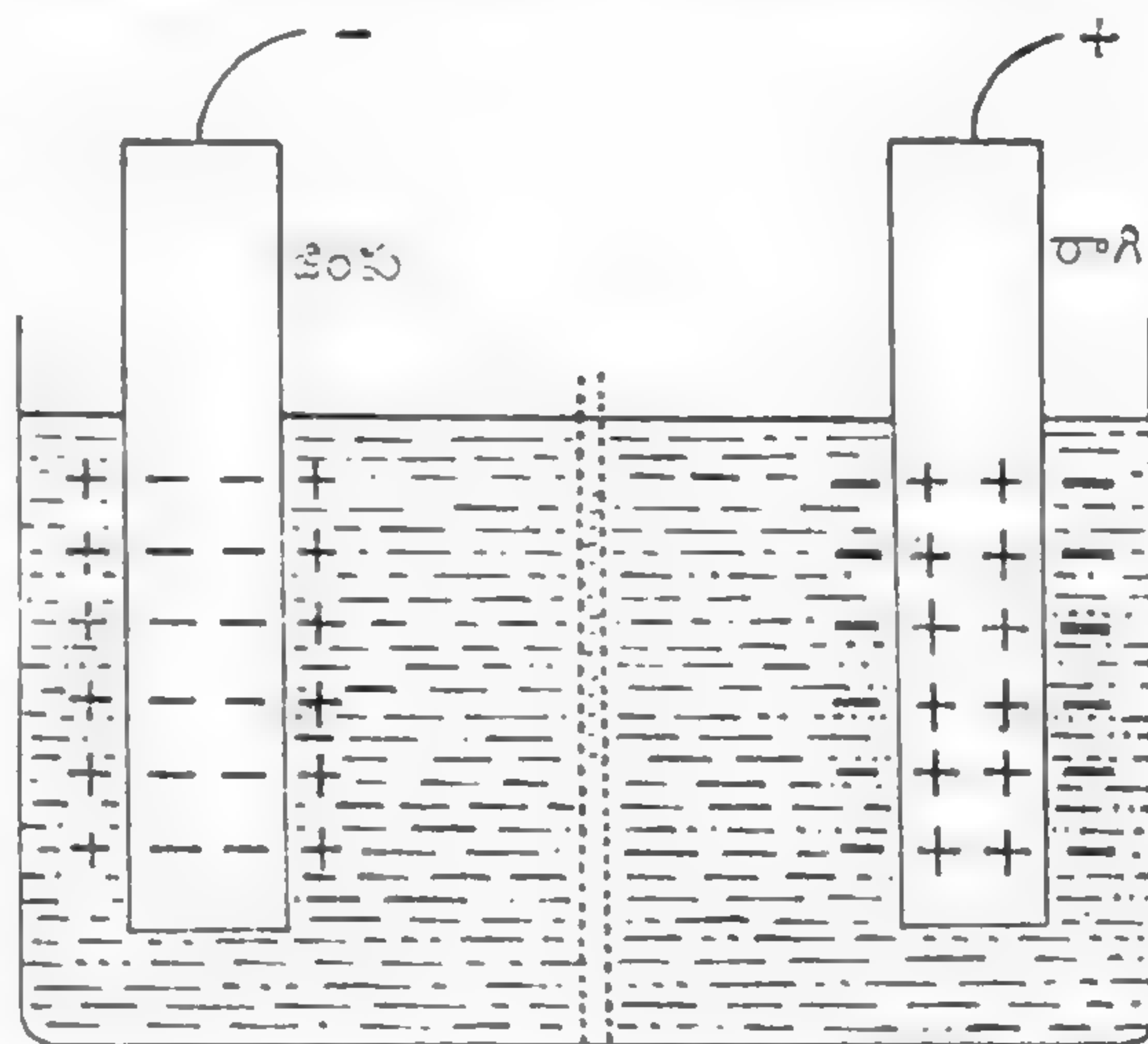
1889 లో నెర్నెస్ట్ అను జర్మను భౌతిక రాసాయనికుడు ఈ ప్రశ్నకు సమాధానమును కల్పించెను. నెర్నెస్ట్ సిద్ధాంతము సరియైనది కాదని నూతన అన్వేషణలవలన తెలిసినను ఘటములో విద్యుత్తును ఉత్పత్తిచేయు ప్రక్రియల స్వభావమును బోధపరచుకొనుటకు ఈ సిద్ధాంతము చాల ఉపకరించును. అందువలన ఈ సిద్ధాంతమును ఇక్కడ చర్చింతము. ఒకే ద్రావ్యము విలీనమైయుండి భిన్నసాంద్రతలుగల రెండు ద్రావణములకు పరస్పర సంపర్కము కల్పించినపుడు సాంద్రత ఎక్కువగానున్న స్థలమునుండి తక్కువ సాంద్రత గల స్థలమువైపు ద్రావ్యము కదలును. అట్లే ద్రవ్యములు వేరువేరుగా ఉన్నపుడు వాటిలో విద్యుత్తు భిన్న సాంద్రతలలో సమతాస్థితిలో ఉన్నదనుకొనినచో వాటికి పరస్పర సంబంధము కల్పించినపుడు విద్యుత్తు ఎక్కువగా ఉన్న ద్రవ్యమునుండి తక్కువగానున్న దానివైపు కదలుటకు అవకాశము కలుగును. ఈ కదలుటలో విద్యుత్తును కోలుపోయినవస్తువు ధనావేశమును, విద్యుత్తును గ్రహించినది ఋణావేశమును స్వీకరించును. భిన్న ఆవేశములు కల ఆ రెండు వస్తువులయొక్క సంపర్కతలమున విరుద్ధావేశములుగల జంట పొర ఒకటి ఏర్పడును. ధాతు శలాకను ఒక దానిని ద్రవములో ఉంచునపుడుకూడ ఇట్టి జంటపొర ఏర్పడును. వైవిధ్యమును అనుసరించి ఏదేని

ధాతుఫలకమును ఆ ధాతువునుండి ఉత్పన్నమైన లవణ ద్రావణములో ముంచిన ఏమగునో విచారితము.

డేనియల్ ఘటములో జింకుసల్ఫేట్ ద్రావణమునందు జింకు ఫలకమును ముంచిన వెంటనే ఆ ఫలకమునుండి జింకు అయన్లు విడివడి ద్రావణమును ప్రవేశించును. జింకు పరమాణువులు జింకు అయన్లుగా మారునపుడు ప్రతి జింకు పరమాణువును రెండు ఎలక్ట్రాన్లను కోలు పోవును. ఆ ఎలక్ట్రాన్లు జింకు ఫలకముపై నిలిచిపోవును:



అందువలన జింకుఫలకము ఋణావేశముగలది అగును. ఋణావిష్టమైన జింకుఫలకము పరిసరములనున్న ధనావిష్టమైన జింకు అయన్లను ఆకర్షించుటవలన జింకు ఫలకముపై ఎలక్ట్రాన్ల ఋణావేశము ఒక పొరగాను, ఆ పొరవలన ఆకర్షింపబడిన ధనావిష్ట జింకు అయన్ల ధనావేశము ఇంకొక పొరగాను జంటపొర ఏర్పడును. దీనికి హెల్మ్ హోల్ట్స్ జంటపొర అని పేరు. జింకు ఫలకము జింకు అయన్లను ద్రావణములోనికి పంపు ప్రక్రియ జంట పొర ఏర్పడిన వెంటనే ఆగిపోవును. ఈ ప్రక్రియ నిజముగా ఒక త్రుటిలో ముగియును. ఇట్లే చుట్టునున్న ధనావిష్టమైన రాగి అయన్లు రాగిఫలకముపై ప్రోగై ఫలకము ధనావిష్టమగును. ఈ ఫలకము ద్రావణములోనున్న విరుద్ధ ఆవేశములుగల సల్ఫేట్ అయన్లను ఆకర్షించుటవలన మరల ఈ ఫలకముపై నకూడ జంటపొర ఏర్పడును. ఈ సన్నివేశము క్రింది చిత్రములో చూపినట్లు ఉండును.



2 వ పటము : హెల్మ్ హోల్ట్స్ జంట పొర

ఈపొరలు ఏర్పడుకార్యము ధాతువులను ద్రావణములో ముంచిన ఉత్తర తణములో జరిగిపోవుటయేగాక



ఫలకమునుండి ద్రావణములోనికి ప్రవేశించిన జింకు అయన్లు, ద్రావణమునుండి ఫలకముపై చేరిన రాగి అయన్లు రాగిలో అత్యంత స్వల్పముగా ఉండును. ఇట్టి పరిస్థితిలో జింకుఫలకమును, రాగిఫలకమును ధాతుత్వితో కలిపినచో జింకు ఫలకముపై నున్న ఎలక్ట్రాన్లు రాగిఫలకమువైపునకు దూకి తత్ఫలితముగా దానిపై చేరిన రాగి అయన్లు రాగి పరమాణువులుగా మారి దానిపై నిక్షిప్తమగును. ఈ ఎలక్ట్రాన్లు జింకుఫలకమునుండి లేచిపోవుటచే జింకుఫలకముపై చేరిన జంటవిద్యుత్తుల పొరయును, రాగి అయన్లు రాగిగా మారుటచే రాగిఫలకముపై చేరిన జంట విద్యుత్తుల పొరయును మాయమగును. పొరపోయిన వెంటనే జింకుఫలకము నుండి మరల జింకు అయన్లు ద్రావణమున ప్రవేశించుటయు, రాగి అయన్లు ద్రావణమునుండి రాగి ఫలకముపై చేరుటయు సంభవించుట వలన మరల రెండు ఫలకములపై జంటపొరలు ఎప్పటి యుత్పన్నమగును. ఇట్లు పొర ఏర్పడుట, మరల నశించుట అను కార్యములు జింకు ఫలకమంతయు ద్రావణములో లీనమగువరకుగాని, లేదా కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములో రాగి అయన్లు అయిపోవువరకుగాని ఆ వృత్తిక్రమమున జరుగుచుండును.

ఈ కార్యపరంపరలో జింకుఫలకము నుండి ఎలక్ట్రాన్లు రాగివైపు ప్రవహించుటయే విద్యుత్ ప్రవాహముగా పరిగణించవలెను.

విద్యుత్ ప్రవాహమునకును, ఎలక్ట్రాన్లకును, సంబంధమున్నదని తెలియకపూర్వము రాగినుండి ధనవిద్యుత్తు జింకువైపు ఆ రెండు ఫలకములను కలుపుచున్న తీగ ద్వారా ప్రవహించునని అనుకొనెడివారు. విద్యుత్ ప్రవాహము అనగా ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహముగాని, అయన్ల ప్రవాహముగాని కావలెను. అది ఘటము వెలువల జింకు నుండి రాగివైపు జరుగుచున్నది. ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము ఋణవిద్యుత్ ప్రవాహము కనుక ధనవిద్యుత్తు ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమునకు విరుద్ధదిశలో ప్రవహించుచున్నది అనుకొనినను తప్పులేదు. ఏలన విద్యుత్తు శాస్త్రరీత్యా ఒక వైపు చలించుచున్న ఒక చిహ్నమును గలిగిన విద్యుత్తును విరుద్ధదిశలో చలించుచున్న విరుద్ధచిహ్నముగల విద్యుత్తుగా భావించవచ్చును.

పంచదారముక్కలను నీటిలో పడవేసినప్పుడు ఆ ముక్కలనుండి పంచదార అణువులు విడిపోయి నీటిని ప్రవేశించును. నీటిని ప్రవేశించి ద్రావణముగా మారుటకు పంచదార అణువులకుగల ఉబలాటమును 'ద్రావణతన్యత' అని వ్యవహరింతుము. అట్లే ద్రవములలో ఉంచిన ప్రతి

ధాతువునకును అయన్ గామారి ద్రావణమును ప్రవేశించుటకు నియతప్రావణ్యము (ఐన్ డెన్సి) ఉండును. ఈ ప్రావణ్యమునకు ధాతువులయొక్క ద్రావణతన్యత అని నెర్నెస్ట్ పేరిడెను. ధాతువులయొక్క ద్రావణతన్యత వాటి స్వభావమునుబట్టి ఉండును. డేనియల్ ఘటములో జింకుధాతువుయొక్క ద్రావణతన్యత చాల ఎక్కువ. అందువలననే జింకు అయన్లుగా మారుటకు ప్రావణ్యమును చూపును. జింకుయొక్క ప్రావణ్యమునకు అడ్డుతగులు పరిస్థితులు రెండు ఉన్నవి. అందులో మొదటిది హెల్మ్హోల్ట్స్ జంటపొర. జంటపొర ఏర్పడిన తరువాత దానిని భేదించుకొని జింకు అయన్లు ద్రావణమును ప్రవేశింపజాలవు. రెండవది ద్రావణములో ఇదివరకున్న జింకు అయన్ల సాంద్రత. సాంద్రత ఎక్కువగుకొలది జింకు అయన్లు ద్రావణమును ప్రవేశించుట తగ్గును. కాని జింకు విషయములో దానికున్న ద్రావణతన్యతను పూర్తిగ ప్రతిఘటించగల సాంద్రతను కల్పించుట పొసగదు. ఏలన సాంద్రతకు ఒక పరిమితి ఉన్నది; ఆ పరిమితిదాటి జింకుసల్ఫేట్ ద్రావణములో కరుగదు. రాగి విషయములో ద్రావణతన్యత చాలస్వల్పము. అందువలన చాల తక్కువ సాంద్రతగల కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములలో కూడ రాగియొక్క ద్రావణతన్యత రాగిని అయన్లుగా మార్చుటకు చాలదు సరికదా రాగి అయన్లే రాగిఫలకముపై చేరును.

జింకు సల్ఫేట్ ద్రావణముయొక్క సాంద్రతను జింకుయొక్క ద్రావణతన్యతను ప్రతిఘటించుదాక మనము పెంచలేకపోయినను, కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములోని రాగి అయన్ల క్లిష్టఅయన్లుగా మార్పునట్టి పొటాషియమ్ సైనైడ్ లవణమును చేర్చుటవలన రాగిఅయన్ సాంద్రతను బొత్తిగా తగ్గించివేయ వచ్చును. ఇట్టిస్థితిని చేకూర్చ గలిగినచో రాగి యొక్క ద్రావణతన్యతకు చేయూత ఇచ్చినట్లగును. దీనితోపాటు జింకు సల్ఫేట్ ద్రావణమును సంతృప్తముగా ఒనర్చినపుడు రాగి ఫలకము నుండి రాగి అయన్లు ద్రావణమును ప్రవేశించుటయు, జింకుఫలకముపై జింకుఅయన్లు ప్రోగగుటయు సంభవించును. అప్పుడు రాగి ఋణావిష్టముగాను, జింకుధనావిష్టముగాను మారి రాగినుండి ఎలక్ట్రాన్లు జింకువైపు కదలును. అనగా మునుపటిప్రవాహాదిశకు విరుద్ధదిశలో ఇప్పుడు ప్రవాహము సంభవించును. ప్రయోగముచే విద్యుత్ ప్రవాహాదిశలోని ఈమార్పును కనపర్చవచ్చును. అందువలన నెర్నెస్ట్ ద్రావణతన్యతాసిద్ధాంతము కొంతమట్టుకు రుజువైనదని చెప్పుటకు వీలున్నది.

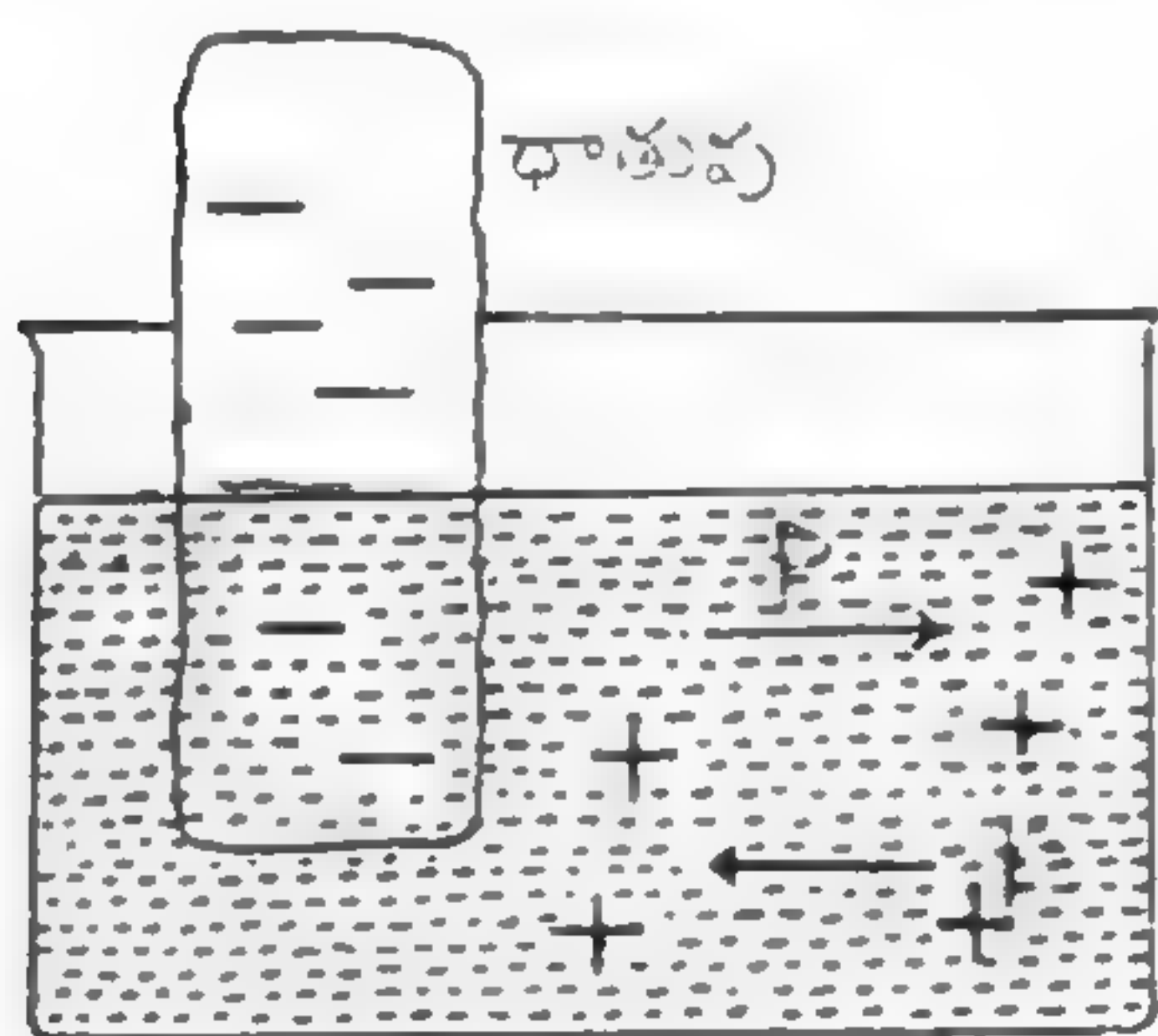


ఈవివరణలోని రెండు ముఖ్యవిషయములను మనము గ్రహించవలయును. అందు మొదటిది - ప్రతిధాతువునకు అయన్ గామారుటకు కొంత ప్రావణ్యముఉండును. దానికే ద్రావణతన్యత అని పేరు. రెండవది - ద్రావణములో ఇది వరకున్న ధాతుఅయన్ల సాంద్రత ధాతువు యొక్క ద్రావణతన్యతను ప్రతిఘటించును. ద్రావణములో నున్న అయన్లసాంద్రతకు ఆ ద్రావణముయొక్క ద్రవాభిసరణ ప్రేషము మానము. ద్రావణతన్యతను  $P$  అనియు, ద్రవాభిసరణప్రేషమును  $p$  అనియు గుర్తించినచో  $P$ ,  $p$  ల మధ్య సంబంధము మూడు విధములుగా ఉండును.  $p$  కన్న  $P$  ఎక్కువైనపక్షమున కొద్దిగా ధాతు అయన్లు ద్రావణమున ప్రవేశించి ధాతువు ఋణావేశముకలదగును (చూ. 3a పటము). పరిసరద్రావణము ధనావేశమును పొందును.  $p$  కన్న  $P$  తక్కువైనపుడు (చూ. 3c పటము) లేక

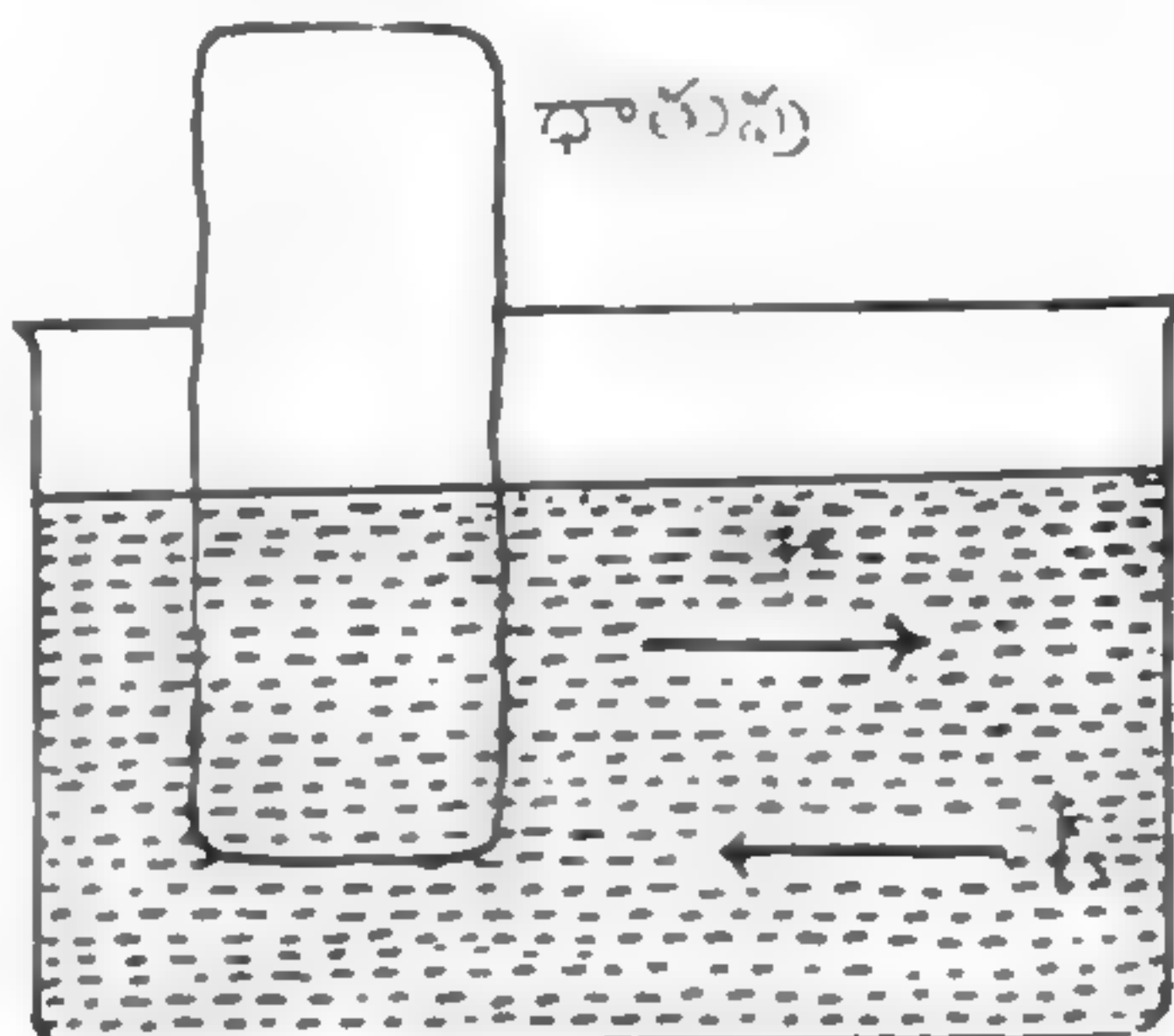
అని శక్తిశాస్త్ర ప్రకారము చూపవచ్చును. ఇచ్చట  $\ln$  అనునది నేపీరియన్ ఘాతాంకమునకు గురుతు. అదిగాక ఒకతుల్యభారముధాతువు అయన్ గా మారినపుడుగాని, లేదా అది ధాతువుగా నిక్షిప్తమైనపుడు గాని 98,540 కూలామ్ల (1 ఫారడే) విద్యుత్ రాశి లభ్యమగుటయో, ఖర్చు అగుటయో సంభవించును. ధాతుఅయన్ యొక్క యోజనీయత  $n$  అయినప్పుడు దానితో సంగతమైన విద్యుత్ రాశి  $n$  తుల్యభారములు లేదా  $n \times 98,540$  కూలామ్లు ( $n$  ఫారడేలు) అగును. విద్యుత్ రాశిని విద్యుచ్ఛక్తి ( $E$ ) తో గుణించినచో విద్యుత్ కార్యము యొక్క విలువ లభ్యమగును.

$$\text{విద్యుత్ కార్యము} = n \times 98,540 \times E$$

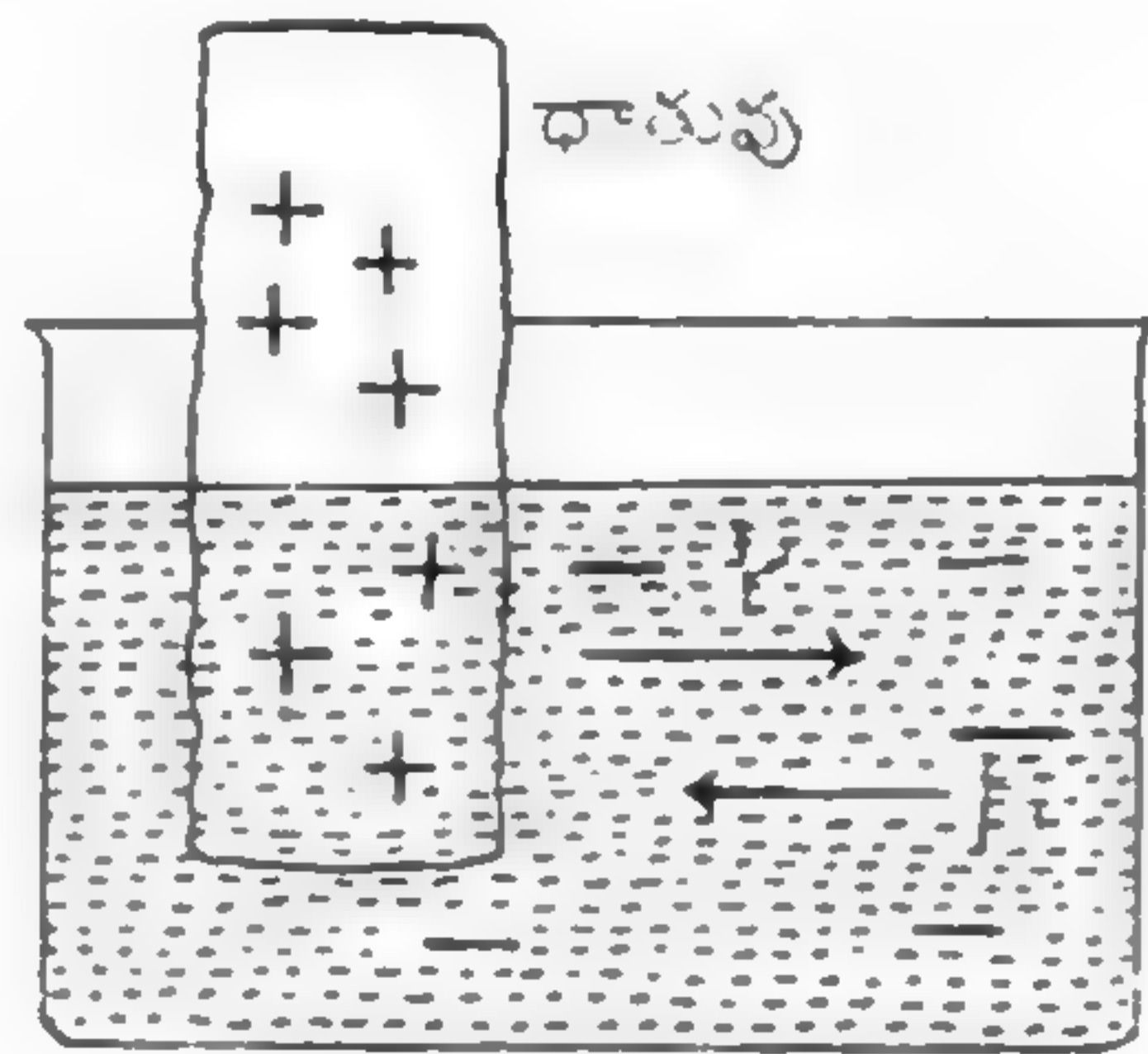
ఇప్పుడు ధాతుఅయన్లు ధాతువుయొక్క ద్రావణ తన్యతాప్రభావమున ద్రావణములోనున్న ధాతుఅయన్ల



3 a పటము :  $P > p$



3 b పటము :  $P = p$



3 c పటము :  $P < p$

మాత్రము అయన్లు ధాతువుపై నిక్షిప్తమగును. పై ధాతువు ధనావేశమును, పరిసర ద్రావణము ఋణావేశమును స్వీకరించును.  $P = p$  అయినప్పుడు (చూ. 3b పటము) పై సంఘటనలేవియు జరగవు.

ఏదేని ఉపాయముచే ధాతువులపై నున్న ఆవేశములను రద్దుచేయగలిగినచో 3a పటములో చూపిన పక్షములో ధాతువు అడ్డులేకుండ అయన్లుగా ద్రావణమున ప్రవేశించును; 3c పటములో చూపిన పక్షములో ధాతు అయన్లు ధాతువుపై విస్తారముగా నిక్షిప్తమగును.

స్వతఃప్రేరితములగు ఈరెండు ప్రక్రియలును, నియత రాశిపనిని పరిసరములకు అందజేయగలవు. ఏలన స్వతః ప్రేరితమగు ఏప్రక్రియనుండియైనను కార్యసిద్ధికలుగుటకు వీలగును (చూ. రాసాయనిక మైత్రి - పు. 580).

ఏదేనిద్రవ్యము  $P$  అను ప్రేషమునుండి  $p$  అనుప్రేషము నకు మారుటలో ప్రసక్తమైయుండు పని:  $(A) = RT \ln \frac{P}{p}$

ద్రవాభిసరణప్రేషమునకు ఎదురుగా ద్రావణమును ప్రవేశించుటలో జరిగినపని

$A = RT \ln \frac{P}{p}$  అగును. (ఇచ్చట  $R$  ద్రావణ స్థిరాంకము,  $T$  వరమశాపక్రమము.) ఇది ధాతువు అయన్ గా మారుటలో ప్రసక్తమైయున్న విద్యుత్ కార్యమునకు, అనగా:  $n \times 98,540 \times E$  కు సమానమగును:

$$E \times n \times 98,540 = RT \ln \frac{P}{p}$$

శాపక్రమము  $18^\circ\text{C}$  లేదా  $291^\circ\text{K}$  వరమశాపక్రమము అని పిసికొని  $R$  యొక్కవిలువను శౌల్ లో వ్యక్తపరచి సాధారణ ఘాతాంకములకు మార్చిన:

$$E = \frac{0.0577}{n} \log \frac{P}{p} \text{ అగును.}$$

ధాతువుయొక్క ద్రావణతన్యతను సరిగా రద్దుచేయగల ద్రవాభిసరణప్రేషము  $C_0$  అను సాంద్రతగల ద్రావణమునకు కలదనుకొందము.  $C_0$  ద్రావణతన్యతను (చూ. 3b పటము) ప్రతిఘటించకలిగినది కనుక  $C_0$  ను ద్రావణ



## విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - II

తన్యతకుకూడ మానముగా తీసికొనవచ్చును. ద్రావణము యొక్క ద్రవాభిసరణప్రేషము దాని అణుసాంద్రతను పట్టి ఉండును. అందుచే C అను ద్రావణ సాంద్రతను  $p$  కి మానముగా గ్రహించ వచ్చును. అట్టిచో

$$E = \frac{0.0577}{n} \log \frac{C_0}{C} \text{ అగును. } C=1 \text{ అగుపక్షములో}$$

అనగా ద్రావణములో లీటరునకు ఒక తుల్యభారము చొప్పున ద్రావ్యము విలీనమైయున్నపుడు :

$$E = \frac{0.0577}{n} \log C_0 \text{ అగును.}$$

E అనునది ధాతువునకు, పరిసరద్రావణమునకు మధ్య నున్న విద్యుచ్ఛక్తిను తెలియజేయును. ప్రతి ఘటము నందును రెండు విద్యుదగ్రములు ఉండును. ఈ రెండిటి వద్దను రెండు విద్యుచ్ఛక్తిలు ఉద్భవించును. ఘటము యొక్క మొత్తపువిద్యుచ్ఛక్తి ఈ రెండిటిభేదము.

డేనియల్ ఘటములో జింకుకు, ద్రావణమునకు మధ్యను ఒకశక్తి ( $E_1$ ). ద్రావణమునకు, రాగికి మధ్య ఇంకొకటి ( $E_2$ ) ఉండును. రాగి, జింకు యోజనీయతలు రెండు

$$\left. \begin{aligned} E_1 &= \frac{0.0577}{2} \log \frac{P_1}{p_1} \\ E_2 &= \frac{0.0577}{2} \log \frac{P_2}{p_2} \end{aligned} \right\}$$

ఈ రెండిటి భేదము :

$$\begin{aligned} E = E_1 - E_2 &= \frac{0.0577}{2} \log \frac{P_1}{p_1} - \frac{0.0577}{2} \log \frac{P_2}{p_2} \\ &= \frac{0.0577}{2} \left\{ \log \frac{P_1}{p_1} - \log \frac{P_2}{p_2} \right\} \end{aligned}$$

ధాతువుయొక్క ద్రావణతన్యత (P) ప్రయోగమునకు అందు బాటులోనున్న రాగి కాదు. అందువలన ఈ రూపములో నెర్నెస్ట్ సమీకరణమును ప్రయోగముచే సమర్థించుటకు వీలు లేదు. కాని దీనికి ఒక ఉపాయము ఉన్నది. ఘటమునందు రెండు అగ్రములు ఒక ధాతువుచే చేయబడిన పడమున  $P_1 = P_2$  అగును. అప్పుడు

$$E = \frac{0.0577}{n} \left\{ \log \frac{P_1}{p_1} - \log \frac{P_2}{p_2} \right\} \text{ లేదా}$$

$$E = \frac{0.0577}{n} \left\{ \log \frac{R_1 \times p_2}{R_2 \times p_1} \right\} \text{ అను సమీకరణము}$$

$$E = \frac{0.0577}{n} \log \frac{p_2}{p_1} \text{ అగును.}$$

$p_2, p_1$  లకు బదులు లీటరుతో సంబంధించిన ద్రావణ సాంద్రతలను వాడవచ్చును. అప్పుడు  $E = \frac{0.0577}{n} \log \frac{c_2}{c_1}$  అగును. ఇచ్చట  $c_1, c_2$  లు ఒకే అయన్ ద్రావణముయొక్క భిన్న సాంద్రతలు.

రెండురాగిఫలకములు భిన్నసాంద్రతలుగల కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములలో మునిగియున్నపుడు ఇట్టిఘటము తయారగును. దీనికి సాంద్రతాఘటము (కాన్ సెన్ట్రేషన్ సెల్) అని పేరు. సాంద్రతలను ప్రయోగముచే సులభముగా నిర్ణయించుటకు వీలున్నది కనుక, పై సమీకరణము నుండి E ని లెక్కించవచ్చును. లెక్కించగా వచ్చిన E యొక్క విలువ, ప్రయోగముచే నిర్ణీతమైన E యొక్క విలువకు సమానమగునెడల నెర్నెస్ట్ సమీకరణము సమర్థింపబడును. (చూ. విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - II : హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతాపేటిక - పు. 666).

నెర్నెస్ట్ సిద్ధాంతములోని ముఖ్యమైన ద్రావణతన్యతా భావము వాస్తవికస్థితిని తెలియజేయునది కాదనియు, అది కేవలకాల్పనికమనియు నవీనులు ఖండించిరి. నవీనులు కూడ ఘటముయొక్క విద్యుచ్ఛక్తిను నెర్నెస్ట్ సమీకరణమునకు పోలిన సమీకరణముచే వివరించిరి. కాని దానిని సాధించుటలో నవీనులు ద్రావణతన్యతాభావమును ఉపయోగించలేదు. అగ్రమునకు, పరిసరద్రావణమునకు మధ్యను స్థాపితమై సమతాస్థితిని గ్రహించిన రాసాయనిక ప్రక్రియలను ఉపయోగించి వీరు ఘటముయొక్క శక్తిను లెక్కించిరి. విధానమేదైనను పర్యవసానము ఒకటియే అయినది. అదిగాక ఘటము యొక్క విద్యుచ్ఛక్తి ధాతువు ద్రావణముతో సంపర్కమున్నస్థలమున జనించుచున్నట్లు నెర్నెస్ట్ నిరూపించెను. ఘటములో రెండు భిన్నాగ్రములును కలసియున్నచోట శక్తి ఉదయించుచున్నదని నవీనులు క్వాంటం సిద్ధాంతగణితముచే నిరూపించిరి.\* ఈ గణితము చాల దురవగాహమగుటచే ఇక్కడ విస్తరించుటకు వీలుకాదు.

విద్యుచ్ఛాలక బలమును కొలచుట : వేరువేరు ఘటముల నుండి లభ్యమగు విద్యుచ్ఛక్తిని సరిపోల్చి వలసి వచ్చినపుడు ఘటములో ఒక తుల్యభారము ద్రవ్యము రాసాయనికముగా మారునపుడు వెలువడిన శక్తిని కొల్పుట ప్రాయోగికముగా సులభము. ఏలన ప్రతి తుల్య భారద్రవ్యముతో ఒక ఫారడే (F) విద్యుత్ రాశి సంగతమై ఉండును. అందువలన ఘటముయొక్క విద్యుచ్ఛక్తిని కొలచుటలో దానికి విశిష్టమగు విద్యుచ్ఛాలక బలము Eను

\* R. W. Gurny Proc. Roy. Soc. A. 134, 137, (1931)



కొలచిన చాలును. ఈ విద్యుచ్ఛాలకబలము E ని F చే గుణించినచో విద్యుచ్ఛక్తి లభ్యమగును.

$$\text{విద్యుచ్ఛక్తి} = E \times F$$

ఘటములను స్థూలముగా అపరివర్తనీయఘటములు, పరివర్తనీయఘటములు అని విభజింపవచ్చును.

అపరివర్తనీయఘటములు : కొంచెము ఆమ్లముతో కలిపిన నీటిని ప్లాటినమ్ ఫలకములమధ్య విద్యుత్ విశ్లేషణము నకు గురిచేసినచో ఒక ఫలకముమీద హైడ్రోజన్, రెండవ దానిమీద ఆక్సిజన్ నిక్షిప్తము అగును. ఇట్టి స్థితిలో ఘటముగుండా విద్యుత్ ప్రవాహమును ఆపివేసి రెండు ప్లాటినమ్ ఫలకములను తీగతో కలిపినచో ఆ రెండింటి మధ్యను కొంచెము విద్యుత్తు ప్రవహించి అచిరకాలములో ఆగిపోవును. అనగా ఒకదానిపై హైడ్రోజన్, ఇంకొక దానిపై ఆక్సిజన్ చేరుటవలన అగ్రముల స్వభావము మారి మొదటి విద్యుత్ ప్రవాహమునకు ఎదురుగ విరుద్ధశక్తి ఒకటి ఏర్పడును. ఇట్టి స్థితికి విద్యుత్ ధ్రువనము అని పేరు. ఘటముగుండా ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు ఈ ధ్రువనము అడ్డుతగులును. ధ్రువనమువలన జనించిన ఎదురు శక్తిను ప్రతిఘటించునట్లు ప్రవాహశక్తిను ఎక్కువ చేసిన గాని, ఘటముగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించదు. అందు వలన ధ్రువనము సంభవించుఘటములలో విద్యుచ్ఛక్తి కొంత నష్టమగును. ఇట్టి ఘటములను అపరివర్తనీయ ఘటములని అందురు. ఈ ధ్రువనము లేకుండచేయుటకు అగ్రములపై చేరి వాటిస్వభావమును మార్పు వాయువులను తొలగించవలయును. ఇందుకై విధ్రువకములు (డిపోలరైజర్స్) గా ఆచరించు ద్రవ్యములను వాడుకచేయవలెను. ఉదాహరణమునకు లక్లాండ్ ఘటములో కార్బన్ ఫలకము ధనాగ్రము; జింకుఫలకము ఋణాగ్రము; అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రవ్యము. జింకుధాతువు ద్రావణములో విలీనమై తుల్య రాశి హైడ్రోజన్ కార్బన్ ఫలకముపై విడుదల అగును. ఈ రాసాయనిక ప్రక్రియ విద్యుజ్జనకముగా ఆచరించును. ఈ విడుదలయైన హైడ్రోజన్ కార్బన్ ఫలకమును ధ్రువీకరించును. అందువలన ఘటమునుండి లభ్యమగు విద్యుచ్ఛక్తిము చాల తగ్గిపోవును. కాని ఘటములో కార్బన్ ఫలకము చుట్టునున్న మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ముద్ద హైడ్రోజన్ ని ఆక్సీకరించి నీరుగా మార్పును. అందు వలన కార్బన్ ఫలకముపై హైడ్రోజన్ కూడుకొనుటకు వీలులేదు. ఈ కారణముగా ధ్రువనము ఆగిపోవును.

బున్ సెన్ ఘటములో కూడ జింకు, కార్బన్ లే అగ్రములు. అచ్చట కార్బన్ చుట్టునున్న నైట్రిక్ ఆసిడ్ ధ్రువనమును

జరుగనీయదు. ఇటులనే బైక్రోమేట్ ఘటములో కార్బన్ చుట్టునున్న ఆమ్లితపొటాసియమ్ బైక్రోమేట్ ద్రావణము మరల ధ్రువననిరోధకముగా ఆచరించును (చూ. విద్యుత్ ఘటములు - పు. 634).

పరివర్తనీయఘటములు : డేనియల్ ఘటము పనిచేయు చున్నప్పుడు ద్రావణములో ఒక వైపు జింకు కరగుటయు, రెండవ వైపు రాగి నిక్షిప్తమగుటయు సంభవించును. ఈ కార్యముల ఫలముగా రెండు అగ్రములయొక్క రాసాయనిక స్వభావమందు మార్పేమియు కలుగదు. జింకు జింకుగానే ఉండును; రాగి రాగిగానే ఉండును. అట్లే వాటి చుట్టు ఉన్న ద్రావణములలో సాంద్రతలోని మార్పును తప్పించిన మరియేమార్పును కానరాదు.

ఘటముచే పనిచేయించుటకు బదులు దానిగుండా విరుద్ధ దశలో విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపవచ్చును. దీనికై డేనియల్ ఘటపు రాగి అగ్రమును 1.1 వోల్టుకన్న పొచ్చు శక్తిగల ఇంకొక బ్యాటరీ ధనాగ్రముతోను, జింకు అగ్రమును దాని ఋణాగ్రముతోను కలిపినచో డేనియల్ ఘటము గుండా విద్యుత్తు ప్రవహించును. ఈ ప్రవహించుటలో రాగి ధనాగ్రముగా ఆచరించి కాపర్ సల్ఫేట్ రూపమున ద్రావణమందు లీనమగును. జింకు ఋణాగ్రముగా ఆచరించి అందుపై జింకుధాతువు నిక్షిప్తమగును. ఈ ప్రక్రియా పర్యవసానమునకూడ అగ్రములయొక్క తొంటిస్వభావమునందు ఏమార్పును కలుగలేదు. డేనియల్ ఘటము పనిచేయునపుడు జరుగు ప్రక్రియకు విరుద్ధ ప్రక్రియ దాని గుండా విద్యుత్తు ప్రవహించుటవలన జరిగినది. ఈ మార్పు వలన మరల డేనియల్ ఘటము మునుపటివలె పనిచేయుటకు సిద్ధముగానున్న స్థితిలోనికి వచ్చినది. ఇట్టి డేనియల్ ఘటమువంటి ఘటములకు పరివర్తనీయఘటములని పేరు. ఇట్టి ఘటములు పనిచేయుటవలన వ్యయమైపోయిన రాసాయనిక ద్రవ్యములను, వాటిగుండా విరుద్ధ దశలో విద్యుత్తును ప్రవహింపజేయుటవలన మరల జనింపజేసి ఘటమును కార్యకారిగా ఒనర్చవచ్చును.

పరిశోధనాగారములలో చాల వాడుకలోనున్న ఘటములు (సంచాయకఘటములు) ఈ తరగతికి చెందినవి. వీటిలో ముఖ్యమైనవి రెండురకములు; సీసపుసంచాయక ఘటము, ఆడిసన్ సంచాయక ఘటము (చూ. విద్యుత్ సంచాయకఘటములు - పు. 639).

ఆక్సీకరణ, ఆక్సిహరణ ఘటములు : డేనియల్ ఘటము వంటి ఘటములలో విద్యుచ్ఛక్తి జనింపజేయు రాసాయనిక ప్రక్రియ విధిగా ఆక్సీకరణమో, ఆక్సిహరణమో అయి ఉండును. జింకు అయన్ గా మారి ద్రావణమును ప్రవే



## విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - II

శించుట ఆక్సీకరణము. రాగిఅయన్ ధాతువుగా మారి అగ్రముపై విడివడుట ఆక్సీహరణము.

నిజముగా చూచిన ప్రతి ఆక్సీకరణ ప్రక్రియయందును ఋణవిద్యుత్తు ద్రవ్యమునుండి విడివడుట కననగును. దీనికి దృష్టాంతము : ఆప్లుములో కరగు ధాతువులు హైడ్రోజన్ ని వెలిపుచ్చి అయన్లుగా మారుటగాని, హేలైడ్లను ఆక్సీకరించుటవలన హేలోజన్ విడివడుటగాని జరగును. అట్లే ప్రతిఆక్సీహరణ ప్రక్రియలోను ద్రవ్యము ఋణ విద్యుత్తును గ్రహించుట కననగును. లవణములనుండి ధాతువులను విడుదలచేయు ప్రక్రియలన్నియు ఇట్టివే.

జింకుమేకును కావర్సల్ఫేట్ ద్రావణములో ముంచి నపుడు జింకు తన ఋణవిద్యుత్తును రాగిఅయన్ కు అంద జేసి తాను అయన్ గా మారి రాగిఅయన్ ను ధాతువుగా మార్చును. అనగా జింకు ఆక్సీకరించబడి ఈ ప్రక్రియలో విడుదలయైన ఋణవిద్యుత్తును రాగిఅయన్ స్వీకరించి, ఆక్సీహరింపబడి ధాతువుగా మారును. అయన్లమధ్య జరగు ఆక్సీకరణ, ఆక్సీహరణ ప్రక్రియలన్నియు ఘట నిర్మాణమునకు తగినవే. ఈప్రక్రియలను వాడుకచేయు టకై ఘటముయొక్క వేరువేరుభాగములతో రాసాయనిక ద్రవ్యములనుంచి వాటిలో రాసాయనికముగా వికారముచెందని అగ్రములను (ప్లాటినమ్ గాని, కార్బన్ గాని) ఉపయోగించి ఘటనిర్మాణమును చేయవచ్చును. సాధారణముగా వీటి అమరిక క్రిందచూపినట్లు ఉండును :

|           |          |          |          |           |
|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| ప్లాటినమ్ | ఆక్సీహరణ | ఉదాసీన   | ఆక్సీకరణ | ప్లాటినమ్ |
| తీగ       | ద్రవ్యము | ద్రావణము | ద్రవ్యము | తీగ       |

ఎడమభాగమున ఉన్న ఆక్సీహరణ ద్రవ్యము ఆక్సీహరించబడునపుడు విడుదలైన ఋణవిద్యుత్తు ప్లాటినమ్ తీగకు సంక్రమించి దానిని ఋణాగ్రముగా చేయును. కుడివైపుననున్న ఆక్సీకరణద్రవ్యము ఎడమనున్న ప్లాటినమ్ తీగమీద కూడుకొనిన ఋణవిద్యుత్తును అగ్రములను కలుపుచున్న తీగద్వారా గ్రహించుటలో ధనాగ్రముగా ఆచరించును. పై అమరికను ఉపయోగించి ప్టానస్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును (ఎడమప్రక్క), క్లోరీన్ వాయువు విలీనమైయున్న జలముతో (కుడిప్రక్క) ఆక్సీకరించ వచ్చును.

|           |                  |                  |               |           |
|-----------|------------------|------------------|---------------|-----------|
| ప్లాటినమ్ | ప్టానస్ క్లోరైడ్ | సోడియమ్ క్లోరైడ్ | క్లోరీన్ వాయు | ప్లాటినమ్ |
|           | ద్రావణము         | ద్రావణము         | ద్రావణము      |           |

ఈ ప్రక్రియలో ద్వియోజనీయతగల తగరము చతు ర్యోజనీయ తగరముగా ఆక్సీకరించబడునపుడు విడుద

లైన ఋణ విద్యుత్తు ఎడమవైపుననున్న ప్లాటినమ్ తీగకు అందజేయబడును. ఇచ్చటనుండి సంధానతంత్రి గుండా ఋణవిద్యుత్తు, కుడివైపు తీగకుదాటి దానితో సంపర్కము గల మూలద్రవ్యముగు క్లోరీన్ ను ఋణవిద్యుదావేశముగల అయన్ గా మార్చును. ఘటమునకు వెలుపల సంధాన తంత్రిద్వారా ఋణవిద్యుత్తు ఎడమనున్న ప్లాటినమ్ తీగ నుండి కుడిదానికి ప్రవహించును. లేదా, ధనవిద్యుత్తు అటు నుంచి ఇటు ప్రవహించుననికూడ అనుకొనవచ్చును. ఘటము లోపల విద్యుత్తు కుడినుండి ఎడమకు ప్రవహించును. ఈ దిశలో చలించుచున్న తగరపు అయన్లచేతను, విరుద్ధ దిశలో చలించుచున్న క్లోరీన్ అయన్లచేతను ఈ విద్యుత్ వహనము జరుగుచున్నది.

హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రత : ఆప్లుములు నీటిలో విలీనమైనపుడు వాటినుండి హైడ్రోజన్ అయన్లు విడి వడుననియు, ఆప్లుముల ఆప్లుత అందుండు స్వతంత్ర హైడ్రోజన్ అయన్ల సాంద్రతనుపట్టి ఉండును. హైడ్రోజన్ అయన్ల సాంద్రతను నిర్ణయించుటకు స్థాపించ బడిన పద్ధతులు భౌతిక రాసాయనికశాస్త్రములో చాల ముఖ్యమైనవి.

హైడ్రోజన్ అయన్యొక్క సాంద్రతను నిర్ణయించు టకు అనేక విధానములు ఉన్నవి. అందు మూడు చాల ముఖ్యమైనవి: 1. వర్ణమాపక (కేలోరీమెట్రిక్) విధానము; 2. విద్యుద్వాహకతావిధానము ; 3. విద్యుచ్ఛాలక బల విధానము.

వర్ణమాపకవిధానము : వేర్వేరు హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతలలో వేర్వేరు రంగులనుఇచ్చు ద్రవ్యములకు సూచకద్రవ్యములని పేరు. పరీక్షా విషయముగు ఆప్లు ద్రావణమును ఒక గాజు గొట్టములోనుంచి దానికి 5 లేక 10 బొట్లు సూచకద్రవ్యద్రావణమును కలిపినపుడు వచ్చు వర్ణము నియతహైడ్రోజన్ సాంద్రతగల వివిధద్రావణము లకు సూచకద్రవ్యమును ఐదారుచుక్కలు చేర్చి ప్రమాణ ద్రావణ వర్ణములలో దేనితో సరిపోవునో నిశ్చయించ వలయును. ప్రమాణ ద్రావణ వర్ణములను ముందుగా తయారుచేసి ఉంచవలెను. అప్పుడు ప్రమాణ ద్రావణ వర్ణముయొక్క అయన్ సాంద్రత తెలుసును గనుక ప్రయోగద్రావణమందలి హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతను సులభముగా కనిపెట్టవచ్చును.

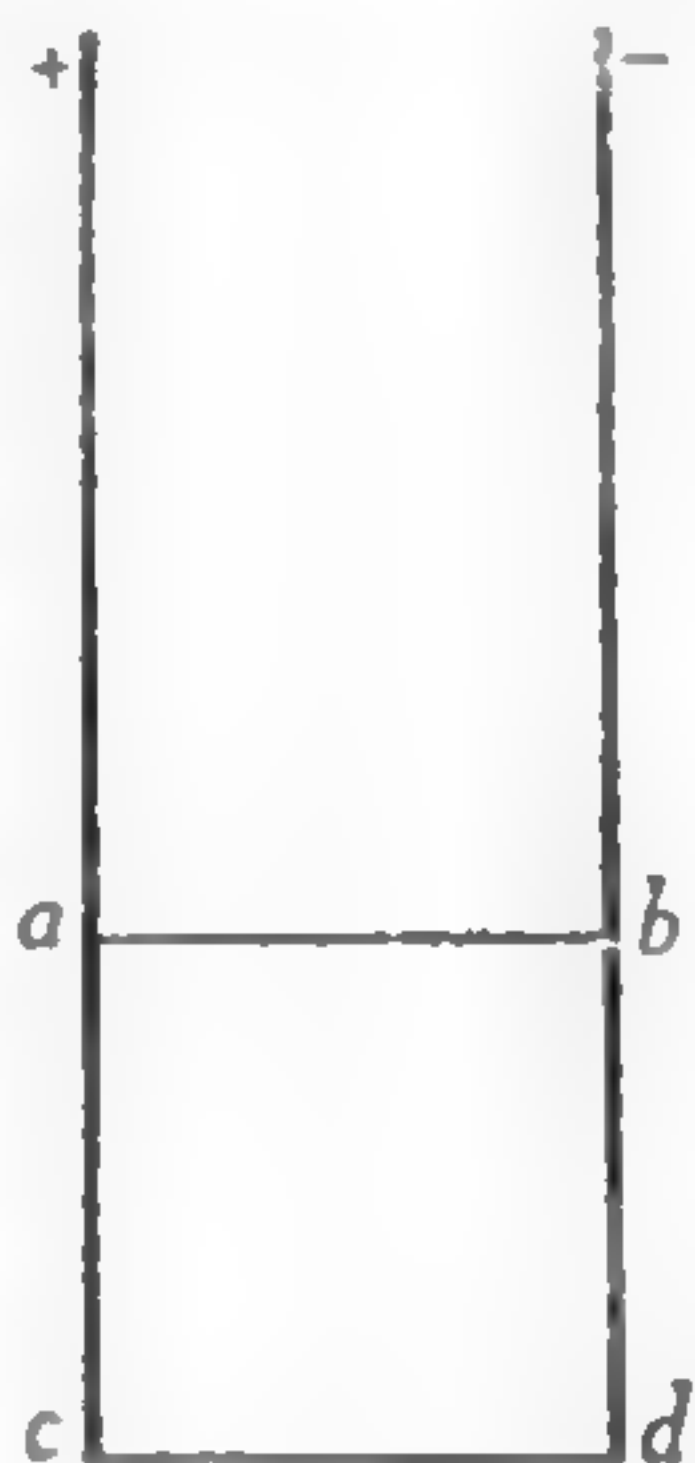
విద్యుద్వాహకతా విధానము : అయన్ యోగికము ఏది యైనను దాని విద్యుద్వాహకత అందుండు అయన్ల సంఖ్యనుపట్టి ఉండును. అయన్లసంఖ్యద్రావణముయొక్క సాంద్రతనుపట్టి ఉండును. ద్రావణము పల్చనగు కొలది



అందుందు అయన్ యోగికము హెచ్చుగా అయన్ ల క్రింద విభక్తమైఉండును. విద్యుద్వాహకతను కనుగొనునపుడు విద్యుదగ్రముల మధ్య నుండు ద్రావణములో ఉన్న అయన్ లు అన్నియు విద్యుత్ వహనమందు పాల్గొనును. అందుచే విద్యుద్వాహకతకు, అయన్ లసంఖ్యకు లంకె ఏర్పడినది. ఇంకొకవిషయము: విద్యుదగ్రముల మధ్య నున్న ద్రావణమును విరళీకరించినకొలది దానిమొత్తపు విద్యుద్వాహకత ఎక్కువగుచుండును. ఈవిషయమును బోధపరచుకొనుటకు ఒక కాల्పనిక ప్రయోగమును నిర్వహింతము.

ఈ చిత్రములో చూపినది సమాంతరాళముగల పాత్ర.

ఈ పాత్రప్రక్కలు ప్లాటినమ్ ధాతు రేకులతో చేయబడినవి. ఈ రేకులు రెండును లోపల నున్న విద్యుద్వాహక ద్రావణమునకు విద్యుదగ్రములుగా ఆచరించును. ఈ పాత్రలో ఒకే లీటరులో ఒక తుల్యభారము



అయన్ యోగికము ఒక తుల్య భారము గనుక ఈ ద్రావణపు విద్యుద్వాహకతకు తుల్య భారవిద్యుద్వాహకత అని పేరు. ఈ ద్రావణమును మరియొక లీటరు శుద్ధ ద్రావణముతో విరళీకరించి విద్యుద్వాహకతను ప్రయోగరీత్యా కనుగొనినచో, ఈ రెండవ ద్రావణపు విద్యుద్వాహకత మొదటి దాని కంటె హెచ్చుగా ఉండును. ఇట్లే ఈ ద్రావణమును క్రమముగా విరళీకరించుచు ఈ విరళీకృత ద్రావణము అంతయు ప్లాటినమ్ విద్యుదగ్రముల మధ్య ఇమిడియుండునట్లు రేకులతో కూడ పాత్రపైకి పెరుగుచున్నదనుకొనినచో ప్రతిదశలోను ద్రావణము అంతయు రేకుల మధ్యనే ఉండునట్లు చేయవచ్చును. ఒక తుల్యభారము యోగికము ఉన్నదనుకొంటిమి. కనుక, విరళీకరించుచురాగా వచ్చినద్రావణము అన్నియు ఒకే తుల్యభారము యోగికము కలవే అగును. అందుచే ఈ ద్రావణముల విద్యుద్వాహకతలు అన్నియు తుల్యభార విద్యుద్వాహకతలే అని చెప్పవలెను. విద్యు

ద్వాహకత విరళీకరణముతో పెరుగు చుండునని ప్రయోగము చూపించును. అనగా విరళీకరించుకొలది తుల్యభార విద్యుద్వాహకత వృద్ధి అగుచుండును. ఈ విరళీకరణ ప్రక్రియ ఒక మితిని మీరినతరువాత, ద్రావణమును మరింత పల్పగా చేసినను విద్యుద్వాహకత అధికమగుట కనిపించదు. అనగా తుల్యభార విద్యుద్వాహకత దాని పరమావధిని చేరినది. ఈ చరమద్రావణమునకు అమిత విరళద్రావణము (ఇన్ ఫైనైట్ లీ డైల్యూటెడ్ సాల్యూషన్) అని పేరు.

తుల్యభార విద్యుద్వాహకతయందు ఈ అభివృద్ధికి కారణమును అయన్ విచ్ఛేదన సిద్ధాంతము పేర్కొనినది. అయన్ యోగికము ఉచితమగు ద్రావణములో విలీనమైనపుడు ఆ ద్రావణములో దాని సాంద్రతనుబట్టి కొంత మట్టుకు అయన్ లక్రింద విచ్ఛేదించును. విద్యుద్వాహకత ద్రావణమందున్న అయన్ ల సంఖ్యనుబట్టి ఉండును, గనుక అయన్ ల సంఖ్య ఎక్కువగుకొలదిని విద్యుద్వాహకత ఎక్కువగుచుండును. విరళీకరించు సందర్భములో అయన్ విచ్ఛేదనము ఎక్కుడుగా అగునని సిద్ధాంతము చెప్పుచున్నది. అందుచే తుల్యభార విద్యుద్వాహకత వృద్ధి చెందుట సహజమే. ద్రావణములోనున్న అయన్ యోగికము సంపూర్ణముగా విచ్ఛిన్నమైన దశనుండి అటువైన విరళీకరించినను విచ్ఛిన్నమగుటకు మరియోగికద్రవ్యము లేకపోవుటచే అయన్ సంఖ్య పెరుగదు. అందుచే విద్యుద్వాహకత కూడ పెరుగదు. ఇదియే తుల్యభార విద్యుద్వాహకత చరమావధిని చేరుననుట. ఈ వివరణను అనుసరించి మనము క్రింది నిష్కర్షకు రావచ్చును. అనంత విరళీకృత, లేదా చరమద్రావణములో యోగికమంతయు పూర్ణముగా విచ్ఛిన్నమైనది. పూర్ణద్రావణములో యోగికము కొంతమట్టుకే అనగా ఆంశికముగా విచ్ఛిన్నమైనది. దీనినుండి క్రింది సమీకరణమును సాధించవచ్చును:

$$\frac{\text{మధ్యమద్రావణ తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత}}{\text{చరమద్రావణతుల్యభార విద్యుద్వాహకత}} =$$

$$\frac{\text{మధ్యమద్రావణ అయన్ విచ్ఛేదనాంశము}}{\text{చరమద్రావణ అయన్ విచ్ఛేదనాంశము}}$$

నమ్ విద్యుదగ్రముల మధ్య ఇమిడియుండునట్లు రేకులతో కూడ పాత్రపైకి పెరుగుచున్నదనుకొనినచో ప్రతిదశలోను ద్రావణము అంతయు రేకుల మధ్యనే ఉండునట్లు చేయవచ్చును. ఒక తుల్యభారము యోగికము ఉన్నదనుకొంటిమి. కనుక, విరళీకరించుచురాగా వచ్చినద్రావణము అన్నియు ఒకే తుల్యభారము యోగికము కలవే అగును. అందుచే ఈ ద్రావణముల విద్యుద్వాహకతలు అన్నియు తుల్యభార విద్యుద్వాహకతలే అని చెప్పవలెను. విద్యు

చరమద్రావణములో యోగికపుతుల్యభారమంతయు విచ్ఛిన్నావస్థలో ఉండుటచేత దీని అయన్ విచ్ఛేదనాంశ = 1 అగును. మధ్యమద్రావణ అయన్ విచ్ఛేదనాంశము  $\alpha$  అనుకొనినచో పై సమీకరణము క్రింది రూపమును చెందును:

$$\alpha = \frac{\text{మధ్యమద్రావణ తుల్యభార విద్యుద్వాహకత}}{\text{చరమద్రావణతుల్యభార విద్యుద్వాహకత}}$$

ఈ సమీకరణములో కుడివైపునఉన్న నిష్పత్తియొక్క పదములలో రెండింటిని ప్రయోగవిధానమున లెక్కించ



## విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - II

వచ్చును. ఎడమవైపున ఉన్నది 'a' అనగా మధ్యమ ద్రావణాంశిక అయన్ విచ్ఛేదనము. పై నిష్పత్తిలో రెండు పదముల గురుతులు క్రమముగా  $\Lambda_v, \Lambda_\infty$  అయినచో క్లుప్తముగా పై సమీకరణము  $\alpha = \frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}$  అని వ్రాయ వచ్చును. ఏదేని నియతసాంద్రతగల ద్రావణముయొక్క ఆంశిక అయన్ విచ్ఛేదనమును లెక్కించుటకు ఈ సమీకరణము మిక్కిలి ఉపకరించును.

ఆక్సిజన్ హైడ్రోజన్ అయన్ యోగికములగుటచే అవి కూడ కొంతవరకు ద్రావణములో అయన్ విచ్ఛేదనమును పొందియే ఉండును. పై సమీకరణము నుండి ఆంశిక అయన్ విచ్ఛేదనము లెక్కించి దీనిని తుల్యభారములలో గణించి ఆప్లు సాంద్రతతో గుణించిన ఆప్లుద్రావణములో ఉన్న హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రత లభించును.  $[H^+]$  హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రత  $= \alpha \times$  ఆప్లుసాంద్రత  $= \alpha \times C$  అగును.

మూడవదియగు విద్యుచ్ఛాలకబలవిధానము సాంద్రతా

ఘటముయొక్క వాడుకపై ఆధారపడి ఉన్నది.

ఈ విధాన మందు వాడుక చేయవలసిన సాంద్రతా పేటికకు 'హైడ్రోజన్ సాంద్రతా పేటిక' అని పేరు. భిన్న హైడ్రోజన్ సాంద్రతలుగల

ద్రావణములలో - సూక్ష్మవిభక్తస్లాటినమ్ బ్లాక్ (నల్లని) ధాతువుచే దళసరిగా పూయబడిన రెండు స్లాటినమ్ రేకులు - వేరువేరుగా మునిగి ఉండును. పటములో చూపినట్లు ఆ రెండు స్లాటినమ్ విద్యుదగ్రములును రెండు అర్ధఘటములలో అమర్చబడియుండును. ఈ రెండు అర్ధఘటములును ఒక సామాన్య విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము ద్వారా విద్యుతముగా కలుపబడి యుండును.

ఈ రెండు అర్ధఘటముల ద్రావణములద్వారా ఒక వాతావరణ ప్రేషములోనున్న శుద్ధ హైడ్రోజన్ వాయువును పంపించినచో స్లాటినమ్ రేకులపైనున్న సూక్ష్మ

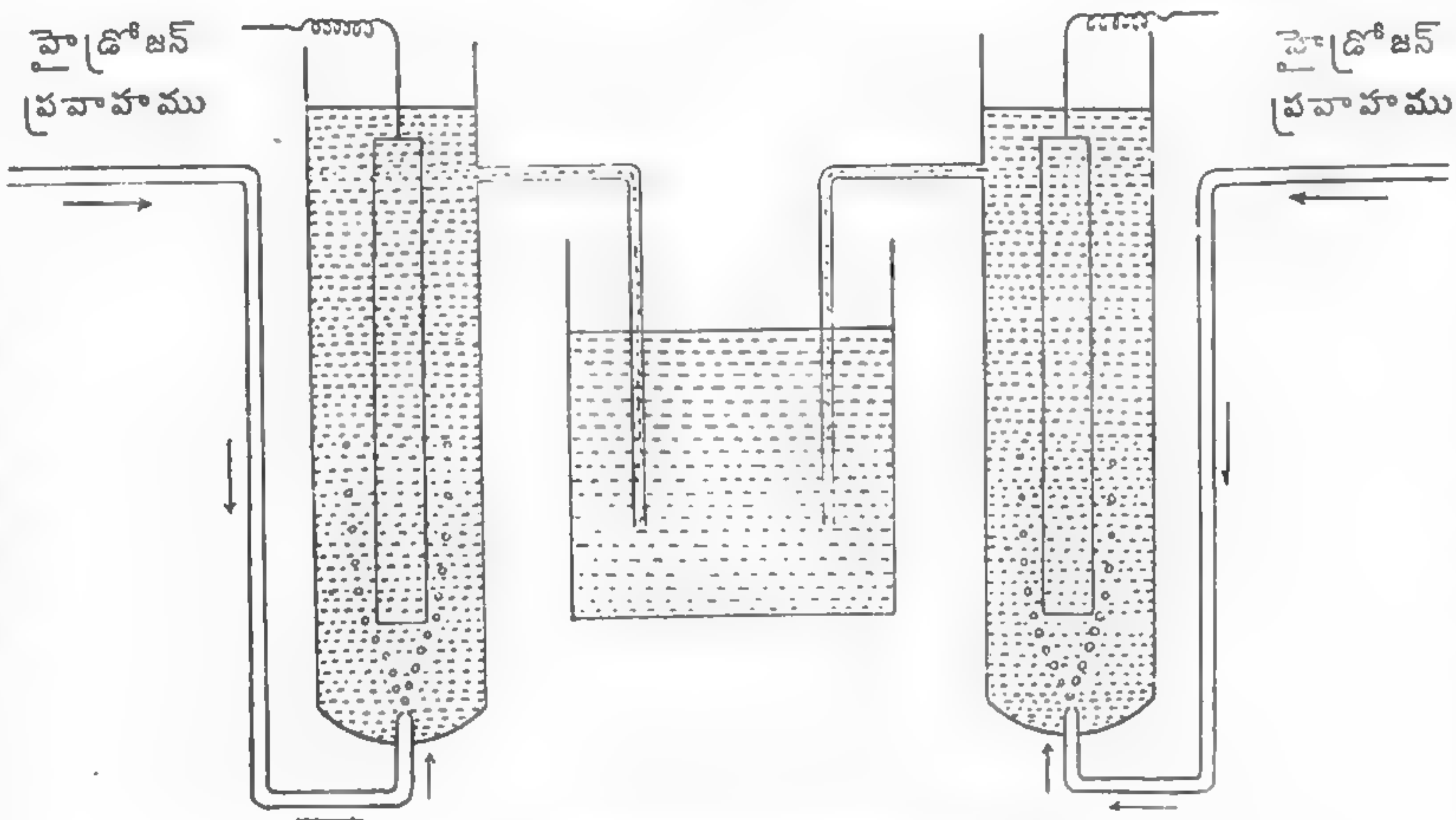
విభక్త స్లాటినమ్ ధాతుకణములచే హైడ్రోజన్ అణువులు విచూషితమై హైడ్రోజన్ అణువు విద్యుదగ్రముతో సంపర్కములోనున్న హైడ్రోజన్ అయన్ తో రాసాయనికముగా సమతులితస్థితిలో ఉండును. అనగా హైడ్రోజన్ వాయువు స్లాటినిత (స్లాటి నైజ్డ్) ఫలకము ప్రాపున తన అయన్ రూపముతో వినిమయసమతాస్థితిలోనికి వచ్చును.

ఇట్టి స్థితిలో మామూలు పద్ధతి ప్రకారము ఈ రెండు అర్ధఘటముల కూడిక యొక్క విద్యుచ్ఛాలక బలము (ఇ. ఎమ్. ఎఫ్.) ను ప్రయోగముచే నిర్ణయించ వచ్చును. విద్యుచ్ఛాలక బలప్రమాణము (చూ. పు. 632) నెర్నెస్ట్ సమీకరణ ప్రకారము విద్యుత్ ఘటములోనున్న భిన్న హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతల నిష్పత్తినిబట్టి ఉండును.

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_1}{C_2} \text{ (నెర్నెస్ట్ సమీకరణము)}$$

ఇక్కడ  $E$  = ప్రయోగములచే లభ్యమగు విద్యుచ్ఛాలక బలము;  $R$  = వాయు స్థిరాంకము;  $T$  = తాపోగ్రత;  $\ln$  = ప్రాకృతఘాతాంక గణనమునకు గురుతు.  $C_1, C_2$  = భిన్న హైడ్రోజన్ సాంద్రతలు.

$n$  అనగా అయన్ యొక్క యోజనీయత (వేలెన్సీ).  $F$  ఒక ఫారడే (96,454 కూలామ్ లు) విద్యుత్ రాశి. హైడ్రోజన్ సాంద్రతా ఘటములకు ఈ సమీకరణమును ఉపయోగించినపుడు (హైడ్రోజన్ అయన్ యోజ



హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతాపేటిక

నీయత  $n=1$  కనుక) సమీకరణము

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2} \text{ అగును.}$$

$R$  మూల్యము 8.314 జౌల్లు;  $F$  మూల్యము 96,454 కూలామ్ లు;  $T$  తాపక్రమము  $25^\circ \text{C}$ . లేదా  $273 + 25 = 298^\circ \text{A}$ . వరమతాపక్రమము కనుక:

$$\frac{RT}{F} = \frac{8.314 \times 298}{96,454} \times 2.303 = 0.059$$

$E = 0.059 \log \frac{C_1}{C_2}$  [ఇచ్చట 2.303 అను అంకె ప్రాకృత ఘాతాంకమును దాశమికఘాతాంకములోనికి మార్పుటకు ఆవశ్యకమగు గుణకము].



ఈ చివరలభ్యమైన సమీకరణములలో E అనునది ప్రయోగము వలన తెలిసినది.  $C_1$ ,  $C_2$ లలో ఏది తెలిసినను రెండవ దానిని సులభముగా తెక్కించవచ్చును.

**pH మూల్యము:** ఆసిడ్ ద్రావణముల హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతకు pH మూల్యము కొలబద్ద. ఇచ్చట 'H' అనగా హైడ్రోజన్ కి గురుతు. 'p' అనునది జర్మను భాషలో 'పొచెన్' (పొచెన్ = పవర్ = ఘాతము) అను మాటలో ప్రథమాక్షరము, దీనిని మన భాషలోనికి హైడ్రోజన్ ఘాతము అని అనువ దించవచ్చును. ఈ ఘాతప్రసక్తి ఏలవచ్చినదనిన, హైడ్రోజన్ సాంద్రతను, దాని హెచ్చుతగ్గులపట్టి  $10^{-2}$ ,  $10^{-1}$ ,  $10^0$ ,  $10^1$ ,  $10^2$  అని దశమాంక ఘాతములలో తెలియ చేయుట సంప్రదాయమై ఉన్నది. ఉదాహరణమునకు, ఒక ఆమ్లములో 0.00342 గ్రాము హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రత ఉన్నదనుకొందము. దశాంశ భిన్నమగు 0.00342 అను సంఖ్యను, దశమాంక ఘాతములో  $10^{-3.458}$  గా తెలియపరచవచ్చును. అనగా ఆమ్లమందు హైడ్రోజన్ సాంద్రత  $10^{-3.458}$  గ్రాము అయన్లు. ' - 2.458' అను ఋణచిహ్నిత ఘాతాంకమును తీసికొని, దాని ఋణచిహ్నమును ధనచిహ్నముగా స్వచ్ఛందముగా మార్చి జరస్టన్ అను డచ్ జీవశాస్త్రజ్ఞుడు, అట్లు ఉత్పన్నమగు సంఖ్యకు 'pH మూల్యము' అని పేరిడెను. అనగా, ఆమ్లమందున్న హైడ్రోజన్ సాంద్రత  $10^{-3.458}$  గ్రాము అయన్లు ఉన్నదనుటకు మారుగా దాని pH మూల్యము 2.458 అని తెలియ పరచెను. వచనలాఘవముకారణముగా ఈ సంకేతము సర్వేసర్వత్ర శాస్త్రవీధులను ఆమోద మొందినది. జరస్టన్ సంకేత ప్రకారము 'pH మూల్యము' హైడ్రోజన్ సాంద్రతను తెలియపరచుసంఖ్య యొక్క ఋణచిహ్నిత లఘు గుణకము (లాగరిదమ్).

**జలవిశ్లేషణము:** సోడియమ్ క్లోరైడ్ (సాదాఉప్పు) వంటి లవణములు జలములో విలీనములైనపుడు ప్రాప్తమైన ద్రావణము లిట్మస్ ద్రావణముతో పరీక్షించినపుడు ఆమ్లగుణమునుగాని, ఊరగుణమునుకాని కనుపరచక తటస్థముగా ఉండును. లవణమునకు నిర్మాణాంశములగు వస్తువులు ఆమ్లము, లవణాధారము. వీటిలో ఏ ఒక్కటి యైనను, లేదా రెండును దుర్బలములైనపుడు అట్టి లవణ ద్రావణము లిట్మస్ ద్రావణముతో ఊరలక్షణమునుగాని, ఆమ్లలక్షణమునుగాని తప్పక చూపును. ఉదా: పొటాసియమ్ నైట్రేట్ ద్రావణము విస్ఫోటమగు ఊరగుణమును చూపును. అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము విశదమగు ఆమ్లలక్షణమును కనపరచును. లవణము యొక్క రెండు అంగములను సమానదౌర్బల్యము కలవైనపుడు లిట్మస్

ద్రావణము లవణద్రావణములో కలిగిన మార్పును చూపదు. కాని మరికొన్ని పరిశోధనలచే అట్టి లవణము (ఉదా: అమోనియమ్ ఆసిటేట్ లవణము) జలవిశ్లేషణమును చెందినట్లు రుజువుచేయవచ్చును. ఈ జలవిశ్లేషణసంఘటనలను ఇటీవల అయన్ విశ్లేషణసిద్ధాంతము సహేతుకముగ వివరించకలిగినది.

**జలవిశ్లేషణము - సిద్ధాంత వివరణము:** జలమునకు విద్యుత్ వాహకగుణము అంతగా లేదు; అది చాల స్వల్పము. దాని విశిష్ట విద్యుత్ వాహకత  $10^{-8}$  వ్యుత్క్రమ ఓమ్లు. ఈ కొంచెమైనను అందుండు స్వతంత్ర హైడ్రాక్సిల్ అయన్లనుండి వచ్చినదే. ఈ అయన్లు జలాణువులయన్ విభాగమువలన లభ్యమైనవి. నూరులక్షల అణువులకు ఒక అణువుచొప్పున జలము అయన్ విభక్తిస్థితిలో ఉండును. దీనినిబట్టి నీటియొక్క అతిస్వల్పవిద్యుద్వాహకతను బోధపరచుకొనవచ్చును. అతి స్వల్పమైన అయన్ విశ్లేషణము కారణముగా జలముతనయందు విలీనమైన లవణములవిషయమై తటస్థముగా ఉండక, లవణపు అయన్లతో తన అయన్లను మార్చుకొను వ్యాపారమునకు దిగును. ఒక ఉదాహరణము దీనిని సులభముగా బోధపర్చగలదు. ఏదేని లవణము జలములో విలీనమైనపుడు క్రింది విధమున అది అయన్లలోనికి విశ్లేషితమగును.  $BA \rightleftharpoons B^+ + A^-$  అయన్ విశ్లేషణముకూడ ఒక రాసాయనిక కార్యమగుటచే అది ఒకసమతోలనస్థితికి వచ్చుట సహజము. కాని లవణములవిషయమై ఈసమతోలనస్థితి మూడువంతుల ముప్పాతిక సంపూర్ణ విశ్లేషణము వైపు ఒరిగి ఉండును. అందుచేత లవణములు పూర్ణముగా అయనీకృతములగును అని చెప్పినను దోషములేదు.

ఇది అటుండ లవణ అయన్ల సంపర్కములోనున్న జలముకూడ క్రిందిప్రక్రియప్రకారము అయన్ విశ్లేషణము నొందును.

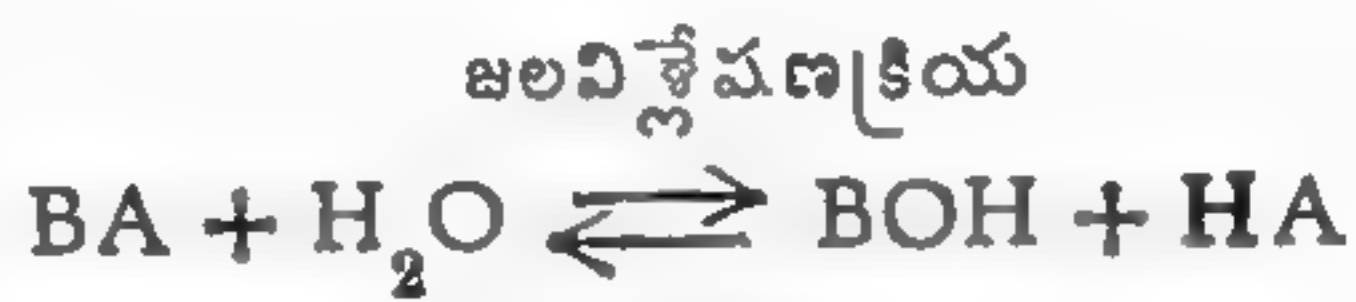


ఇచ్చటకూడ సమతోలనస్థితి అనివార్యము. అనగా లవణద్రావణములలో రెండు భిన్నములగు రాసాయనిక కార్యములు సమతోలనస్థితిలో స్థాపితమైయున్నవి. ఈ సందర్భములో లవణాంగమగు ఆమ్లముకాని, లవణాధారముకాని దుర్బలమైనదగుచో-అనగా అతిస్వల్పముగా అయన్ విశ్లేషణముచెందు స్వభావము కలదియగుచో జలాంగమగు హైడ్రోజన్ అయన్ దుర్బల ఆమ్లాంగమును, జలముయొక్క హైడ్రాక్సిల్ అయన్ దుర్బల లవణాధారాంగమును స్వీకరించి అవిశ్లేషితఆమ్లముకాని, లవణాధారముగాని ఏర్పడును. అది కారణముగా ద్రావణములో



## విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - II

జంటవిడిపోయిన హైడ్రాక్సిల్ అయన్లుగాని, హైడ్రోజన్ అయన్లుగాని విడిగా ఉండవచ్చును. అందుచేత మొదటి పక్షమున లవణద్రావణము ఊరద్రావణమువలెను, రెండవ పక్షమున ఆమ్లద్రావణమువలెను ఆచరించును. ఈదృష్టిలో జలవిశ్లేషణప్రక్రియ అనగా లవణమునుండి తిరిగి, జల సమక్షమున లవణాధారముగాని ఆమ్లముగాని ఏర్పడుటయే. ఇదివరకే ఆమ్లములయొక్కయు, లవణాధారములయొక్కయు రాసాయనిక సమ్మేళనమువలన లవణములు ఏర్పడుననియు, ఈ రాసాయనికసంయోగ కార్యమును తటస్థీకరణమందురనియు తెలిసికొంటిమి. అందుచే జలవిశ్లేషణప్రక్రియ తటస్థీకరణప్రక్రియకు ప్రతికూలమని చెప్పవచ్చును. ఈవిషయమును క్రింది సంకేతముచే విశదపరచవచ్చును.



జలవిశ్లేషణప్రక్రియ

ఉదా: పొటాసియమ్ సైనైడ్ అను లవణము జలద్రావణములో విస్ఫష్టజ్వరలక్షణములను కనపరచును. ఎర్రలిట్మస్ ద్రావణము దీనిసంపర్కమున త్రుటిలో నీలిరంగు ఇచ్చును.

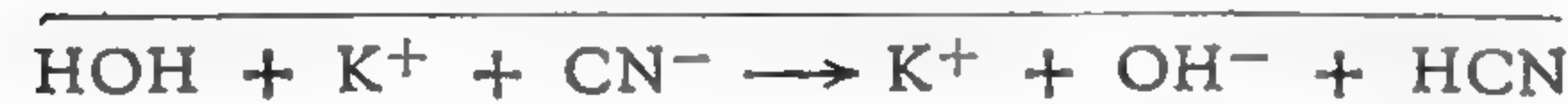
ఈ సంఘటనవివరణము: పొటాసియమ్ సైనైడ్ లవణము సంపూర్ణప్రాయమైన అయన్ విశ్లేషణమునుచెందును.



ఇచ్చట 'CN<sup>-</sup>' అను అంగము అతిదుర్బలమగు హైడ్రో సైనిక్ ఆసిడ్ భాగము. అందుచే ఏవిధముననైన ఈ అంగమునకు హైడ్రోజన్ అయన్లు లభ్యమైనచో అవిశ్లేషిత ఆమ్లముగా మారుటకు ప్రయత్నించును:



జలమునందు విడిహైడ్రోజన్ అయన్లు ఉన్నవి. వీటిని 'CN<sup>-</sup>' అంగము స్వీకరించి అవిశ్లేషితామ్లము 'HCN' గా మారుటచే, ఇదివరకు హైడ్రోజన్ అయన్లతో జలమునందు జంటగా వ్యవహరించుచున్న హైడ్రాక్సిల్ అయన్లు జంటవిడిపోయి స్వతంత్రములై వాటిజ్వరలక్షణమును ద్రావణమునకు సంక్రమింపజేయుస్థితిలోనికి వచ్చినవి:



అవిశ్లేషితామ్లము

ఇటులనే అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణపు ఆమ్లలక్షణములను వివరించవచ్చును. అమోనియమ్ క్లోరైడ్ లవణములోనున్న లవణాధారాంగము (అమోనియమ్) దుర్బలమైనది. అందుచే దానికి హైడ్రాక్సిల్ ప్రాప్తమైనచో అమోనియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ అను దుర్బలజ్వరము అనగా అవిశ్లేషితజ్వరము సహజముగ ఏర్పడును. అందువలన జలవిశ్లేషణమువలన లభించిన హైడ్రోజన్ అయన్లు శేషించును. ఈకారణమున అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము ఆమ్లలక్షణముల ప్రదర్శించును.

జలవిశ్లేషణప్రక్రియ పరివర్తనీయప్రక్రియ అగుటచే, దానికి అణుసాంద్రతానియమము అన్వయించును:



పరివర్తనీయప్రక్రియలో పాల్గొను ద్రవ్యములసాంద్రతలను ఉపయోగించి సమతాస్థితి సమీకరణమును క్రిందివిధమున సాధించవచ్చును:

$$\frac{[\text{BOH}] \times [\text{HA}]}{[\text{BA}] \times [\text{H}_2\text{O}]} = K$$

జలద్రావణములలో ద్రావ్యసాంద్రతతో పోల్చిచూచిన జలసాంద్రత, అత్యధికముగా ఉండును కాబట్టి [H<sub>2</sub>O] అను జలసాంద్రతను సూచించు పదమును స్థిరమూల్యము కలదానిగా తీసికొనవచ్చును. అట్లగుటచే పై సమీకరణము:

$$\frac{[\text{BOH}] \times [\text{HA}]}{[\text{BA}]} = K \times K^1 \text{ అగును.}$$

ఇచ్చట K<sup>1</sup> నీటియొక్కస్థిరసాంద్రత. K × K<sup>1</sup> = K<sub>h</sub> అని గుర్తించి, ఆ సమీకరణమును క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును:

$$\frac{[\text{BOH}] \times [\text{HA}]}{[\text{BA}]} = K_h \text{ (జలవిశ్లేషణస్థిరాంకము)....(1)}$$

కుండలీకరణములందున్న అణుసాంద్రతలకు వాస్తవిక మూల్యములను (ఆమ్లసాంద్రత =  $\frac{x}{v}$  = ఊరసాంద్రత;  $\frac{1-x}{v}$  = అవిశ్లేషితలవణసాంద్రత; ఇచ్చట x అనగా విశ్లేషితాంశము; v అనగా ద్రావణముయొక్క ఆయతనము) ఇచ్చినచో క్రింది సమీకరణము సిద్ధించును.

$$\frac{\left(\frac{x}{v}\right) \times \left(\frac{x}{v}\right)}{\left(\frac{1-x}{v}\right)} = K_h \text{.....(2)}$$

$$\frac{x^2}{(1-x)v} = K_h \text{.....(3)}$$



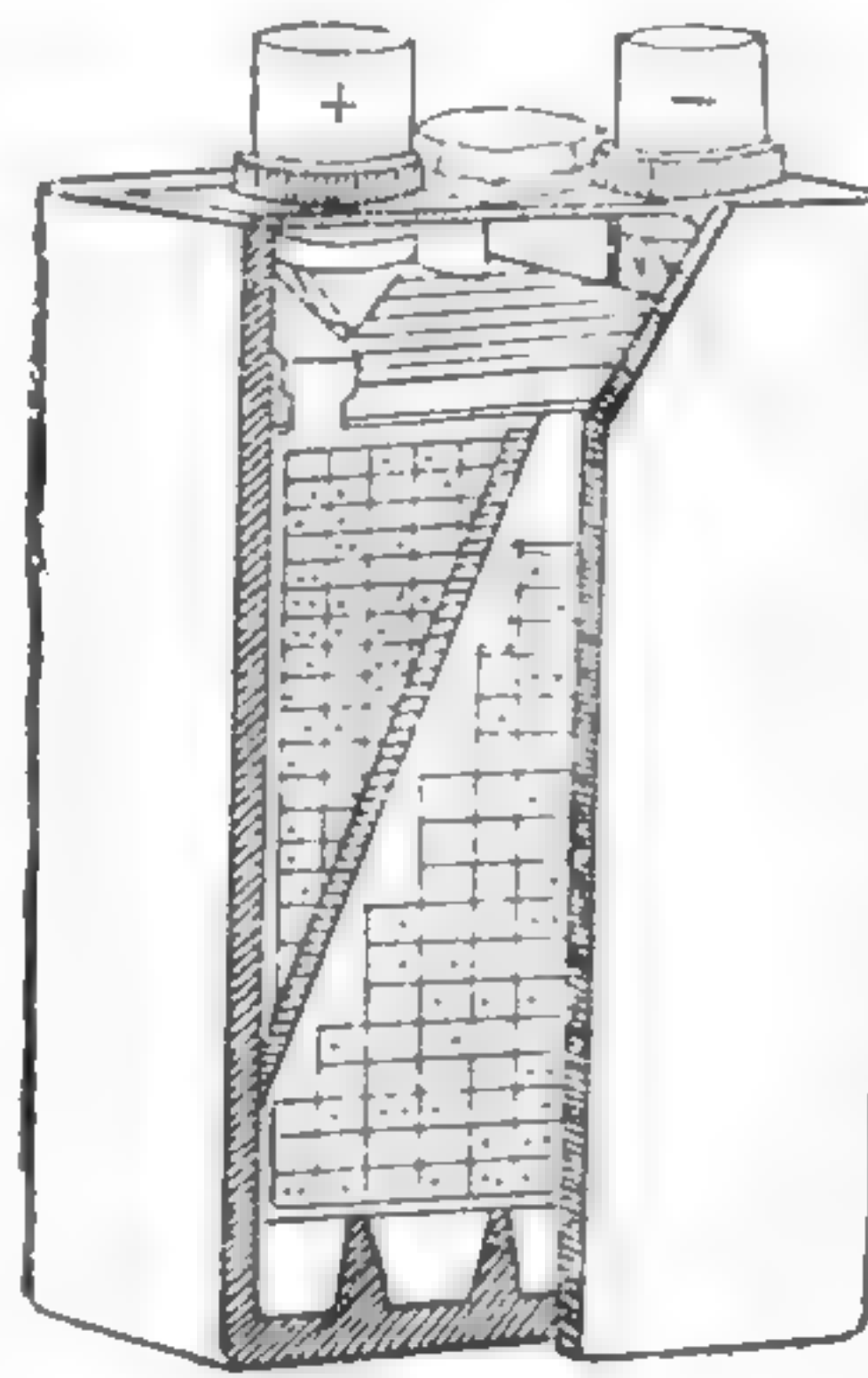
ఈమూడవ సమీకరణమును పరిశీలించినచో  $v$  హెచ్చైన కొలది,  $x$  యొక్క విలువ హెచ్చగుచుండవలయునని తెలియును. అందువలన ద్రావణము విలీనమగుకొద్ది జల విశ్లేషణము విస్తరించుచుండును.

తాపక్రమము పెరిగినపుడు కూడ జలవిశ్లేషణాంశ పెరుగునని ప్రయోగమువలన తెలిసినది. మే. వ. న.

**విద్యుత్ సంచాయక ఘటము :** దీనిని అక్వాము లేటర్ లేదా సెకండరీ సెల్ అందురు. వోల్టాఘటమువంటి ఘటములలోనున్న రాసాయనిక ద్రవ్యములు రాసాయనిక ప్రక్రియను జనింపజేయనంత కాలము మనకు విద్యుత్ ప్రవాహము ఘటమునుండి లభ్యమగును. ఏవిధము చేతనైన ఈ రాసాయనిక కార్యము వెనుకకు జరుగునట్లు చేసిన ఘటమునందలి ప్రస్థానద్రవ్యములు మరల ఉద్భవించి విద్యుత్ ప్రవాహమును పుట్టించుటకు సిద్ధముగా ఉండును. ఈభావమును విశదీకరించుటకు మనము డేనియల్ ఘటమును ఉదాహరణముగా తీసికొందము. ఈ ఘటమునందు జింకు సల్ఫేట్ ద్రావణములో జింకు ఫలకము, కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములో రాగి ఫలకము ద్రావణ సంపర్కములో ఉంచిన ఆ రెండు ధాతుఫలకములనుండి విద్యుచ్ఛక్తి లభించును. (చూ. విద్యుత్ ఘటములు - పు. 634). విద్యుత్ చక్తి ఉద్భవించుచున్న సమయములో జింకు ఫలకము జింకు సల్ఫేట్ ద్రావణములో లీనమగుటయు, రాగి ఫలకముపై రాగి ధాతువు అవక్షిప్తమగుటయు సంభవించును. ఏ విధానముచేసిన తామ్ర ఫలకము నుండి రాగి ధాతువును కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములో మరల కరగునట్లును, జింకు ఫలకముపై జింకు ధాతువు అవక్షిప్తమగునట్లును చేయగలిగితమేని డేనియల్ ఘటము తిరిగి విద్యుత్ ఉత్పాదనకు సిద్ధముగా నగును. వయస్సు చెల్లిన డేనియల్ ఘటముద్వారా రాగి ఫలకమును ధనద్రువముగాను, జింకు ఫలకమును ఋణద్రువముగాను ఒనర్చి పైచోటునుండి విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపించిన, రాగి ఫలకము ద్రావణములో కరగుటయు, జింకు ఫలకముపై జింకు ధాతువు అవక్షిప్తమగుటయు సంభవించును. అనగా డేనియల్ ఘటము మరొకసారి విద్యుత్ కార్యమును చేయుటకు సిద్ధమయినది. విద్యుత్ ప్రవాహమును వాడుకచేసి ఘటమునందలి రాసాయనిక కార్యమును వెనుకకు నడిపించి ఘటమును మరల కార్యోత్పాదకముగా చేయుట, అనగా ఘటమునందు విద్యుత్ రాశిని మన ఇచ్చవచ్చినప్పుడు వాడుకొనుటకు ప్రోగుచేసియుంటిమి అన్నమాట. ఇట్టి ప్రోగుపడిన విద్యుత్తు కలిసిన ఘటములకు సంచాయక ఘటములని పేరు. దృష్టాంతసౌలభ్యముకొరకు

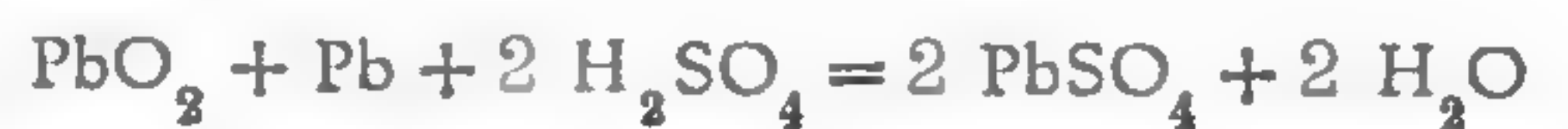
డేనియల్ ఘటమును మనమెత్తుకొనినను వ్యావహారికముగా విద్యుత్ ప్రవాహ ఉత్పాదనకు సంచాయక ఘటముగా డేనియల్ ఘటము సంతృప్తికరము కాదు. ఈ పనికి సీసపు సంచాయక ఘటము ఆడిసన్ లేదా నైఫ్ సంచాయక ఘటములు అత్యంతోపయుక్తములు అయినవి.

**సీస సంచాయక ఘటము :** దీనిని 1860 లో స్థాపించిన ఆయన వ్యవహారమునకు పనికివచ్చునట్లు నిర్మించినాడు. అటుతరువాత దీనిలో అనేక మార్పులు వచ్చినవి. దీనిలో లెడ్ పెరాక్సైడ్ తో పూరించిన రంధ్రములుగల



సీస సంచాయక ఘటము

సీసపు ఫలకము ఒకటి ధనద్రువముగాను, దూదివంటి సీసపు ధాతువుతో నిండిన రంధ్రయుత సీసఫలకము ఋణద్రువముగాను పనిచేయును. ఈ ఘటములో నియతసాంద్రత గల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను విద్యుత్ విశ్లేష్యముగా వాడుదురు. ఘటమునుండి మనకు విద్యుత్ ప్రవాహము లభించు సందర్భములో ధనద్రువముపైనున్న లెడ్ పెరాక్సైడ్ ద్రవ్యము లెడ్ మోనాక్సైడ్ గా మారి దగ్గరనున్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో రాసాయనిక సంయోగమునుచెంది లెడ్ సల్ఫేట్ గా మారును. ఈ ప్రక్రియాకాలమందే ఋణద్రువముపైనున్న సీసపు ధాతువు మోనాక్సైడ్ గా మారి దగ్గరనున్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో రాసాయనిక సంయోగమునుచెంది లెడ్ సల్ఫేట్ అగును. పైవివరణమునుపట్టి ఘటము విద్యుత్ ప్రవాహోత్పాదన కాలమందు క్రింది సమీకరణ ప్రకారము రాసాయనికపు మార్పునకు లోనగును :

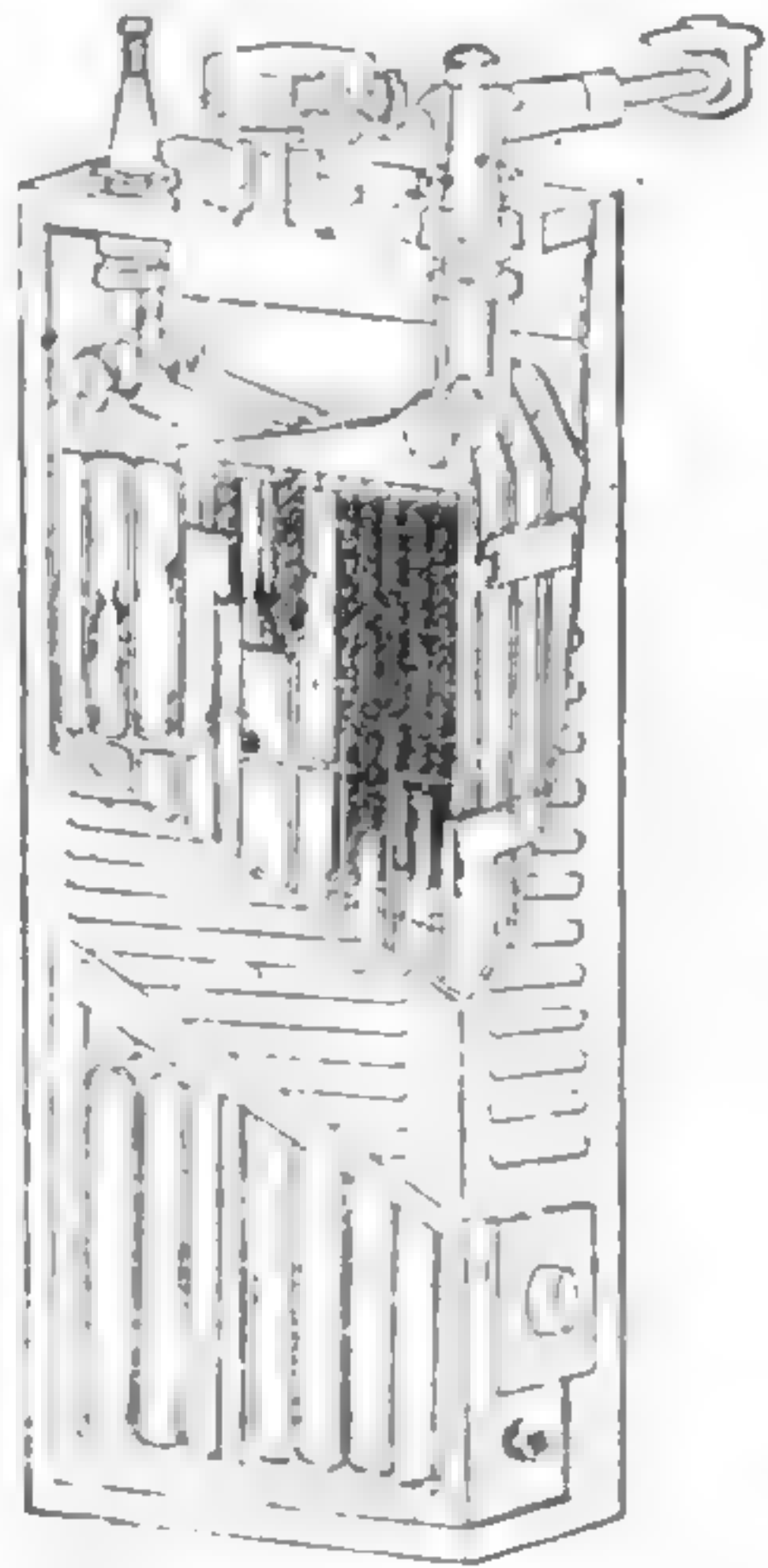


ఘటము విద్యుత్తును విడుదలచేయుకొలది అగ్రఫలకముల రంధ్రములలో లెడ్ సల్ఫేట్ రాశి ఎక్కువ అగుచుండును. తిరిగి ఘటమును విద్యుదావేశ పూరితముగా చేయవలెననిన, మరియొక ప్రభవస్థానమునుండి దీనిలోనికి విద్యుత్తును పంపవలెను. ఈ ప్రక్రియలో పెరాక్సైడ్ దట్టించిన విద్యుదగ్రము ధనాగ్రముగాను, తక్కిన విద్యుదగ్రము ఋణాగ్రముగాను ఆచరించును. ధనాగ్రమువద్ద అవక్షిప్తమయిన సల్ఫేట్ తిరిగి పెరాక్సైడ్ క్రింద ఆక్సికరించబడును. ఆకాలములోనే రెండవ అగ్రమువద్ద నున్న సల్ఫేట్ సీస ధాతువుగా ఆక్సిహరించబడును.



## విద్యుదయస్కాంతత్వము

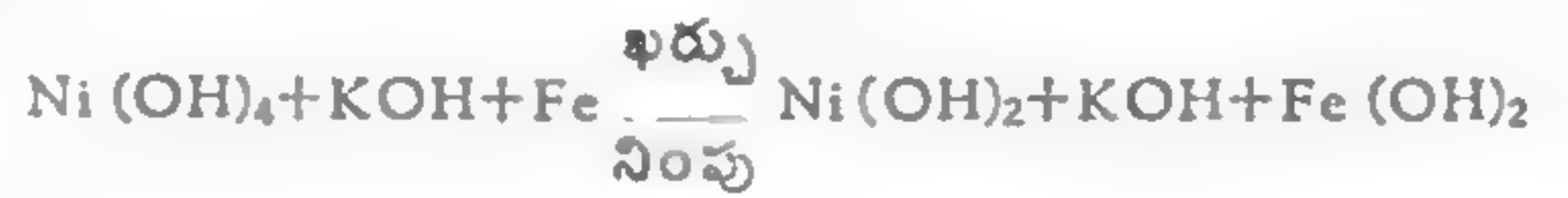
తిరిగి ఘటమును విద్యుత్తుతో నింపుటకు వలయు విద్యుత్ ప్రవాహము అమితముగా ఉండకూడదు. ఈనింపు పని విద్యుదగ్రములపై ప్రొజ్టోజన్ ఆక్సిజన్ బుడగలు ధారాళముగా వచ్చువరకు జరుగవచ్చును. బాగుగనింప బడిన సీస సంచాయకము రెండువోల్టుల విద్యుత్ ప్రేషమును కలిగియుండును. నింపుప్రక్రియలో సంచాయక మందున్న సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సాంద్రీకృతమగును. ఏమన 'లెడ్ సల్ఫేట్' ఒక వైపు లెడ్ పెరాక్సైడ్ గాను, రెండవ వైపు లెడ్ ధాతువుగాను మారునపుడు అందున్న సల్ఫేట్ గణము సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గా విడివడును. ఘటము విద్యుత్ ప్రభవస్థానముగా పనిచేయునపుడు సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లెడ్ సల్ఫేట్ రూపమున బద్ధమగుటచే ఆప్లుము యొక్క సాంద్రత తగ్గును. ఈవిషయములుపై రాసాయనిక సమీకరణమును పరిక్షించిన మనకు తెల్లమగును. విద్యుత్తుతో నింపినపుడు సంచాయకమందలి సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ విశిష్టగురుత్వము 1.30, వట్టిపోయినపుడు 1.15 ఉండును. ఈరెండు అవస్థలలో సంచాయకపు విద్యుత్ ప్రేషములు 2.3, 1.8 క్రమముగా ఉండును. 1.8 వోల్టుల కన్న దిగువ ప్రేషమునకు ఘటమును పనిచేయించిన విద్యుదగ్రఫలకముల సల్ఫేట్ తో ఉక్కిరిబిక్కిరియై చెడి పోవును. సీసపు సంచాయకపు సాధారణకార్యసామర్థ్యత 75% సంచాయక ఘటముల ఖరీదు వాటి విద్యుద్ధారణతను బట్టిఉండును. 80 అంపియర్ గంటల విద్యుద్ధారణగల సంచాయకము 10 అంపియర్ ల విద్యుత్ ప్రవాహమును 8 గంటలవరకు ఈయగలదు.



నైఫ్ సంచాయకము

నైఫ్ ఘటము\* : ఇది టామస్ ఆల్వా ఆడిసన్ చే నిర్మితము. ఇందలి విద్యుత్ విశ్లేష్యము 21% కాస్టిక్ పొటాష్ కలిసిన డారద్రావణము. ఘట ధారణత హెచ్చు చేయుటకై కొద్దిగా లిథియమ్, ప్రొటాక్సైడ్ కూడ కలిసి ఉండును. ఋణవిద్యుదగ్రములు ధాతు చూర్ణముతో నింపిన రంధ్రములుగల చదునైన ధాతు

ఫలకములు; ధనవిద్యుదగ్రములు నికెల్ పెరాక్సైడ్ తో నింపిన రంధ్రములుగల స్థూపాకారపు ధాతు పాత్రలు. వీటిని నికెల్ పూతపూయబడిన ఉక్కు ఫలకముతో నిర్మితమైన పెట్టెలో ఉంచుదురు. దీని పై భాగమున లోపలి వాయువులు పోవుటకును, పైగాలి లోపల చొరకుండుటకును ఒక స్ప్రింగ్ కవాటము అమరిఉండును. సీస సంచాయకమందువలె గాక ఘటమును విద్యుత్తుతో నింపినపుడుగాని, లేదా ఘటమునుండి విద్యుత్తును ఉపయోగించినపుడుగాని ఇందలి విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణము అపరివర్తనీయమైన రాసాయనికపుమార్పులనుచెందదు. ఈవిషయము క్రింది రాసాయనిక సమీకరణము వలన తెలియనగును :



సమానధారణశక్తిగల ఈరెండింటిలో ఆడిసన్ సంచాయకము సీస సంచాయకపు బరువులో సగముబరువు ఉండును. అందుచే ఆడిసన్ పరికరము ఇటునటు తీసికొని వెళ్లుటకు చాలసులభముగా ఉండును. అదిగాక, ప్రయాణములో ఉండే తోపులాటను నైఫ్ సంచాయకము హెచ్చుగా తట్టుకోగలదు. దీని అంతరవిద్యున్నిరోధము ఎక్కువగా ఉండుటచే మోటారుకారులను నడపుటకు శక్తిజనకముగా వాడుటకు పనికిరావు. అందుచే అవి ముఖ్యముగా ఎలక్ట్రిక్ ట్రక్కులను, బ్యాటరీవీధికారుల నడపుటకు ఉపయోగపడును.

త. న. న. మూ.

విద్యుదయస్కాంతత్వము : చూ. అయస్కాంతము - పు. 150

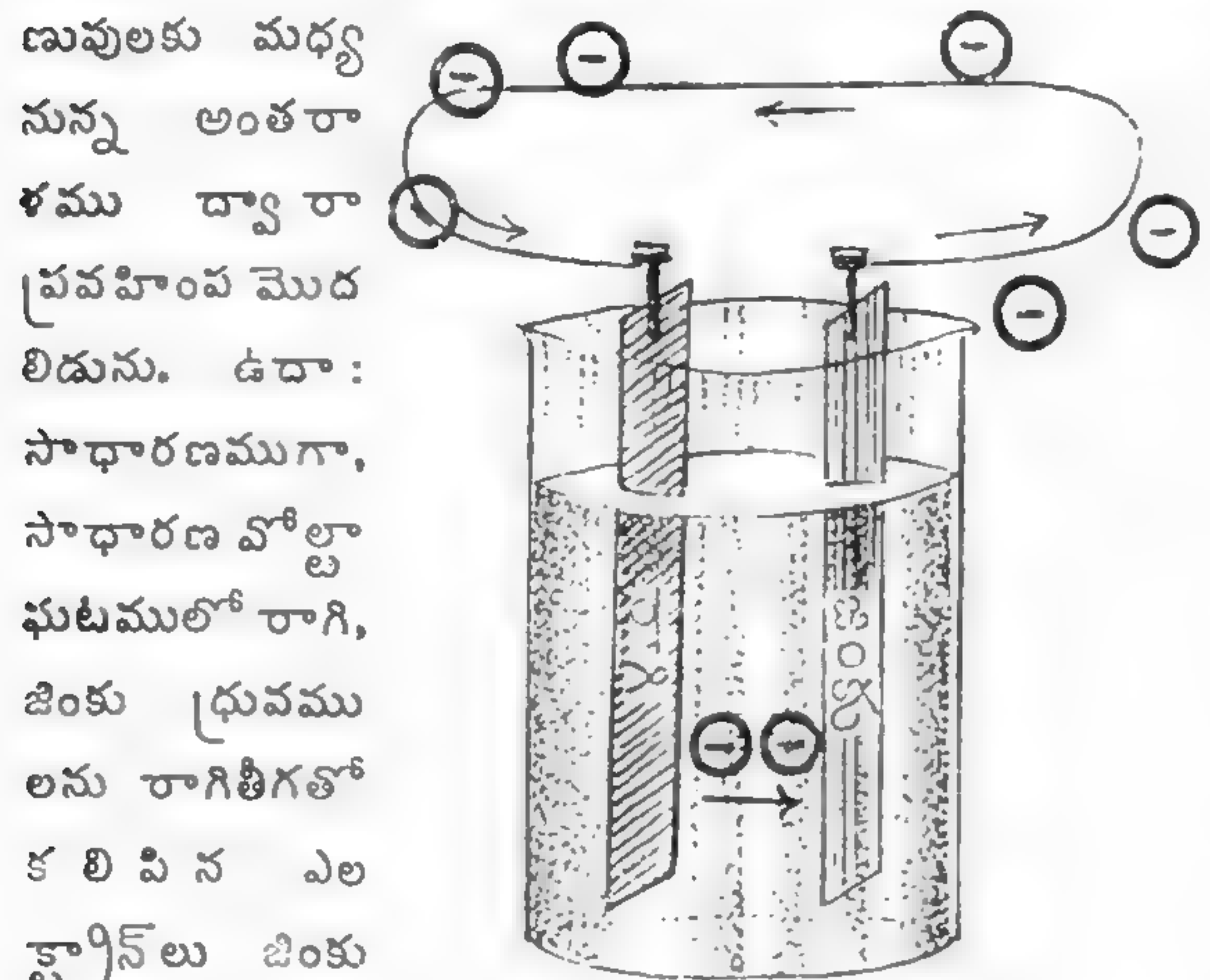
విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము : విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమును గూర్చి తెలిసికొనుటకుముందు విద్యుదయస్కాంతధర్మము - వీటి సారాంశములను కొన్నింటిని తెలిసికొనుట అవసరము.

ఒక ధాతుతంత్రియందు విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు కంటికి అగపడుమార్పులు ఆతీగలో అంతగా కలుగక పోయినను: 1. తీగవేడెక్కుట; 2. ఆతీగప్రక్క స్వేచ్ఛగా తిరుగు చిన్న అయస్కాంతము ఉంచినచో అదిఒక ప్రత్యేక దిశవైపు తిరుగుట - ఈరెండుఫలితములు సంభవించును. అయితే విద్యుత్ ప్రవాహసారము ఏమి అనుప్రశ్నకు ఆధునికవిజ్ఞానరీత్యా సమాధానమిది: ద్రవ్యమంతయు అంతిమవిభజనలో ఎలక్ట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు, ఇతరమౌలిక కణముల (చూ. మౌలికద్రవ్య కణములు - పు. 549)తో కూడుకొని ఉన్నది. విద్యుత్ ప్రవాహమునకు తావిచ్చు ధాతువులలోను, సులభముగా తావీయని అధాతువులలోను ఉన్న ఎలక్ట్రాన్లలో ఒక ప్రత్యేకనిర్మాణవిభేదము ఉన్నది.

\* ఇది నికెల్. ఇనుము ధాతువులచే నిర్మితమయినది గనుక నికెల్ కు చిహ్నమగు Ni అను అక్షరములను, ఇనుముకు చిహ్నమగు Fe అను అక్షరములను కలిపి దీనికి 'నైఫ్' (Nife) అనిపేరు వచ్చినది.



ధాతువులన్నిటిలో ఈ ఎలక్ట్రాన్లు వాటి పరమాణు కేంద్రకములకు వదులువదులుగా తగిలియుండును. పై చెప్పబడిన ధాతువులందరి ఎలక్ట్రాన్లను స్వేచ్ఛాకణము లందురు. విద్యుత్వాహకములకును, విద్యుదవాహకము లకును గల భేదము మొదటివాటియందు ఈ స్వేచ్ఛా కణములు ఉండుట, రెండవ వాటియందు అవి లేక పోవుటయే. కనుక విద్యుత్వాహకమగు ధాతుతంతువును ఏ విధముగనైన విద్యుత్ ప్రేషమునకు గురిచేసిన ఈ స్వేచ్ఛాకణములు ఆతీగలోని పరమాణువులకు, పరమాణువులకు మధ్య నున్న అంతరాళము ద్వారా ప్రవహింప మొదలిడును. ఉదా :



1 వ పటము :

బ్యాటరీలో విద్యుత్ప్రవాహదిశ

రాగి ధ్రువమునుచేరును. 1వ పటములో చూపబడిన ఈ ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహమే విద్యుత్ ప్రవాహము. సంప్రదాయ (కన్వెన్షన్) ప్రవాహము ఈ ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమునకు ఎదురుగా ఉండును. పై విషయములు మున్ముందు ఉపయోగ పడును.

అయస్కాంతక్షేత్రము (మాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్) : సాధారణ అయస్కాంతము ప్రక్క ఒక చిన్న ఇనుము, లేదా ఉక్కు ముక్కను ఉంచిన అయస్కాంతము దానిని ఆకర్షించును. అను విషయము అందరకు తెలియును. పై ఇనుప ముక్కను దగ్గరగా చేర్చినకొలది ఈ ఆకర్షణబలము పొచ్చగుట, దూరముగ తీసికొనిపోయిన కొలది ఆకర్షణ తగ్గుటకూడ సాధారణ అనుభవమే. ఇనుపముక్కవంతు మరొక చిన్న అయస్కాంతమును (ఉదా : అయస్కాంతీక రించబడిన చిన్న సూదిని) మొదటి అయస్కాంతము వద్ద ప్రేలాడగట్టిన అది ఒక ప్రత్యేక దిశలో అమరు కొనును. వీటి మధ్యనున్న ఆకర్షణబలము\*ను గణిత

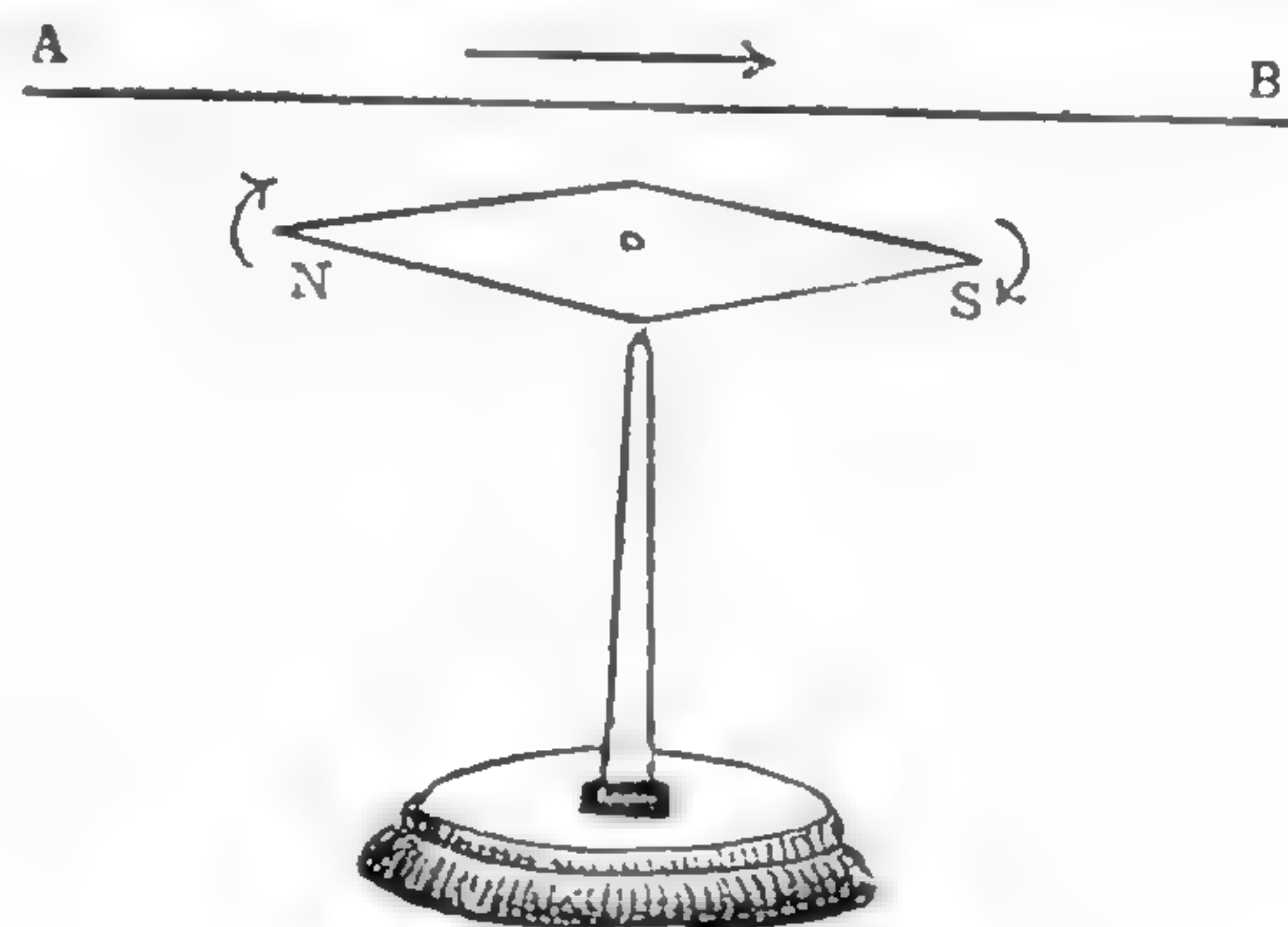
$$*F = \frac{m_1 m_2}{\mu_1 r^2} \dots \dots \dots (1)$$

సూత్రము సహాయమున సాధించవచ్చును. ఆ సూత్రముల లోని సాంకేతికములకు అర్థము :  $F$  = ఆకర్షణ బలము  $m_1$  = మొదటి అయస్కాంతపు అయస్కాంతత్వము,  $m_2$  = రెండవ అయస్కాంతపు అయస్కాంతత్వము,  $r$  = రెండు అయస్కాంతధ్రువముల మధ్యదూరము,  $\mu$  = పై అయస్కాంతములు ఉంచబడిన క్షేత్రముచే నిర్ణీతమగు విశిష్టసంఖ్య. అందుచే ప్రతి అయస్కాంతము చుట్టును దాని ఆకర్షణ బలమును నిర్ణయించు క్షేత్రము ఒకటి ఉండును. దాని ఆకర్షణబలము ఎంతవరకు ఆవరించి ఉండునో ఆ భాగమును అంతటిని అయస్కాంత క్షేత్రము అందురు. అనగా అయస్కాంతమును ఆశ్రయించి అయస్కాంతక్షేత్రము ఎప్పుడును ఉండును. (చూ. అయస్కాంతక్షేత్రము-పు. 148; అయస్కాంతము - పు. 149).

పైన ఉదహరించిన ప్రధాన విషయముల పరిచయ ముతో మనమిప్పుడు విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమును కొంత విపులముగా చర్చించవచ్చును.

ప్రధాన విద్యుదయస్కాంత ప్రయోగములు : విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమునకు ప్రధానా చార్యుడు కోపెన్ హేగన్ పట్టణ నివాసియైన అర్ స్టెడ్ (చూ. పు. 154) 1820 లో అతడు చేసిన ప్రయోగము విద్యుత్ ప్రవాహమునకును, అయస్కాంతత్వమునకును గల సన్నిహిత సంబంధమును నిరూపించినది. ఆ ప్రయోగమును క్రింది విధముగ వివరించవచ్చును. AB అను రాగితీగ గుండా విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నది అనుకుందము.

2 వ పటములో చూపినట్లు ప్రవాహము దిక్కు A నుండి B కి; NS అనునది ఒక అయస్కాంత సూచిక.



2 వ పటము : అయస్కాంతసూచి

AB లో విద్యుత్తు ప్రవహించినప్పుడు NS సుమారుగా ఉత్తరదక్షిణములుగా భూమియొక్క అయస్కాంతక్షేత్రమున నిలచును. AB ని అప్పుడు NS కు సమానాంతరముగా ఉంచి పిమ్మట అందులోనుంచి పటములో చూపిన



విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము

దిశగా ప్రవాహము ప్రవహించినప్పుడు NS తన మొదటి దిక్కు మారి ఆ మొదటి దిక్కునకు (అనగా AB కి సమానాంతరముగ), లంబముగానున్న దిక్కునకు మధ్యగా, ఎక్కడనో ఒకచోటకు తిరుగును. ఆ తిరిగేకోణము AB లో ప్రవహించుచున్న ప్రవాహపరిమితి. AB కి, NS కు మధ్యనున్న దూరము, తదితర పరిస్థితులనుబట్టి ఉండును. NS ఎటువైపు తిరుగునో పటములో చూపబడినది (చూ. 2 వ పటము). ఆ దిక్కును జ్ఞాపకము ఉంచుకొనుటకు దిగువసూత్రము పనికివచ్చును.

AB ని, NS ని చూచుచు ప్రవాహదిశ వైపునకే ఒక వ్యక్తి ఈదుచున్నట్లు భావించిన NS యొక్క ఉత్తర ధ్రువము ఆవ్యక్తి ఎడమచేతివైపు తిరుగును. ఈ సూత్రమును ఆంపియర్ నియమము అందురు (చూ. ఆంపియర్ నియమము - పు. 163).

NS యొక్క పొడవునకు లంబముగ (అనగా, తూర్పు పడమరలుగ) మరియొక అయస్కాంతమును సరియైన దిశలో ఉంచిన ఈ అయస్కాంతక్షేత్ర ప్రభావమూలమున కూడ NS 2 వ పటములో చూపినట్లు తిరుగును. అనగా విద్యుత్ ప్రవాహము ఉన్న తీగచుట్టు అయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పడునని దీనివలన రుజువైన ప్రధానవిషయము. AB లో ప్రవాహమాపిన NS తన పూర్వస్థానమును చేరుకొనును. AB లో ప్రవాహపుదిక్కు మార్చిన NS పటములో చూపిన దిక్కు ప్రతికూల దిక్కులో తిరుగును.

ఈ ప్రయోగము ప్రవాహ విద్యుత్ చరిత్రలో నూతన యుగమును నెలకొల్పినది. ఇందువలన విద్యుత్ ప్రవాహము ఉన్నచోట అయస్కాంత క్షేత్రముకూడ తప్పనిసరిగా ఉండునని నిరూపింపబడినది.

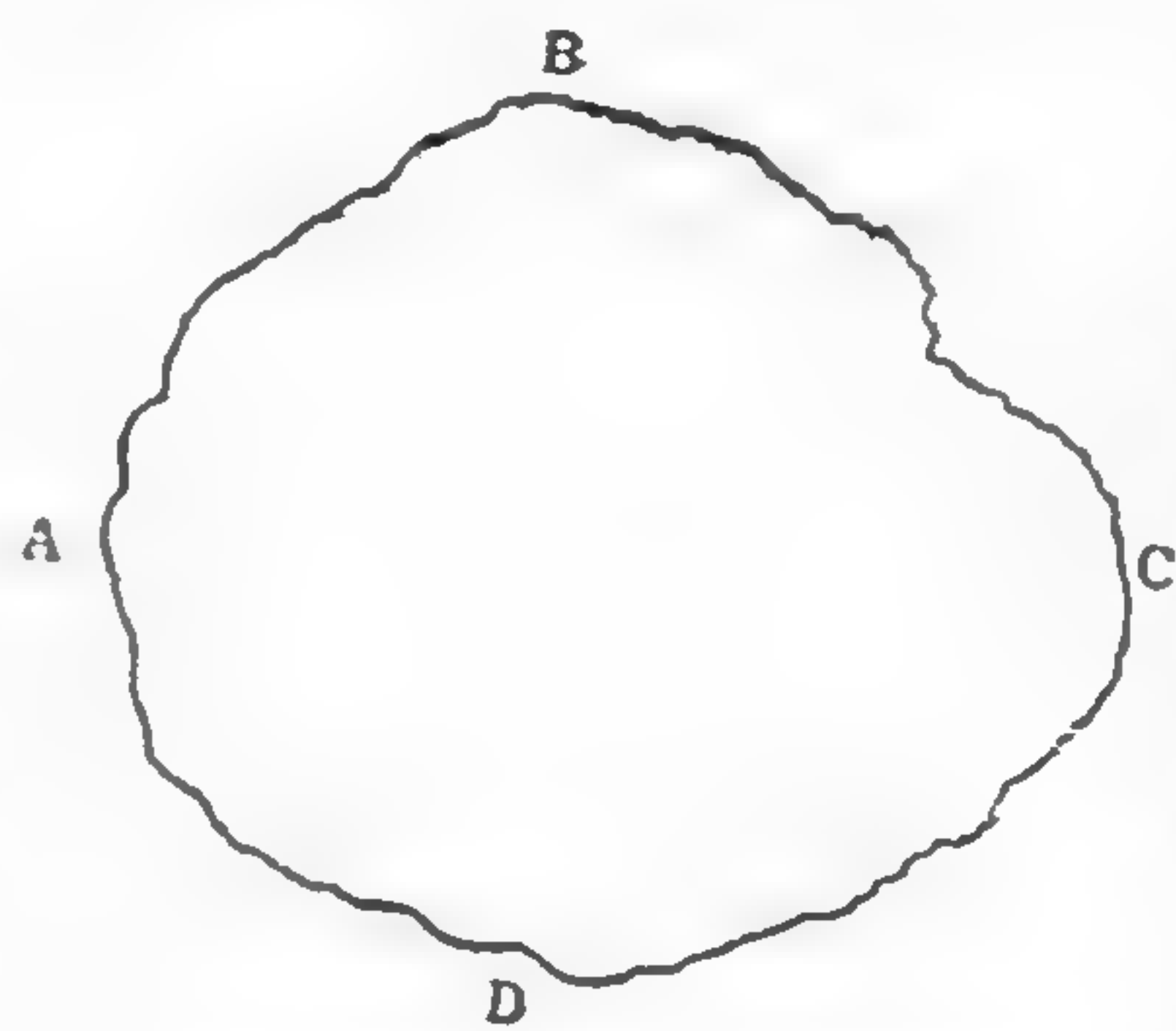
ఆంపియర్ సిద్ధాంతము; అర్ స్టెడ్ ప్రయోగములను విశదీకరించుటకు ఇతర విద్యుదయస్కాంత విషయములకు ఆదిసూత్ర మనదగిన సిద్ధాంతమును ఆంపియర్ అను ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు 1823 లో నిర్వచించెను. ఈ సూత్రము విద్యుత్ శాస్త్రమునకు, అయస్కాంతశాస్త్రమునకు గల సన్నిహిత సంబంధమును నిరూపించినది. ఆంపియర్ సిద్ధాంతమును విశదీకరించు ముందు రెండు విశేషవిషయములను సూచించవలెను.

అయస్కాంత కర్పరము: ఏదైన అయస్కాంత ద్రవ్యమును రేకురూపములోనికి తెచ్చి దానిని అయస్కాంతీకరించినచో ఆ రేకును 'అయస్కాంతకర్పరము' (మాగ్నెటిక్ మెట్) అందురు. సాధారణముగా ఈ రేకుమందము అతి స్వల్పముగా ఉండును; రేకునకొక ప్రక్క అయస్కాంతపు

ఉత్తరధ్రువము, రెండవప్రక్క దక్షిణధ్రువము ఏర్పడును. ఈ రేకు వైశాల్యము A అనుకుందము. కర్పరపు అయస్కాంత ధ్రువబలము 'm' అనుకొనినచో ఒక వైపు ఉత్తరధ్రువబలము '+m' రెండవవైపున దక్షిణధ్రువబలము '-m' అగును. కర్పరపుమందము 't' అనుకొందము.

కర్పర బలము: కర్పరములోని ధ్రువబలము (m) ను కర్పరమందము (t) చేత గుణించగా వచ్చినది  $M = m \times t$ . దీనిని అయస్కాంతబిభ్రమిష అందురు. దీనిని విస్తీర్ణత (A) చేత భాగించిన వచ్చునది  $M/A$ . దీనిని 'σ' అందము. అనగా  $M/A = 'σ' =$  ఒక చదరపుయూనిట్ వైశాల్యమునకు గల అయస్కాంత బిభ్రమిష. ఈవచ్చిన బిభ్రమిష మూల్యము (σ) ను 'కర్పరబలము' అని అందము. ఈభావముల సహాయముతో ఆంపియర్ సిద్ధాంతమును క్రింది విధముగా వివరించవచ్చును:

రేఖారూపములోనున్న విద్యుత్ ప్రవాహమార్గమంతటిని దానికి సమానమైన అయస్కాంతకర్పరముగా భావింపవచ్చును. ఈకర్పరపుటంచు ప్రవాహమార్గముతో ఏకీభవించి కర్పరబలము ప్రవాహబలమునకు సమానమైనచో ఆ రేఖా ప్రసార విద్యుత్పార్శ్వము - కర్పరము, రెండును సమానములు. అనగా ABCD అను ధాతుతీగలో (చూ. 3 వ పటము) విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నది అనుకొందము.



3 వ పటము: విద్యుత్ వలయము

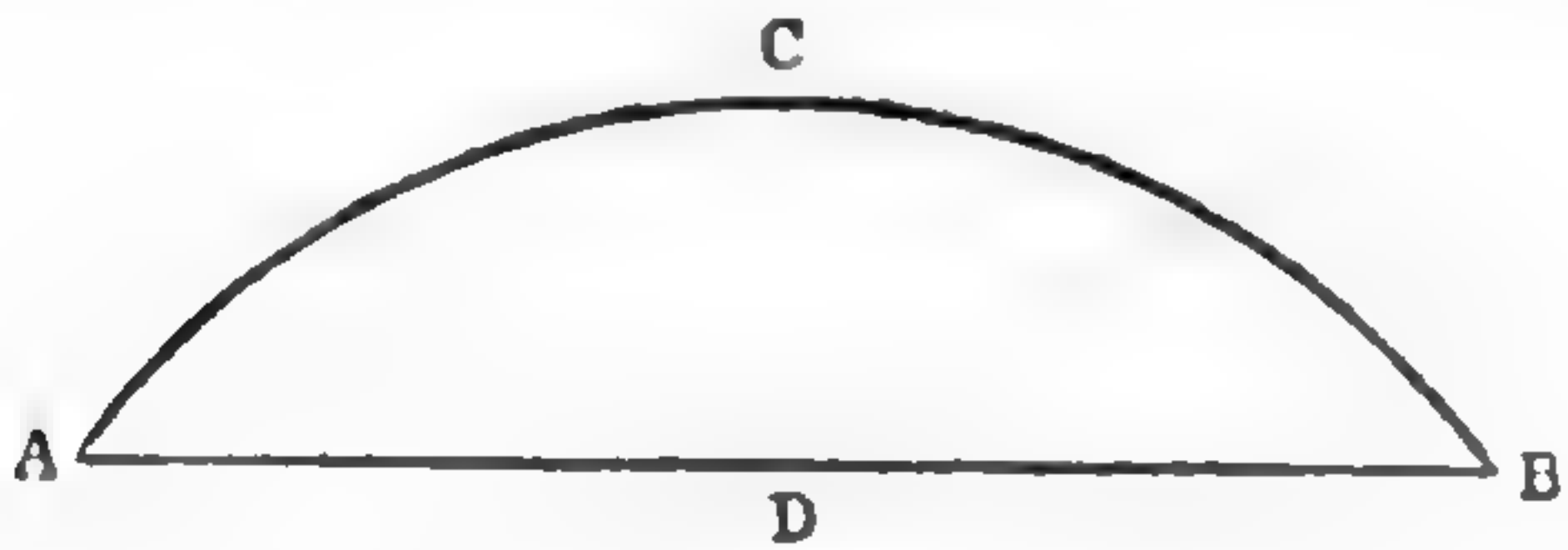
దాని బలము I యూనిట్లు. అందువలన దాని చుట్టు పట్ల అయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పడును; దాని ఫలితము ఎక్కడైన కనుగొనవలెనని

ABCD అను తీగలంచుతో ఏకీభవించు అయస్కాంత కర్పరమునకు ఏఫలితములు ఉండునో ఆఫలితములే ఆ విద్యుత్తుకుకూడ ఉండును. ఆ కర్పరబలము (σ) ప్రవాహబలము (i) కి సమానమై ఉండవలెను. ఈసిద్ధాంతములోని ముఖ్యాంశము ఒకటి గుర్తించవలెను. అది ఏమన విద్యుత్ ప్రవాహపు తీగకు బదులు అయస్కాంత కర్పరమును కల్పించుట. అందునను కర్పరపు రూపు, విస్తీర్ణములతో సంబంధము లేకుండ కర్పరమును గురించి ప్రతిపాదించ



నగు విషయములు రెండు: 1. కర్పరముయొక్క అంచు విద్యుత్ ప్రవాహ రేఖతో ఏకీభవించుట; 2. కర్పరబలము ప్రవాహబలమునకు సమానమగుట.

శక్తి, పని: ఏదేని ఒక వస్తువును, దాని చలనమును నిరోధించుబలమున కెదురుగా జరుపుటకు పని జరుగవలెను. వస్తువుద్రవ్యరాశి  $m$  అనుకొనిన, దానిచలనమును నిరోధించుబలము  $F$  కెదురుగా  $L$  దూరము వస్తువును జరిపినప్పుడు వస్తువుపై జరుగవలసిన పని  $W = FL$  అను సమీకరణమువలన తెలియనగును. ఇప్పుడు ఆంపియర్ సిద్ధాంతమును అనుసరించి ఒక అయస్కాంత ద్రువము అయస్థాంత షేత్రములో జరిపినప్పుడు, జరుగవలసిన పనిని క్రింది విధముగ లెక్కించవచ్చును: 4 వ పటములో  $AB$  అనురేఖ,  $ACB$  అనురేఖ ఒక అయస్కాంత షేత్రములో ఉన్నవను



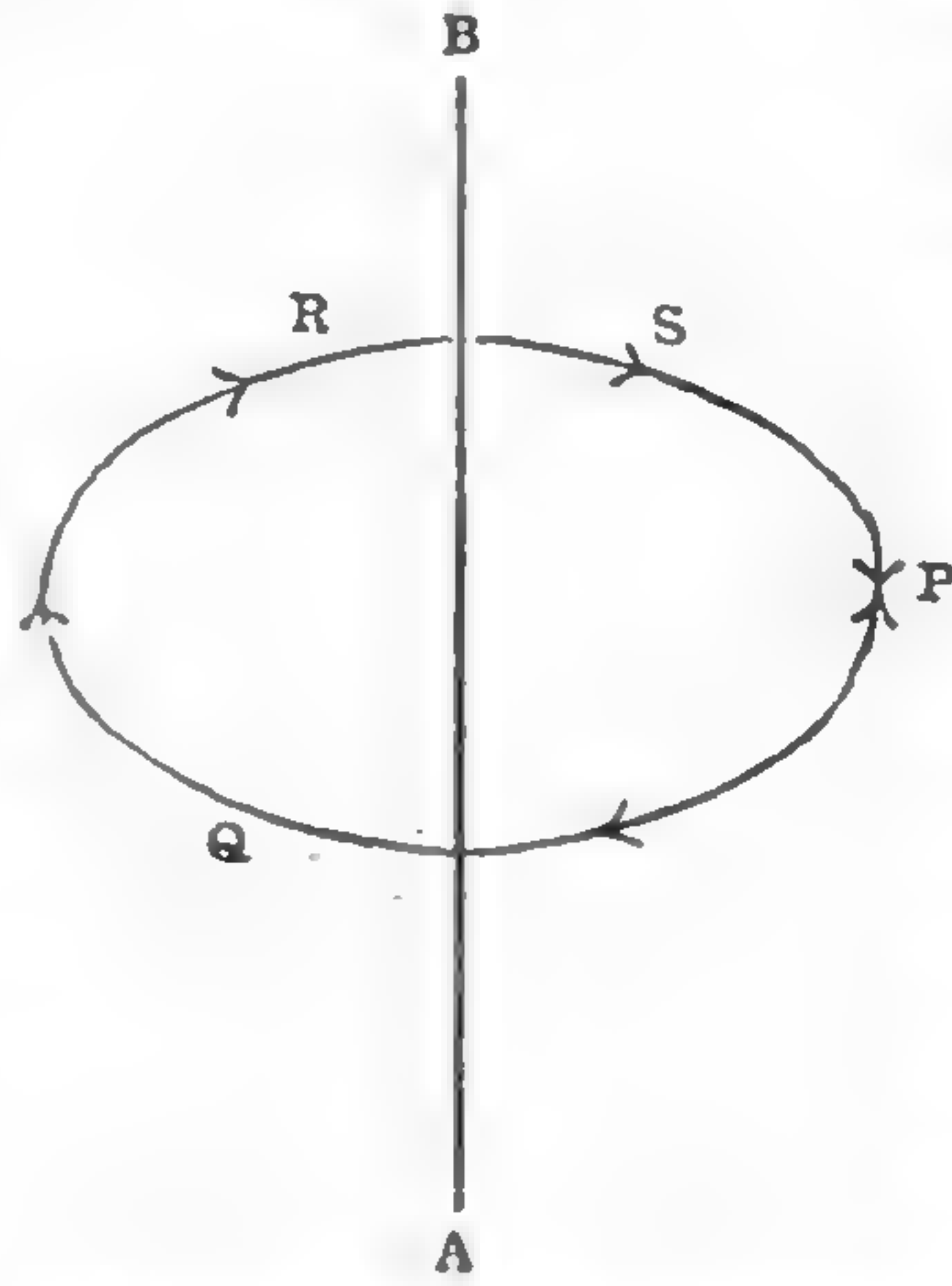
4 వ పటము : అయస్కాంతరేఖలు

కొనిన ఒక ప్రత్యేక అయస్కాంత ద్రువమును  $A$  నుండి  $B$  కి తీసికొని వెళ్ళినపుడు కొంతపని జరుగును. ఈభాగములోని అయస్కాంత షేత్రబలమును  $H$  అని వ్యవహరించుదము. అయస్కాంత ద్రువము ఆ షేత్రములో కదలుచున్నపుడు ఆ ద్రువముపై నిరోధము ఉండును. బలము  $1$  అనుకొందము. అప్పుడు దానిపై నిరోధము  $1 \times H = H$  యూనిట్లు ఉండును. కనుక  $A$  నుంచి  $B$  కి ఆ ద్రువము జరిగినప్పుడు జరిగినపని చలనకలన సూత్రసహాయమున సాధించవచ్చును.<sup>1</sup>

ఇక్కడ రుజువుచేయుటకు వీలులేకపోయినను ఒక ముఖ్యవిషయమును గుర్తించవలెను.  $A$  నుండి  $B$  కి ద్రువమును జరిపినప్పుడు  $ACB$  ద్వారాగాని,  $ADB$  ద్వారాగాని ఏమార్గమున జరిపినను దానిపై జరుగవలసినపని ఒక్కటే. అనగా మొత్తముపని మార్గము మొదలు, తుది బట్టియే నిర్ణయింపబడును.

ఇప్పుడు ఒక ముఖ్యసిద్ధాంతపు ఫలితమును గుర్తింపవచ్చును. 5 వ పటములో చూపినట్లు  $AB$  అను తీగలో విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నది అనుకొందము. ఒక అయస్కాంత ఉత్తరద్రువమును ఆ తీగచుట్టును తీసికొనిపోయిన పని జరుగును. విద్యుత్ బలము ' $i$ ' యూనిట్లు అను

కొందము; ద్రువబలము ఒక యూనిట్ అనుకొందము. అది  $P$  అన్నచోట బయలుదేరి  $QRS$  మార్గముద్వారా



5 వ పటము : అయస్కాంతక్రియ

యమును గుర్తించి తిమి. అందులో కొన్ని ముఖ్యసూత్రములను కూడ గమనించితిమి. ఇప్పుడు దానికి ప్రతియగువిషయములను కొంత పరిశీలించము. అనగా అయస్కాంతత్వమున్నచోట విద్యుత్ ప్రవాహము ఉద్భవించునా అని; ఆ ఉద్భవము ఏపరిస్థితులలో జరుగునని.

ఈమార్గములో పరిశోధనలు జరిపిన శాస్త్రజ్ఞుడు ఫారడే. ఈతని పూర్వీకులైన శాస్త్రజ్ఞులందరును ప్రఖ్యాత గణితశాస్త్రవేత్తలగుటచే శాస్త్రవిధానము సంపూర్ణముగా గణితపద్ధతులలో నడచినది. ముఖ్యముగా దూర కార్య భావము (ఐడియా ఆఫ్ యాక్షన్ ఎట్ ఏ డిస్టెన్స్) అమలులో ఉండెడిది.<sup>3</sup>

$$2. W = 4\pi i \dots \dots (3)$$

సమీకరణము ద్రువము ఒకమారు పరిభ్రమించి వచ్చినప్పటి పనిని చూచించును. ద్రువము ' $n$ ' మారులు అట్లు తిరిగివచ్చినచో అది  $W = 4\pi ni$  అగును.

ద్రువము ' $i$ ' చుట్టును తిరుగకపోయిన

$$W = 4 = 4\pi \times 0 = 0$$

అనగా ద్రువము ' $i$ ' ని పెనవేసుకొనక పోయినచో పని ఏమియు జరుగదు.

3. ఉదా: రెండు విద్యుత్ ద్రువములు ' $x$ ' దూరములో ఉండిన

ఆ రెండింటిమధ్యనున్న ఆకర్షణబలము:  $F = \frac{Q_1 Q_2}{Kx^2}$ . ఇందులో

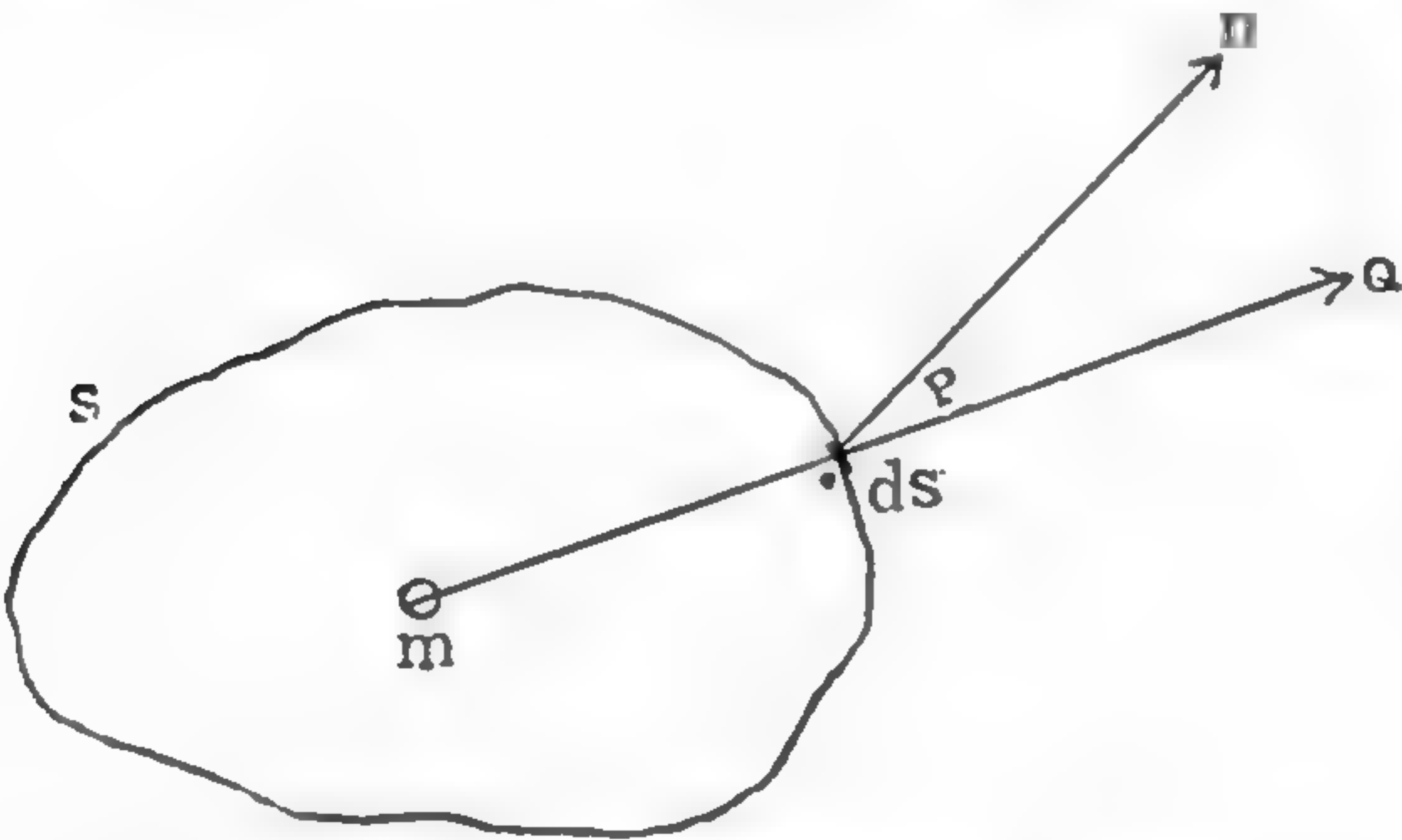
$Q_1$  = మొదటి ద్రువబలము;  $Q_2$  = రెండవ ద్రువబలము;  $K$  = ఆద్రువములు ఉన్న షేత్రపు ప్రకృతినిబట్టి నిర్ణీతమగు సంఖ్య. ద్రువములు దూరదూరముగనుండి వాటిమధ్య ఏవిధ మైన భౌతిక సంబంధము లేవచ్చుటకీ, వాటిమధ్య ఆకర్షణ

$$1. W = \int_A^B H dl \dots \dots \dots (2)$$



## విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము

ఫారడే పరిపూర్ణమైన ప్రాయోగిక శాస్త్రజ్ఞుడు. అతనికి ఈ దూరకార్యభావము ఎంతమాత్రము నచ్చలేదు. రెండు ధ్రువములకు మధ్య ఏవిధమైనసంబంధమును లేనిదే ఒక దానినొకటి ఎట్లు ఆకర్షించగలవన్న సమస్య అతనిని బాధించినది. కనుక అతడు ఈవిధముగా దానిని తీర్పు చేసెను. ధ్రువమునకు, ధ్రువమునకు మధ్యనున్న ప్రదేశము లలో ధ్రువముల ఉనికివలన చాలమార్పు వచ్చును. ఆ ప్రదేశము ఒకవిధమైన మార్పుకు గురియై విద్యుదయస్కాంతబలములకు అదియే స్థానమగునని సిద్ధాంతీకరించెను. ఈ చిన్న సూత్రము తరువాతి ప్రఖ్యాత శాస్త్రవేత్త మాక్స్ వెల్ నుండి నేటి విజ్ఞాని ఐన్ స్టయిన్ వరకు



రీ వ పటము : విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము

భ్యాసించిన శాస్త్రజ్ఞుల చేతులలో 'క్షేత్రసిద్ధాంతముల' కన్నిటికి పునాది అయినది. వాటినుండి శాస్త్రజ్ఞుల దృష్టి ధ్రువములమీదకన్న ఆధ్రువములున్న ప్రదేశము మీదికి మరలినది. అనగా బలమునకు స్థానము ప్రదేశముగాని ధ్రువములుకావు; లేదా ధ్రువములు ప్రదేశములోనున్న విలక్షణస్థానములు.

వై నుదాహరించిన సూత్రము ననుసరించి విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతమునకు పునాది యనదగిన సిద్ధాంతమును గాస్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించెను. 'm' అను అయస్కాంతధ్రువము 'S' అను మూయబడిన ప్రదేశములో ఉన్నదనుకొందము. రీ వ పటములో చూపినట్లు మూయబడిన ప్రదేశములో 'P' అనుచోటువద్ద చిన్న 'ds' అను ప్రదేశమును పరిశీలింతము. ఆప్రదేశమువద్ద 'Pm' అనునది 'ds' కు లంబముగానున్నదను కొందము. m నుండి P కి గల దూరము x అనుకొందము. ఈ మూయబడిన ప్రదేశముచే నిర్ణీతమైన సంఖ్య 'μ' అనుకొందము.

మాత్రము ఉండును. అట్లే అయస్కాంత సిద్ధాంతములో

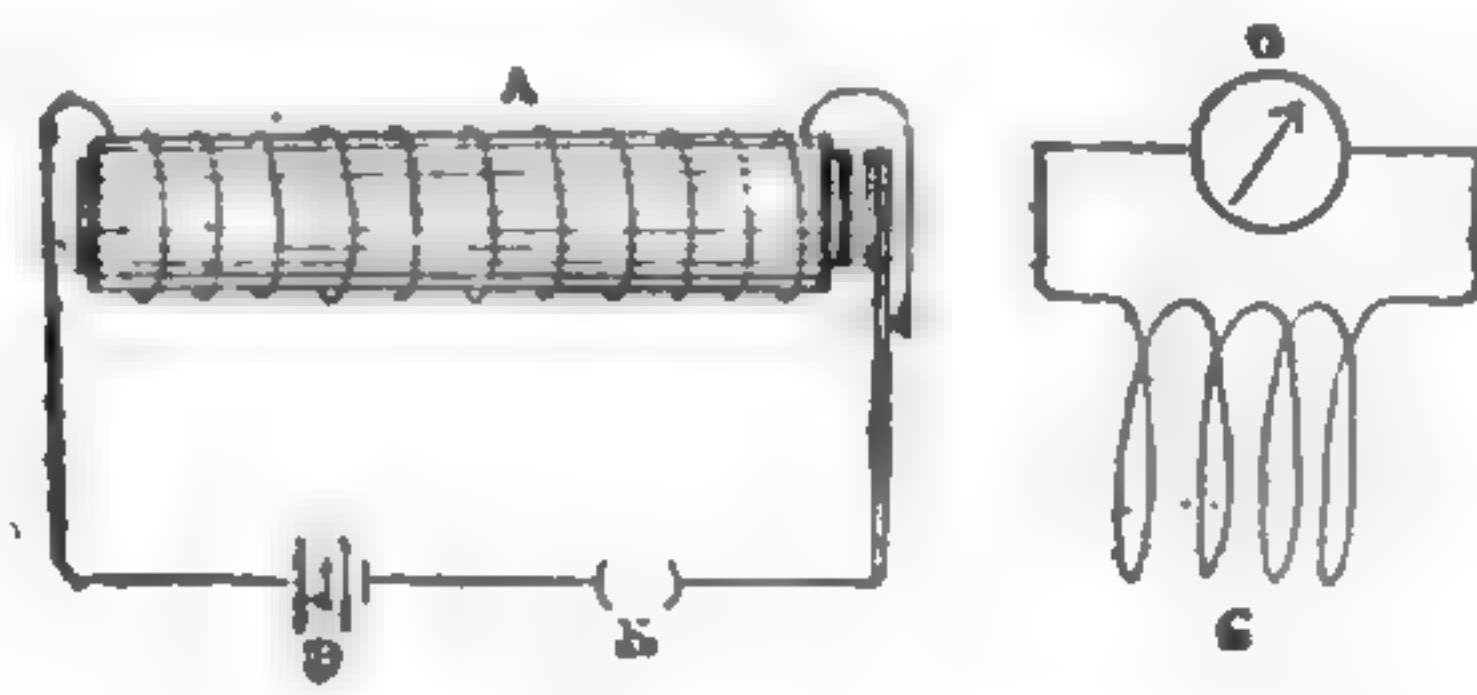
$$F = \frac{m_1 m_2}{\mu x^2} \text{ అను సమీకరణము ఉన్నది. ఇందులో } \mu \text{ అయ}$$

స్కాంతక్షేత్ర నిర్ణీతసంఖ్య.

అప్పుడు m వలన P వద్ద కలిగిన క్షేత్రబలము, గడిత సమీకరణ<sup>1</sup> సహాయమున సాధించవచ్చును.

గడితశాస్త్రరీత్యా దీనిని సులభముగా గడించవచ్చును. అది చేసిన మొత్తపు లంబప్రేరణము  $4\pi m \dots (4)$  అని అనవచ్చును. ఈ సమీకరణమును మొదట గాస్ ప్రతిపాదించుటచేత దీనికి 'గాస్ సిద్ధాంతము'ని పేరు వచ్చినది. విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమున కిది ఒక మూలసూత్రము. ఇప్పుడు ఫారడే ప్రయోగములను గురించి నేర్చుకొనవచ్చును.

విద్యుత్ ప్రరోచనము : A అను తీగచుట్టలో B అను విద్యుత్ ఘటమాలవలన విద్యుత్ ప్రవాహమును కలుగజేయవచ్చును. A లో మెత్తటి ఇనుపకడ్డి తీగచుట్టకు తగులకుండ ఉండి A లో ప్రవాహమున్నప్పుడే అది అయస్కాంతమగును. A లో ప్రవాహము లేనప్పుడు దాని అయ



స్కాంతత్వము పోవును. K అను మీటర్ 7 వ పటములో చూపినట్లు A లోని ప్రవాహము అపుట, పంపుట చేయవచ్చును. C అనునది వేరొక

$$4. H = m / k x^2$$

ఇది m P ని పొడిగించిన PQ అను మార్గములో ఉండును. PQ కు, Pn కు మధ్యగలకోణము 'θ' అనుకుందము. PQ వైపు H బలము ఉన్న దానికి ఓరగా Pn వైపు H లో కొంతభాగమే ఉండును. అది H Cos θ అగును. దీనిని μ చేత హెచ్చించిన μ H Cos θ =  $\frac{m}{x^2} \text{ Cos } \theta$  వచ్చును. μ H అను గుణకమును ప్రరోచనమని అందురు.

ప్రస్తుతసందర్భములో ఇది అయస్కాంత ప్రేరణము. ఈరీతిగా E అమనది విద్యుత్ క్షేత్రబలమైనచో KE = N, దీనిని విద్యుత్ ప్రేరణము అందురు. సాధారణముగా μ H ని B అని వ్యవహరింతురు. ఫారడే సిద్ధాంతములో ఈ B = μ H అను ప్రేరణము P నుండి PQ వైపు ప్రసరించును. Pn వైపు ప్రసరించు భాగమగు 'μ H Cos θ' ను లంబప్రేరణభాగము అందుము. దీనిని ds చేత హెచ్చించిన ds ప్రదేశములోనుండి లంబముగా ప్రసరించు అయస్కాంతప్రేరణ లభించును. ఇదేరీతిగా 'S' అంతటని చిన్న చిన్న ప్రదేశములుగా విభజించి వాటికి సంబంధించిన అయస్కాంత ప్రేరణములను కలిపిన 'S' యొక్క ఉపరిభాగమునుండి లంబముగ ప్రసరించు ప్రేరణ మొత్తము వచ్చును. సాంకేతిక పరిభాషలో దీనిని మొత్తపులంబప్రేరణము అందురు. దీనినే మొత్తపు ప్రవాహము అనికూడ అందురు. అనగా :

$$\text{మొత్తపులంబప్రేరణము} = \int_S \mu H \text{ Cos } \theta. ds$$

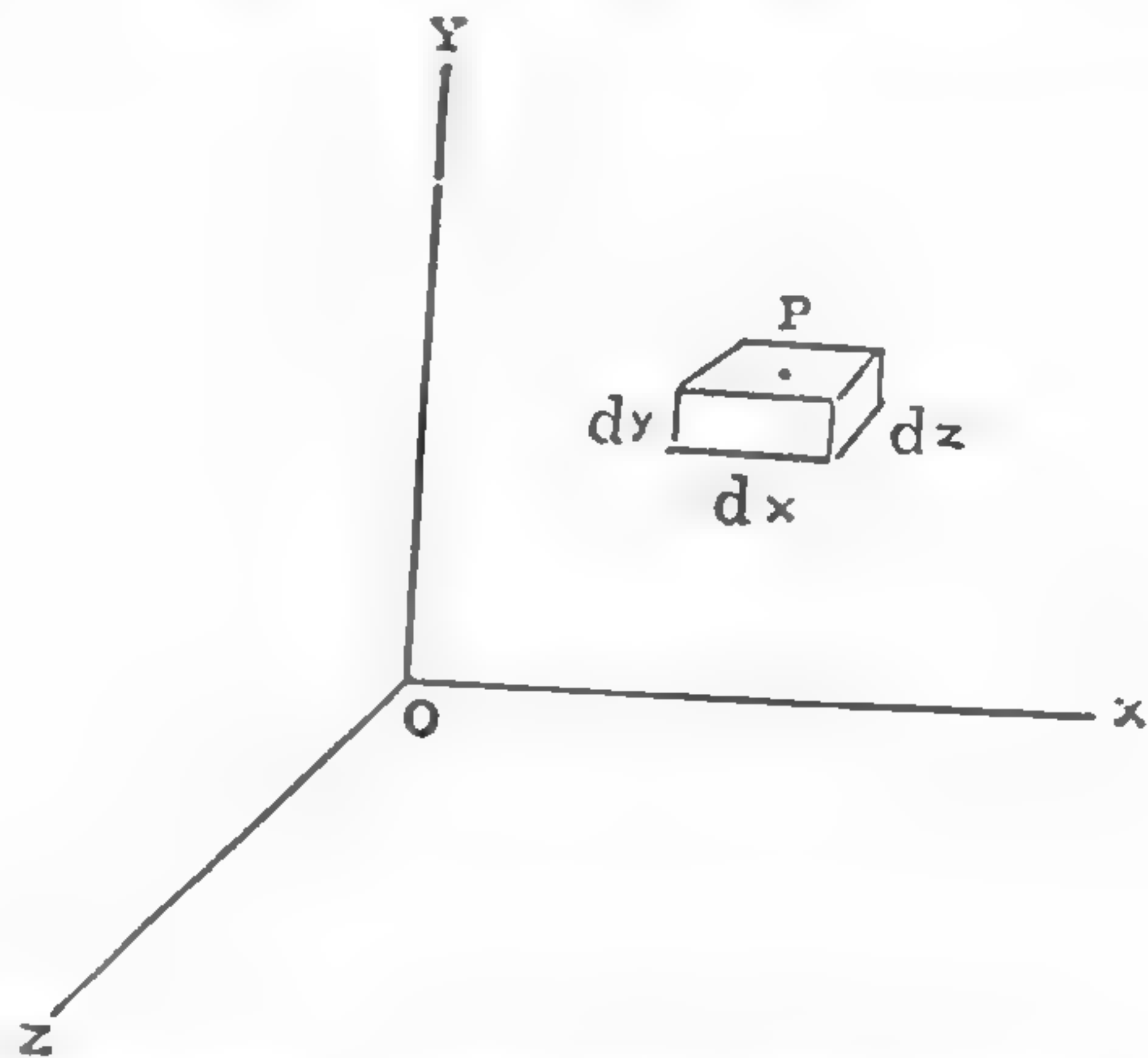


తీగచుట్ట. ఇది 'G' అను గాల్వనీ మాపకమునకు కలిపి ఉండును. A కి దగ్గరగా C ఉన్న దనుకొందము. మీటనువేయగనే ఇనువకడ్డి అయస్కాంతమగును. అందు వలన దాని చుట్టునున్న ప్రదేశములో అయస్కాంత ప్రరోచన ప్రసరించును. అందులో కొంత అయస్కాంత ప్రవాహము C ని పెనవేసికొని ఆ తీగచుట్ట ద్వారా పోవును. ఆ పరిస్థితులనే ఫారడే ఈ విధముగా ఆలోచించెను. విద్యుత్ ప్రవాహము ఉన్నప్పుడు అయస్కాంతత్వము, అయస్కాంతక్షేత్రము జనించును కనుక దానికి ప్రతిగా అయస్కాంతత్వము ఉన్నచోట విద్యుత్తు జనించవలెనని ఊహించెను. 'K' మూసి విద్యుత్తు A లో ప్రవహించగనే ప్రరోచనవలన C లో విద్యుత్తు జనించగనే అది గాల్వనీ మాపకము G వల్ల తెలియును. కాని ఫారడే అనుకున్నట్లు ఏమియు జరగలేదు. A లో ఎంతవిద్యుత్తు ప్రవహించినను C లో ఏమియు జరుగలేదు. కాని ఒకటి మాత్రము సూక్ష్మగ్రాహియైన ఫారడే గుర్తించెను. అది ఏమన A లో విద్యుత్తు మొదలిడిన ఊణములో ఇనుము అయస్కాంతము అగును. అంతవరకును అయస్కాంత ప్రరోచనయు, క్షేత్రమును లేనిచోట అవి జనించి కొంత విలువను పొందును. విద్యుత్తు ఒకేబలములో ప్రవహించుచున్నంత కాలము అనగా దాని ప్రవాహము స్థిరమైనప్పటినుండి అయస్కాంత ప్రరోచనములో మార్పేమియు ఉండక స్థిరముగా నుండును. కాని ప్రవాహము ఆగిపోయినంతనే ప్రరోచనము శూన్యమునకు తగ్గిపోవును. ఆ ప్రరోచనములో మార్పు కలుగుచున్న ఊణములలోనే C లో విద్యుత్తు జనించును. దీని అర్థమేమన C లో జనించు విద్యుత్తునకు కారణము దానిచుట్టునున్న అయస్కాంత ప్రేరణములోని మార్పు. ఈ పరిశోధనలనే ఫారడే కూలంకషముగ కొనసాగించి అతనిపేర బరగు సూత్రము<sup>1</sup> అను నిర్వచించెను.

మాక్స్వెల్ సిద్ధాంతములు : ఇంతకుముందు వివరించిన సూత్రములను ఆధారము చేసికొని విద్యుత్ అయస్కాంత సిద్ధాంతమును క్రింది సమీకరణములచే మాక్స్వెల్ నిర్వ

5. A లో విద్యుత్తు మొదలయినప్పుడు C లో ఒకవైపునను, అంతమైనప్పుడు దానికి ప్రతికూల దిశలోను విద్యుత్ ప్రవాహము జరుగుటకూడ పరిశోధనల వలన తెలిసినది. ఏ ఊణములోనైన C ని పెనవేసికొనిన అయస్కాంత ప్రవాహపు విలువ N అయి dt అను అత్యల్ప కాలములో అది N + dN కు మారినచో  $\frac{dN}{dt}$  అనునది ప్రవాహపు మార్పురేటు అని గుర్తించవచ్చును. C లో అందుమూలముగా జనించిన విద్యుచ్ఛాసక బలము

చించెను. OX, OY, OZ అను మూడు లంబాక్షములను (చూ. 8 వ పటము) ఆధారముగా తీసికొందము. P అను



8 వ పటము : మాక్స్వెల్ క్షేత్రసమీకరణములు

చోట అయస్కాంత క్షేత్రము, విద్యుత్ క్షేత్రముకూడ ఉన్నవనుకొందము. అక్కడ dx, dy, dz, అను చిన్నచిన్న అంచులుగల క్షేత్రాయతనమును గుర్తించిన క్రింది సమీకరణములు వచ్చును<sup>1</sup>.

(ఇ. ఎమ్. ఎఫ్.) 'e' అనుకొనిన ఫారడే సూత్రమును క్రింది విధముగా వ్రాయవచ్చును:

$$e = -K \frac{dN}{dt} \dots \dots \dots (5)$$

K అనునది ఒక స్థిరాంకము. పరియైన యూనిట్ను తీసికొనిన K=1 అగును. కనుక  $e = -\frac{dN}{dt} \dots \dots (6)$  అని వ్రాయవచ్చును.

6. P వద్ద అయస్కాంత క్షేత్రబలము H అనుకుందము. ఇట్లే విద్యుత్ క్షేత్రబలము E అనుకుందము.  $H_x$  అనునది OX దిశగా ఉన్న H యొక్క భాగము. అట్లే  $H_y, H_z, E_x, E_y, E_z$  ఆయా క్షేత్రబలముల భాగములు అగును. అక్షరమునకు కుడిగా దిగువ వ్రాసినగుర్తు ఆ భాగపు దిక్కును తెలియజేయును. ఈ భాగముల చోటు మారినప్పుడు వాటి మార్పురేట్లను

$$\frac{dH_x}{dx}, \frac{dH_y}{dy}, \frac{dH_z}{dz}, \frac{dE_x}{dx}, \frac{dE_y}{dy}, \frac{dE_z}{dz} \text{ అను}$$

సాంకేతికము, వలన తెలియజేయుదుము,

ఉదా :  $\frac{dH_x}{dx}$  అనునది  $H_x$  అనుభాగము OX దిశగా మారురేటు. అనగా OX దిశగా ఒక యూనిట్ దూరము జరిగిన  $H_x$  లో కలుగు మార్పు  $\frac{dH_x}{dx}$ . ఇట్లే ఇతర సాంకేతికములను కూడ అర్థము చేసికొనవలెను. P అనుచోట ఒక ఘన యూనిట్ ప్రదేశములోనున్న విద్యుత్తు (విద్యుత్ సాంద్రత) 'ρ' అనుకొందము. అచ్చటి అయస్కాంత సాంద్రత 'm' అను



## విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము

ఈ 7, 8, 9, 10 సమీకరణములను షేత్రసమీకరణము అందురు. వీటితోబాటు మరియొక రకపు షేత్రసమీకరణములను కూడ మాక్స్ వెల్ సిద్ధాంతరీత్యా పొందుపరచెను. భౌతికశాస్త్రములో ముఖ్యాతిముఖ్యమైన ఈ రానున్న షేత్రసమీకరణములను వెలువరించడమే మాక్స్ వెల్ యొక్క అత్యున్నతమేధకు గురుతు. ఈయన సిద్ధాంతమును ఈవిధముగా చెప్పవచ్చును. మొదటిలో గుర్తించిన రీతిగ ద్రవ్యములన్నిటిని ప్రవాహానుకూలములు, ప్రతికూలములు, అని రెండు రకములుగా విభజింపవచ్చును. ఈ

కొందము. ఈ పరిస్థితులలో  $dx, dy, dz$  అను ఆయతనమునకు గౌస్ సూత్రమును వర్తించిన :

$$\frac{dE_x}{dx} + \frac{dE_y}{dy} + \frac{dE_z}{dz} = \frac{4\pi\rho}{K} \dots\dots\dots(7)$$

అను సమీకరణము వచ్చును. 'K' ఆ షేత్రనిర్ణీత స్థిరాంకము. దీనినే పారవిద్యుత్తిక స్థిరాంకము (చూ. పు. 478) అందురు. ఈ విధముగనే అయస్కాంత సిద్ధాంతము వర్తించిన :

$$\frac{dH_x}{dx} + \frac{dH_y}{dy} + \frac{dH_z}{dz} = \frac{4\pi m}{\mu} \dots\dots\dots(8)$$

అను సమీకరణము వచ్చును.  $\mu$  ను 'పెర్మియబిలిటీ' అందురు.

ఆ ప్రదేశములోనే P వద్ద I అను ప్రవాహబలముగల విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్న దనుకొనిన  $I_x, I_y, I_z$  లు OX, OY, OZ దిక్కులలో ప్రవహించు భాగములు అగును. ఇంతకు ముందు ఒక యూనిట్ అయస్కాంతద్రవమును ఒక్కమారు I చుట్టు పీసికొని పోవుటకు కావలసిన పని  $4\pi I$  అని గుర్తించితిమి. ఈ సూత్రమును ప్రస్తుత పరిస్థితికి వర్తించిన క్రింది సమీకరణము వచ్చును :

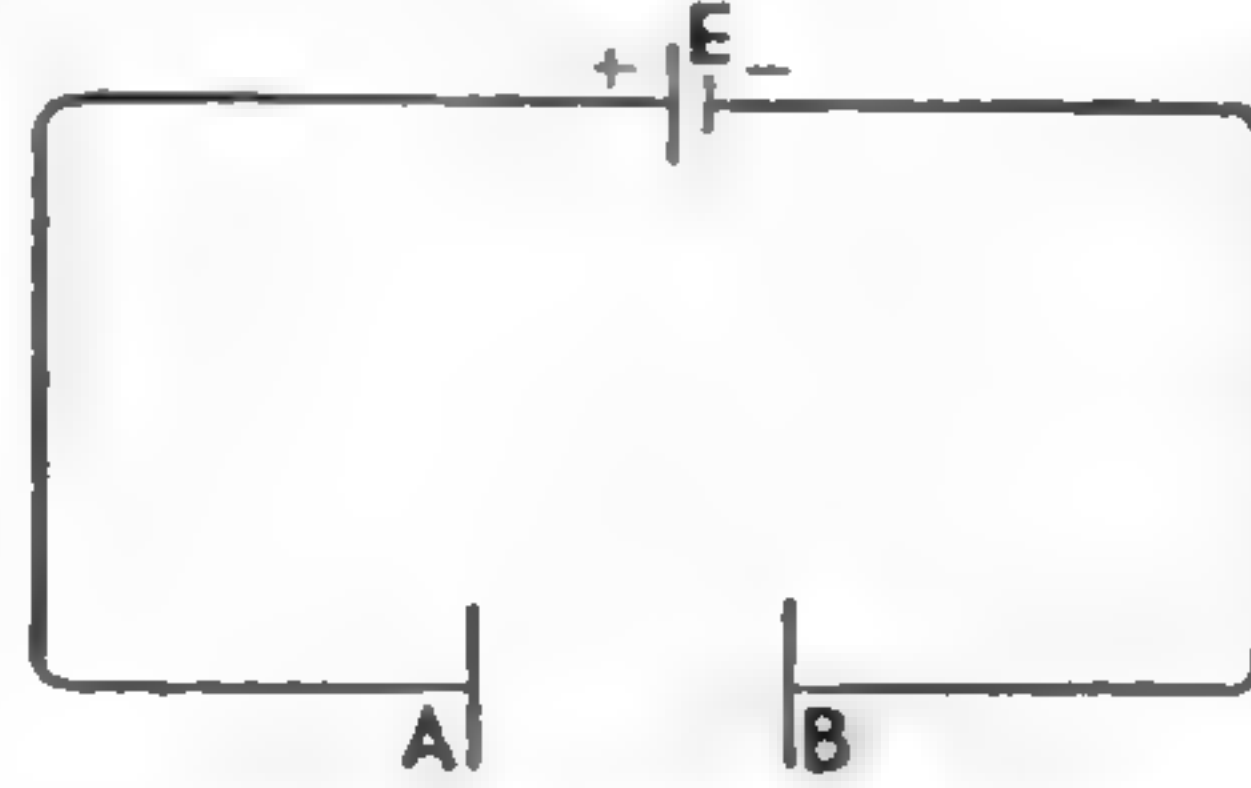
$$\left. \begin{aligned} \frac{dH_z}{dy} - \frac{dH_y}{dz} &= 4\pi I_x \\ \frac{dH_x}{dz} - \frac{dH_z}{dx} &= 4\pi I_y \\ \frac{dH_y}{dx} - \frac{dH_x}{dy} &= 4\pi I_z \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(9)$$

ఫారడే అయస్కాంత ప్రరోచన (8 వ సమీకరణము)

$e = -\frac{dN}{dt}$  అను దానిని ఉపయోగించిన మరి ఒక మూడు సమీకరణములు క్రింది విధముగా లభించును :

$$\left. \begin{aligned} \frac{dE_z}{dy} - \frac{dE_y}{dz} &= -\mu \frac{dH_x}{dt} \\ \frac{dE_x}{dz} - \frac{dE_z}{dx} &= -\mu \frac{dH_y}{dt} \\ \frac{dE_y}{dx} - \frac{dE_x}{dy} &= -\mu \frac{dH_z}{dt} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(10)$$

రెండవవాటినే పారవిద్యుత్తికములు (చూ. పు. 478) అని కూడ అందురు. ఏదైన పారవిద్యుత్తికమును విద్యుత్ షేత్రములలో ఉంచిన అందులోని ఎలక్ట్రాన్లు తమ నిశ్చిత స్థానములనుండి కొద్దిగ జరుగును. ఈ జరుగుదలయే మాక్స్ వెల్ సిద్ధాంతరీత్యా ఒకవిధమైన విద్యుత్ ప్రవాహమని వ్యవహరించబడుచున్నది. దీనిని 'స్థానచలన ప్రవాహము' అని మాక్స్ వెల్ నిర్వచించెను. ఉదా : (చూ. 9 వ పటము). AB రెండు లోహపుఫలకములు అనుకొందము.



ఆ రెండింటికిని మధ్య ఏదో ఒక పారవిద్యుత్తికము లేక శూన్య ప్రదేశము ఉన్నదను కొందము. ఆ రెండింటిని E అను విద్యుత్

9 వ పటము : సంఘనక ఫలకములు ఘటమాలకు తగిలించిన సాధారణముగ మనము వ్యవహరించు విద్యుత్ ప్రవాహము ఏమియు ఉండదు. అటువంటిదానిని వివృత మార్గము అందురు. కాని మాక్స్ వెల్ సిద్ధాంతరీత్యా వివృతమార్గములు అనునవి లేవు. విద్యుత్ ప్రవాహము లన్నియు సంవృత మార్గములే. AB లకు మధ్య పారవిద్యుత్తికములో కలిగిన చలన ప్రవాహము ప్రవాహ మార్గమును పూర్తిచేయును. AB లకు మధ్య సాధారణ విద్యుత్ ప్రవాహము లేకపోయినను విద్యుత్ షేత్రము మాత్రము ఏర్పడును. దాని బలము 'E' అనుకొందము. అది మారనప్పుడు మాక్స్ వెల్ స్థానచలన ప్రవాహము<sup>7</sup> ఏమియు ఉండదు.

7. కాని అది మార్పుచెందినపుడు దాని మార్పురేటు  $\frac{d\xi}{dt}$  అయిన

మాక్స్ వెల్ ప్రవాహము  $I = \frac{K}{4\pi} \left( \frac{d\xi}{dt} \right)$  అని చూపవచ్చును.

కనుక దీని భాగములు  $I_x, I_y, I_z$  అగును. అని

$$I_x = \frac{K}{4\pi} \left( \frac{d\xi_x}{dt} \right)$$

$$I_y = \frac{K}{4\pi} \left( \frac{d\xi_y}{dt} \right)$$

$$I_z = \frac{K}{4\pi} \left( \frac{d\xi_z}{dt} \right)$$

ఈ సమీకరణములను 9 వ సమీకరణముతో చేర్చినచో వచ్చు సమీకరణములు ప్రక్కపుట పాదములోని 11 వ సమీకరణములో కననగును:



మాక్స్ వెల్ సమీకరణముల ఫలితము : ఒక వాక్యములో చెప్పవలసినవచ్చిన ప్రైసమీకరణముల ఫలితమే విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతము. ఈ సిద్ధాంతముయొక్క చరిత్రలోని ముఖ్యఘట్టములన్నింటిని పరిశీలించి చూచిన మొట్టమొదట విద్యుత్తు విషయములు, అయస్కాంతవిషయములు రెండు వేర్వేరు శాస్త్రములుగా జనించి, వృద్ధిపొంది క్రమముగా శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనల వలన ఆరెండింటిని గల సంబంధము క్రమక్రమముగ వెలుగులోనికి రావడమే నని తేలును. మాక్స్ వెల్ యుగము విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంత చరిత్రలో స్వర్ణయుగమని చెప్పవలెను. కారణమేమన ఒక్కపై సమీకరణ సమూహముతో మాక్స్ వెల్ అంత వరకు ఊహించుట కై నవీలుకాని కాంతిశాస్త్రమును విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రములోని విశేష ప్రకరణముగ చూపించెను.

మాక్స్ వెల్ కు పూర్వము శాస్త్రజ్ఞులందరు యాంత్రిక దృష్టికి అలవాటుపడినవారు. కనుక కాంతి తరంగరూప మైన శక్తి అనినతోడనే ఇది ఎందులోని తరంగములు అన్న ప్రశ్న వచ్చినది. తరంగము ప్రవహించుటకు ఏదోయొక తరంగయానకము ఉండవలెను. కనుక నాటిశాస్త్రజ్ఞులు సర్వాంతర్యామియైన ఊహకల్పితతరంగ యానకమును సృష్టించి దానిని 'ఈతర్' (చూ. పు. 213) అనిరి. ఈ ఈతర్ యొక్క గుణములు మహావిచిత్రములు, పరస్పర విరుద్ధములు అయినను ఏదోఒక యాంత్రికవిధాన ముండిన గాని సంతృప్తి చెందని నాటిశాస్త్రజ్ఞులు ఈతర్ భావమును విడువకుండ దానినిగురించి హెచ్చుపరిశ్రమకును, క్లేశమున కును లోనయిరి.

మాక్స్ వెల్ తన సమీకరణములతో 'కాంతి' విద్యుదయస్కాంతతరంగములని చూపించిననాడు చాలవరకు ఈతర్ అంతకుముందనుకున్న విచిత్రఘనపదార్థము కాదని నిరూపింపగల్గెను. ఈ నిరూపణయే మాక్స్ వెల్ సమీకరణ ఫలితము.

$$\left. \begin{aligned} \frac{dH_z}{dy} - \frac{dH_y}{dz} &= K \frac{d\xi_x}{dt} \\ \frac{dH_x}{dz} - \frac{dH_z}{dx} &= K \frac{d\xi_y}{dt} \\ \frac{dH_y}{dx} - \frac{dH_x}{dy} &= K \frac{d\xi_z}{dt} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11)$$

7, 8, 10, 11 సమీకరణములను మాక్స్ వెల్ సమీకరణము లందురు. ఈ నాలుగును విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతసారమని చెప్పవచ్చును.

మరొక విశేషమేమన, నాటికే కాంతి నిర్ణీతమైన వేగముతో ప్రసరించి పురోగమించునని ప్రయోగరీత్యా కనుగొనిరి. దానివేగము సెకనుకు  $3 \times 10^{10}$  సెంటీ మీటరులు. అనగా సెకను 1,88,000 మైళ్లు. ఏదైనతరంగము ఇంత వేగముతో పురోగమించ వలెననిన ఈతర్ కు ఏమాత్రము బరువులేకయైన పోవలెను, లేదా అది అపరిమితమైన గట్టిదనమును కలిగియైనను ఉండవలెను. బరువు లేకపోయినచో అది ద్రవ్యమే కాదు. అటువంటిదానికి అపరిమితమైన గట్టితనమెట్లు వచ్చును? అంతగట్టిపదార్థము సర్వాంతర్యామిగా ఉన్నప్పుడు విశ్వములో ఇతరవస్తువు లెట్లు కదలును? ఇవన్నియు తీరని సమస్యలు. కాంతి విద్యుదయస్కాంతతరంగవిశేషమని మాక్స్ వెల్ చూపగనే ఈ సమస్యలన్నియు సూర్యునిముందు మంచు విడినట్లు విడి పోయినవి.

మాక్స్ వెల్ సమీకరణములను సరియయిన గణితశాస్త్ర పద్ధతులచే వ్యవహరించిన ఆసమీకరణములనుండి దిగువ ముఖ్యసమీకరణము <sup>8</sup> వచ్చును.

$$8. \frac{d^2\xi_x}{dx^2} + \frac{d^2\xi_x}{dy^2} + \frac{d^2\xi_x}{dz^2} = \mu K \frac{d^2\xi_x}{dt^2} \dots\dots\dots(12)$$

దీనిని క్రింది విధముగా కూడ వ్రాయవచ్చును:

$$\nabla^2 \xi_x = \mu K \frac{d^2\xi_x}{dt^2} \dots\dots\dots(13)$$

ప్రైసంకేతములలో  $\nabla^2$  అను దానిని లాప్లాస్ అను ప్రవర్తకము అందురు. అది  $\left( \frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2} \right)$  అను ప్రవర్తకమునకు గుర్తు. ఆ విధముగ  $\xi_y, \xi_z, H_x, H_y, H_z$  లకు కూడ సమీకరణములు వ్రాయవచ్చును. మాక్స్ వెల్ సమీకరణముల నుండి ఉదాహరణకు :

$$\nabla^2 H_x = \mu K \frac{d^2 H_x}{dt^2} = \left( \frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2} \right) H_x \dots\dots\dots(14)$$

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} = \frac{1}{v^2} \frac{d^2 u}{dt^2} \dots\dots\dots(15)$$

అను సమీకరణము తరంగ ప్రసరణకు సంబంధించిన సాధారణ సమీకరణము. అందులో  $v$  అను సంఖ్య తరంగ గమనవేగము. 13 ను గాని, 14 ను గాని, 15 తో వైపారుచేసి చూచిన

$$\frac{1}{v^2} = \mu K, \text{ లేదా } v = \frac{1}{\sqrt{\mu K}} \dots\dots\dots(16)$$

అని తేలును. దీని విపులార్థము ఏమనగా, మాక్స్ వెల్ సమీకరణములు విద్యుదయస్కాంత తరంగముల సమీకరణములనియు,



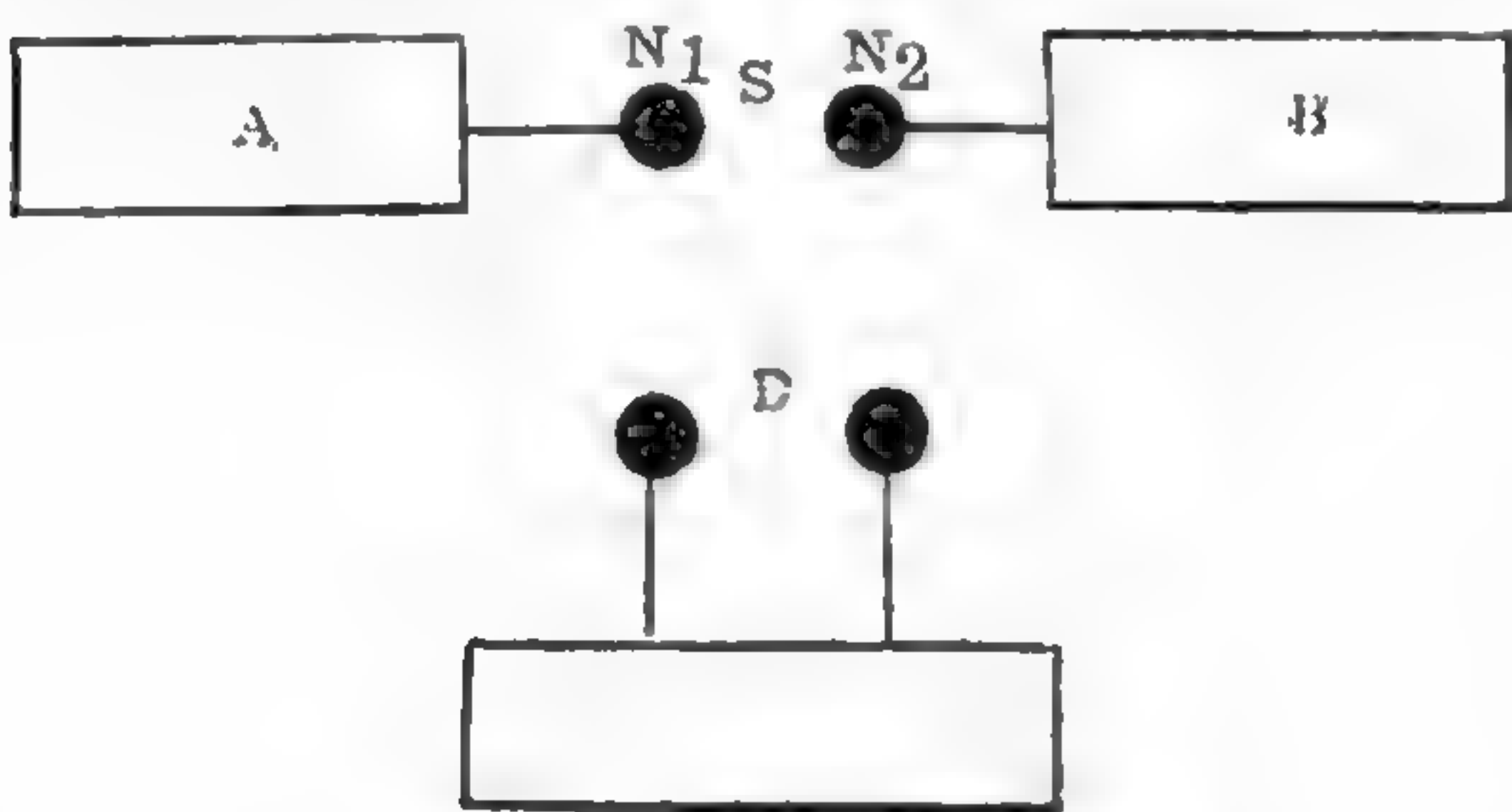
## విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము

అంతవరకు విద్యుత్తునకుగాని, అయస్కాంతత్వమునకు గాని ఏవిధమైనసంబంధము లేకుండ వృద్ధిపొందుచు వచ్చిన శాస్త్రజ్ఞానము నాటినుండి విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతములో లీనమయినది. పైచారిత్రాత్మకవిషయమే మాక్స్ వెల్ సమీకరణముల ఫలితము.

మాక్స్ వెల్ సిద్ధాంతములకు ప్రాయోగికనిర్ధారణ: మాక్స్ వెల్ తన విద్యుదయస్కాంత కాంతి సిద్ధాంతమును 1885 లో

ప్రతిపాదించెను. కాని కాంతివేగము  $\frac{1}{\sqrt{\mu K}}$  అగుటతప్ప

వేరొక రుజువు ఏదియును తరువాత 15 సంవత్సరములవరకును లేదు. 1880 లో హెర్ట్స్ అను శాస్త్రకారుడు మాక్స్ వెల్ సిద్ధాంతమునకు ప్రత్యక్షప్రాయోగిక నిదర్శనము కల్పించెను. ఆయన చేసిన ప్రయోగము ఈవిధముగ వివరింపవచ్చును. ASB అనునది ధారణసామర్థ్యము, ప్రేరేపణ, నిరోధములు గల విద్యుత్సార్గము. అటువంటి విద్యుత్సార్గము ఉన్నప్పుడు కొన్ని పరిస్థితులలో  $N_1, N_2$  ల



10 వ పటము : విద్యుత్ కంపకము.

మధ్య స్పందనరూపకమైన విద్యుత్ ప్రవాహము జరుగును. అనగా,  $N_1, N_2$  ల మధ్య విద్యుత్తు ఒకమారు ఒక వైపు, ఇంకొకమారు ఇంకొక వైపు అతివేగముగ దిక్కులు మార్చుచు ప్రవహించును. సెకనుకు ఈమార్పు  $n$

ఆ తరంగములు 10 వ సమీకరణములోని

$$V = \frac{1}{\sqrt{\mu K}} \text{ అను వేగముతో పురోగమించుననియు గోచ}$$

రించును. ప్రయోగికముగ  $\frac{1}{\sqrt{\mu K}}$  యొక్క విలువకాంతి గమన

వేగమునకు సమానమని తెల్పించిన తేలును. అనగా

$$\frac{1}{\sqrt{\mu K}} = 3 \times 10^{10} \text{ సెంటీమీటరులు/సెకను.}$$

ఈవిషయము భౌతికవిజ్ఞానచరిత్రలో అత్యంతముఖ్యమైనది. కాంతి  $1/\sqrt{\mu K} = 3 \times 10^{10}$  సెంటీమీటరులు / సెకను వేగముతో పురోగమించుననియే కాక కాంతితరంగములు విద్యుదయస్కాంతతీర్మాన తరంగములనికూడ తేలినది.

పర్యాయములు జరిగిన 'n' ను పౌనఃపున్యము అందురు. ఇది ఆయన ప్రయోగములలో సెకనుకు కొన్ని లక్షలమార్లు జరిగినది. ఈపౌనఃపున్యము  $10^{10}$  వరకు ఉండును.  $N_1, N_2$  లకు దూరముగ D అన్నచోట ఒక తీగను దరిదాపు వలయాకారములో చుట్టి చివరలందు మాత్రము ఎడముండునట్లు ఉంచెను.  $N_1, N_2$  ల మధ్య పై చెప్పిన కంపనోత్పన్నము జరిగినప్పుడు D వద్ద తీగచివరల మధ్య చిన్న చిన్న మెరుపుతీగలవంటి విద్యుత్ స్ఫులింగములు బయల్పెడలుట హెర్ట్స్ కనిపెట్టెను. అనగా  $N_1, N_2$  ల నుండి విద్యుత్ ప్రసారము బయలుదేరి మధ్యనున్న ప్రదేశము గుండా D వద్దకు ఏవిధమైనతీగతోవలేకుండనే వచ్చుచున్నదన్నమాట. దీనిలంతరార్థమే విద్యుదయస్కాంత తరంగ ప్రసారము. మాక్స్ వెల్ సిద్ధాంతరీత్యా చెప్పినజ్యోత్యమునకు ఇదియే ప్రాయోగికమైననిర్ధారణ. అప్పటినుండి విద్యుదయస్కాంతతరంగములయొక్క భౌతికవాస్తవికత్వము రూఢి అయినది. తరువాతిప్రయోగములవలన ఈ విద్యుదయస్కాంతతరంగములు సాధారణ కాంతితరంగములవలెనే పరావర్తనమొందుట, వక్రీభవనమొందుట, మిథోఘటనమొందుట, వివర్తనమొందుటకూడ ప్రయోగరీత్యా రుజువయినది. నేడు ఒకచివర ప్రసారిత రేడియోతరంగములు మొదలుకొని ఉష్ణతరంగములు, కాంతితరంగములు, X-కిరణములు, గ-కిరణములు - ఇవన్నియు ప్రత్యేకవిద్యుదయస్కాంతతరంగములని పూర్తిగా తెలిసినది. నాటి మాక్స్ వెల్ సమీకరణములే వీటన్నిటికి పునాదియని చెప్పవలెను. ఈవిధముగ విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము మాక్స్ వెల్ చేతులలో పరిణతిని చెందినది.

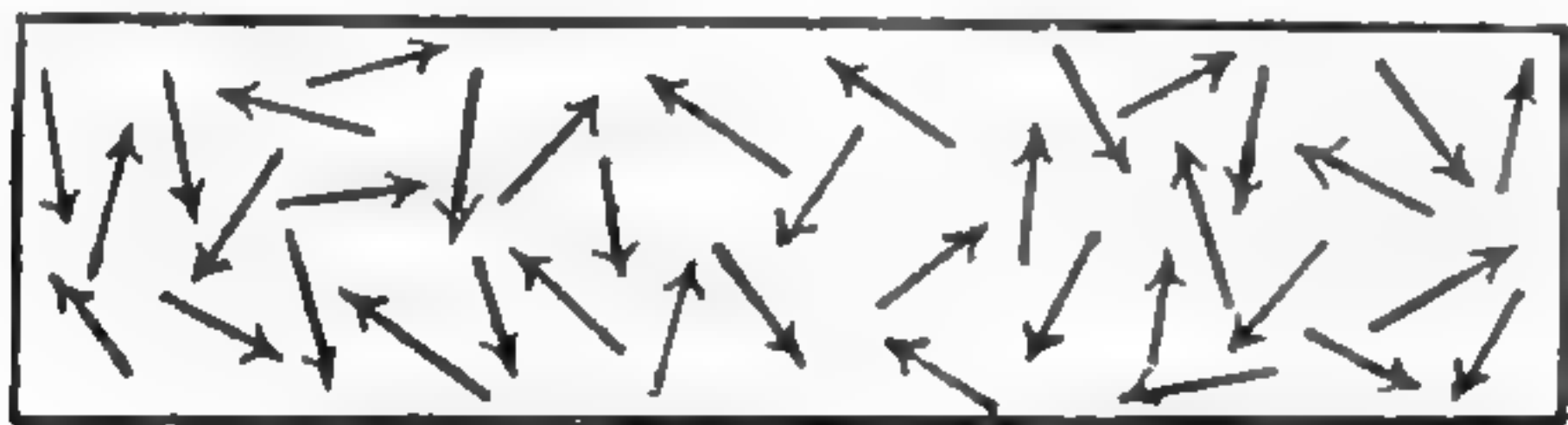
విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతము - నేటి భౌతికవిజ్ఞానము : ముందు భాగములందు నేర్చికొనిన దానినిబట్టి కాంతి తరంగవిశేషమనియు, న్యూటన్ నాటి కణసిద్ధాంతము పూర్తిగా త్రోసిరాజైనదనియు భావము కలుగవచ్చును. ఈభావములో కొంతసత్యము, కొంతఅసత్యమును కలదు. కణసిద్ధాంతము న్యూటన్ నాటిరూపములో కాకపోయినను నేడు ఆధునికవిజ్ఞానములో చాల మార్పుచెందినరూపములో పునర్జన్మ మొందినది. దీనినే క్వాంటండైనమిక్స్ (చా. తరంగయాంత్రికశాస్త్రము - పు. 203) అందురు. 20 వ శతాబ్దములో శాస్త్రపరిశోధనలవలన అనేక విచిత్రసూచారములు బయలుపడినవి. వాటివలన 19 వ శతాబ్దపు భౌతికశాస్త్రములో విప్లవపూరితమైన మార్పులు కలిగినవి. ప్రస్తుతసందర్భములో చెప్పదగినదేమనగా కాంతికి తరంగరూపము, కణరూపముకూడ కలదని నేటిశాస్త్రము అంగీకరించినది. ఈ రెండును మొదటి పరస్పరవిరుద్ధసంఘటన



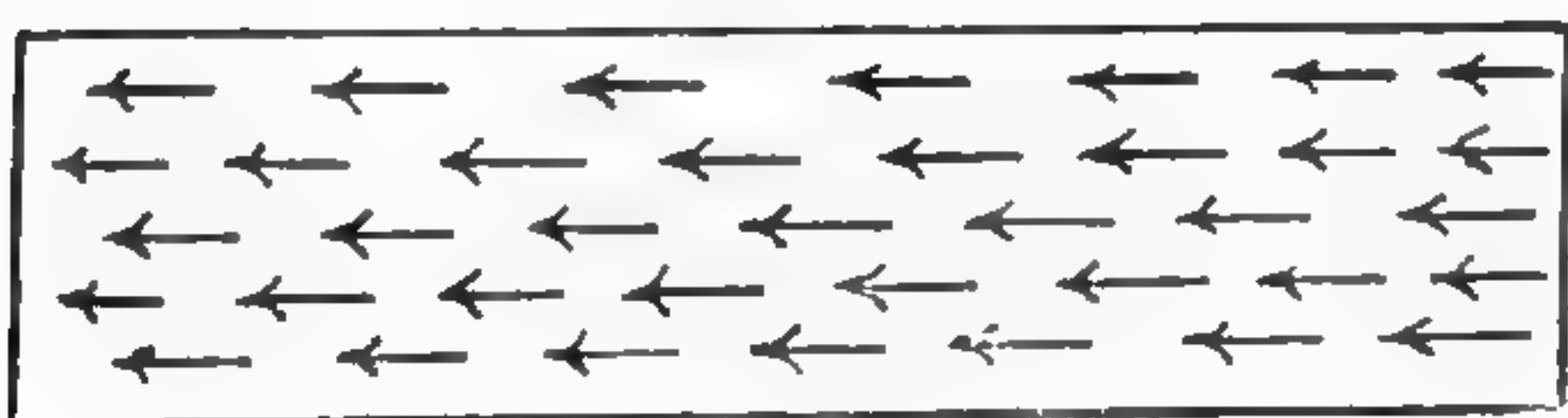
అనియు, ఈక్లిష్టసంఘటన భౌతికశాస్త్రములో విషమసమస్య అనియు భయపడిరి. కానిక్రమేణ ఈరెండింటిని చాలవరకు సమన్వయించుచు ప్రడింగర్ అను విజ్ఞానవేత్త 'తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము' అను సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. 1913 లో బోర్ పైడ్రోజన్ యొక్క నిర్మాణమును, దాని చాతుషప్రవర్తనను సాధారణ విద్యుదాకర్షణసూత్రముల ననుసరించి క్వాంటంసిద్ధాంతమును ఉపయోగించి విశదీక

చెను. ఇందులోని విచిత్రమేమనగా ఈసిద్ధాంతములో ఉపయోగపడిన ఆకర్షణసూత్రములు పూర్వపు విద్యుదయస్కాంత ఆకర్షణ సూత్రములే. ఆయన ఉపయోగించిన యాంత్రికసిద్ధాంతము మాత్రము పూర్వపు సంప్రదాయ సిద్ధాంతము కాదు. ఈ తరంగయాంత్రికమును ఉపయోగించినచో పరమాణునిర్మాణము, పరమాణుసమూహ నిర్మాణము-వాటి ప్రవర్తన మొదలగు అనేకవిషయములు చాల బహుగా వివరించబడును. పరస్పరవిరుద్ధములు అనుకొనిన తరంగాంధాంతములు చాలవరకు సమన్వయించబడి 20 వ శతాబ్దములో విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము పూర్వ శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించనిరీతులలో పరిణామము చెందినను దాని ప్రాంతసూత్రములు నేటి భౌతికశాస్త్రములో ఒక ప్రత్యేకప్రాధాన్యముకలవిగా పరిగణించబడుచున్న వనిన అతిశయోక్తికానేరదు.

ఆధునిక అయస్కాంతసిద్ధాంతము : ప్రకృతిలో లభించు అయస్కాంత ఖనిజములు మొదలుకొని సాధారణముగా లేబోరేటరీలలో ఉపయోగించు అయస్కాంతములవరకు అందరికిని కొద్దిగనో, గొప్పగనో తెలుసును. కాని, అయ



a



b

a అయస్కాంతీకరణమునకు పూర్వము అణువుల క్రమరహితస్థితి వేళము

b అయస్కాంతీకరణమునకు తరువాత అణువుల క్రమయుతస్థితి వేళము

స్కాంతసిద్ధాంతము ఇటీవలనే ఉద్భవించినదని చెప్పవలెను. మొట్టమొదటి సిద్ధాంతము ప్లాసాన్ (1781-1840) అను శాస్త్రజ్ఞునివలన వివరించబడినది. కాని, దానికి చారిత్రా

త్మకమైన విలువకన్న మరేమియు లేదు. ఆతరువాత వీబర్ అనుశాస్త్రజ్ఞుడు మరొక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. ఆసిద్ధాంతప్రకారముగా ప్రతి అయస్కాంతములో నున్న అణువులన్నియుకూడ శాశ్వతాయస్కాంతము అనియు అవి అనయస్కాంతధాతువులో చిందరవందరగా ఉండుట చేత సరాసరిని అయస్కాంతత్వము కనపరచవనియు ఆ ధాతువును అయస్కాంతీకరించడములో ఉపయోగించు, అయస్కాంత క్షేత్రభావమువల్ల క్రమపద్ధతిలోనికి తేబడు ననియు, అందువలన లోహము అయస్కాంతత్వమును సూచించును అనియు వీబర్ వివరించెను; ఈసిద్ధాంతము యూవింగ్ అను శాస్త్రజ్ఞునిచేతిలో పరిణతిచెందినది. 'a' పటములో అనయస్కాంతధాతువులోని స్థితి, 'b' పటములో అయస్కాంతీకృతమైనస్థితి సూచించబడినవి..

వై సిద్ధాంతము అనేకవిధములుగా ఉపయోగకరమైనప్పటికిని ఆధునికవిజ్ఞానదృష్టిలో సరియైనదికాదని తేలినది. ఆధునికసిద్ధాంతములు సూత్రప్రాయముగా, క్లుప్తముగా క్రిందవివరించినట్లున్నవి.

ఆధునిక సిద్ధాంతము : నేటి విజ్ఞానపరిశోధనలవలన ఏ ద్రవ్యములోనూ శాశ్వతాయస్కాంతములు లేవని తెలిసినది. ప్రతి ద్రవ్యములోను ఉన్న పరమాణువులలో నిరంతరము పరిభ్రమించు ఎలక్ట్రాన్లను భాగములయొక్క విశిష్ట గుణములవలన అయస్కాంతత్వము ఏర్పడునని తేలినది. దీనిని గురించి తెలుసుకొనుటకుముందు పరమాణువులయొక్క అంతరనిర్మాణమునుగురించి కొంతతెలుసుకొనవలెను. సూతన సిద్ధాంతప్రకారము పరమాణువు సౌరవ్యూహమువలె ఉండును. పరమాణువుయొక్క బరువు అంతయు అతిసూక్ష్మమైన ప్రదేశములో కేంద్రీకరించుకుని ఉండును. దీనిని 'కేంద్రకము' అందురు. ఇది మనసౌర వ్యూహములోని సూర్యునివలె ఉండును. సూర్యునిచుట్టును గ్రహములవలె, కేంద్రకముచుట్టును ఎలక్ట్రాన్లు నిరంతరము పరిభ్రమించుచు ఉండును. ఒకే ఎలక్ట్రాన్ పైడ్రోజన్ కేంద్రకముచుట్టు తిరుగుచుండును. ఇతర పరమాణువులలో కేంద్రకముచుట్టును అధికమైన ఎలక్ట్రాన్లు వివిధ కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచుండును. ఈ పరిభ్రమణములో నున్న ఎలక్ట్రాన్లు విద్యుత్ప్రవాహమునకు సమానము. ప్రవహించు విద్యుత్తువలన అయస్కాంతక్షేత్రము ఏర్పడునని ఆంపియర్ సిద్ధాంతమువలన క్రిందటిశతాబ్దములోనే విద్యుత్సిద్ధాంతములోవివరించబడినది. కనుక, పరమాణువులోని అయస్కాంతత్వమునకు మూలము ఈ ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమణము ఒకటి. ఇంతేగాక, ఎలక్ట్రాన్ కేంద్రకము చుట్టును పరిభ్రమించుటయేగాక, భూమివలె తనలోతానే



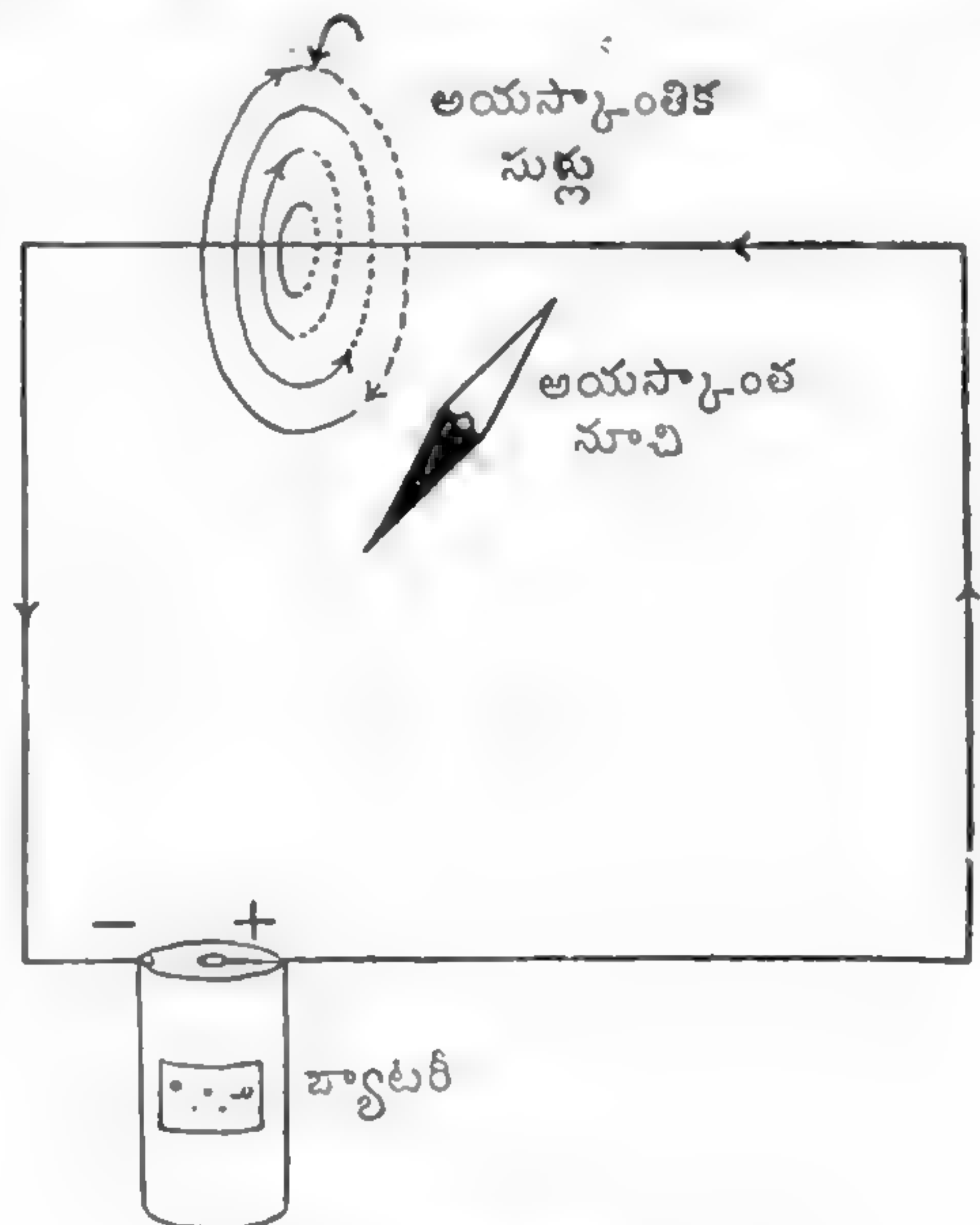
## విద్యుత్సాపకములు

భ్రమించునని ఆధునిక సిద్ధాంతము. పైగా, కేంద్రకము తనలోతన భ్రమించును. ఈవివిధ పరిభ్రమణములే అయస్కాంతత్వమునకు కారణములని ఆధునిక ప్రకృతిశాస్త్రము నిరూపించినది. ఇందువలన సాధారణముగా జనసామాన్యము అనుకునే ఇనుము, ఉక్కు ద్రవ్యములకేకాక, అయస్కాంతత్వము ద్రవ్యమున కంతటికిని ఉండు సామాన్య లక్షణమని తేలును. అయస్కాంతత్వము ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులన్నిటిలోనూ ఉండును. స్థలాభావము, ఇతర కారణములవలన ప్రస్తుతము ఎలక్ట్రాన్లు కేంద్రకము చుట్టును తిరుగుటవలన జనించిన ఫలితములే ఇచ్చట ముచ్చటించబడును.

వివిధ అయస్కాంతములు : అయస్కాంతత్వము మూడు రకములుగ నున్నది: 1. డయా-, 2. పారా-, 3. ఫెర్రో అయస్కాంతత్వములు. అనేక అణువులలో ఈఎలక్ట్రాన్ల పరిభ్రమణ మండలములు ఒకేరీతిగా అమరియుండుటవలన అణువుయొక్క మొత్తము అయస్కాంతము శూన్యము కావచ్చును. ఉదాహరణకు : రాగి, బంగారము, బిస్మత్తు అణువులు ఇటువంటివి. వీటిని మొదటిరకపు అణువులు అందుము. మరియొకరకపు అణువులలో ఇటువంటి పరస్పరనిర్మూలన జరుగక పోవుటవలన అణువు మొత్తము మీద శేషించిన అయస్కాంతత్వము ఉండవచ్చును. ఉదాహరణకు : అల్యూమినియము, ప్లాటినమ్ అణువులు. ఈ శేషాయస్కాంతము సాధారణముగా బహుస్వల్పముగా ఉండును. వీటిని రెండవ రకపు అణువులు అందుము. ఇందులోనే మరియొకవిభజన చేయతగిన అయస్కాంతత్వముకూడ ఉన్నది. ఉదాహరణకు : ఇనుము, ఉక్కు, కోబాల్ట్, నికెల్ మూలద్రవ్యములు మరికొన్ని ధాతు మిశ్రములు - వీటి అణువులలో ఈ శేషాయస్కాంతము మిక్కుటముగా ఉండును. వీటిని మూడవరకపు అణువులు అందుము. మొదటిరకపు అణువుల బాహ్యఅయస్కాంతక్షేత్రములో ఉంచిన వాటికి అణుసంబంధమైన అయస్కాంతత్వము లేనప్పటికిని ప్రత్యేక ఎలక్ట్రాన్ల పరిభ్రమణ మండలములపై అయస్కాంతక్షేత్రము నెరపు ప్రభావమువలన అయస్కాంతత్వము ఏర్పడును. సిద్ధాంతరీత్యా వాటిలో అయస్కాంతప్రరోచన (మాగ్నెటిక్ ఇన్ డక్షన్) వలన ఏర్పడిన అయస్కాంతత్వము బాహ్యవరణకు ప్రతికూలముగా ఉండును. దీనిని డయా 'మాగ్నెటిజమ్' అందురు. ఎలక్ట్రాన్లు అన్ని ద్రవ్యాణువులలోను ఉండుటచేత ఈ డయా మాగ్నెటిజమ్ ప్రతిద్రవ్యములోను కలుగును. అనగా, ఇది ద్రవ్యముల సామాన్యలక్షణము. ఇక బాహ్య అయస్కాంతక్షేత్రములో రెండవరకపు శేషాయస్కాంత

అణువులు స్వతహాగా అయస్కాంతములగుటచేత మొత్తము అయస్కాంతత్వము బాహ్యక్షేత్రమునకు అనుకూలముగా ఏర్పడి, అయస్కాంతప్రరోచన హెచ్చు అగును. ఇదికూడ స్వల్పమైనను, మొదటిరకపు డయా మాగ్నెటిజమ్ కన్న ఎన్నోరెట్లు హెచ్చుగానుండును. దీనిని పారామాగ్నెటిజమ్ అందురు. ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమణ వీటిలోను ఉండుట వలన, ద్రవ్యసామాన్యమైన మాగ్నెటిజమ్ కూడ ప్రేరితమైనను, ఇది చాల స్వల్పమగుటచేత అణువు మొత్తము పారా మాగ్నెటిజమ్ కనబడును. ఇక మూడవరకపు అణువులు : ఇవి స్వతహాగానే చాలబలీయమైన అయస్కాంతములై ఉండుటచేత పారామాగ్నెటిక్ అణులవలెనే ప్రవర్తించును. కాని, వీటిలో ప్రేరేపించబడిన అయస్కాంతత్వము అన్నిటికంటె అతి మిక్కుటముగా నుండును. ఇటువంటివి : ఇనుము, ఉక్కు మొదలైనవి. సాధారణముగా అయస్కాంతములుగా వ్యవహరించబడేవి ఇవే. వీటిని ఫెర్రోమాగ్నెటిక్ అణువులనియు, ఈవిధమైన ప్రవర్తన ఫెర్రోమాగ్నెటిజమ్ అనియు అందురు. రా. వెం. సుం.

విద్యుత్సాపకములు : విద్యుత్సంఘటనల అనుకూలతలో తరుచుగా మనము కొలువవలసిన పరిమాణములు : ప్రవాహతీక్షణత, లేదా విద్యుత్వలయములో సంచలించుచున్న విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవాహపు రేటు; విద్యుచ్ఛక్తి



1 వ పటము

విద్యుత్తువలన అయస్కాంత ఫలితము

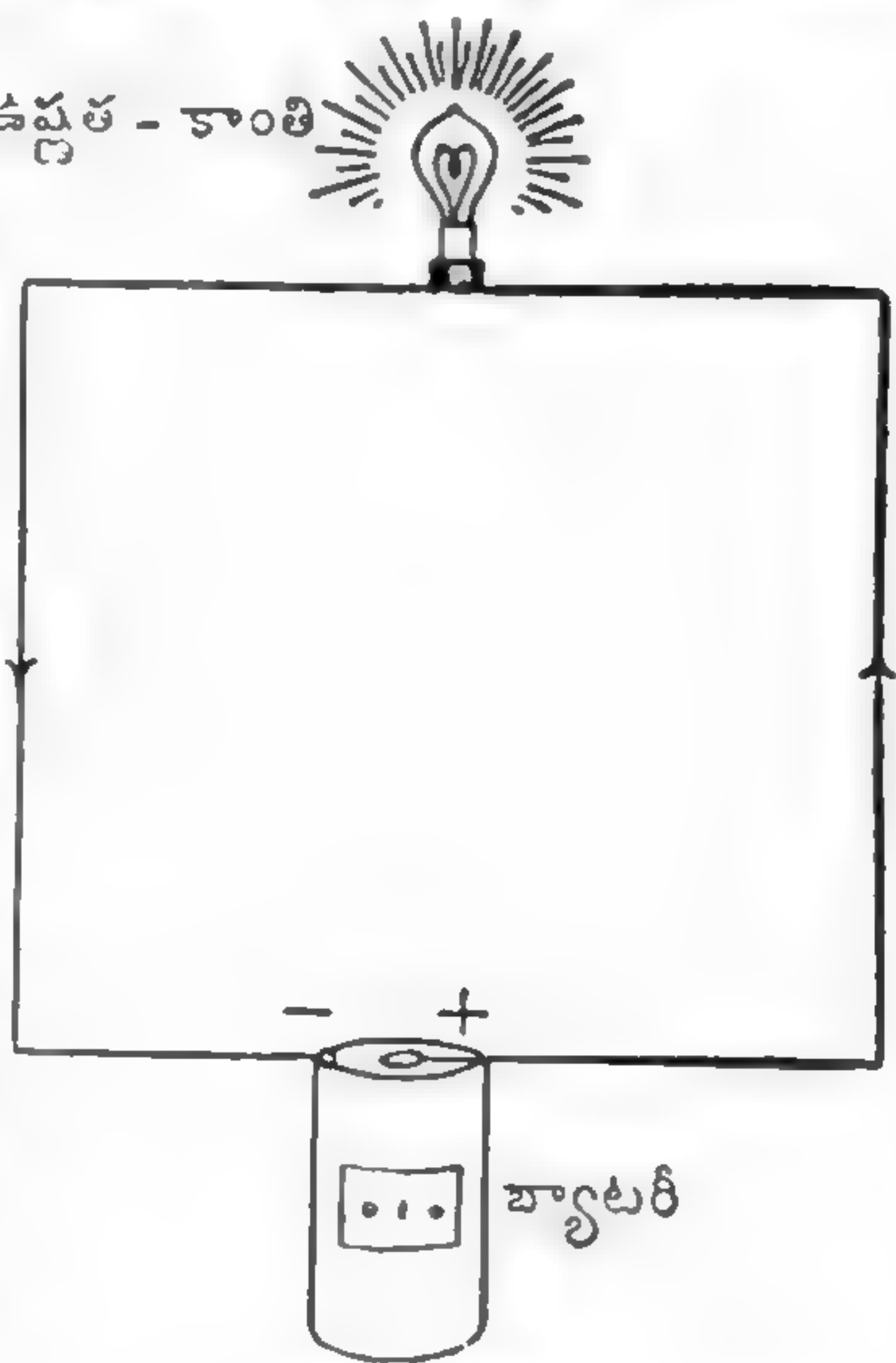
లేదా ఎలక్ట్రాన్లను వలయముగుండా పంపించుటకు సమర్థమైన, ఎలక్ట్రాన్లప్రేషము. ప్రవాహతీక్షణతను ఆంపియర్లలోను విద్యుచ్ఛక్తిను వోల్ట్లలోను వ్యక్తపరచుట



సంప్రదాయము. విద్యుత్ప్రవాహమువలన మనకు లభించు సుని వాట్టులలో కొలువవచ్చును. ఈపరిమాణములను నిశితముగా కొలుచుటకు పరికరములు అవశ్యకము. విద్యుత్ ప్రవాహము వేడిమివలె మన ఇంద్రియములకు గోచరమగునది కాదు. అందువలన విద్యుత్తు ప్రవహించుచు వలయముగానాచరించు ద్రవ్యమందు కలుగు కూర్పుల ఫలమును కొలుచుటవలన వైనిచెప్పిన పరిమాణములను కొలువవచ్చును. విద్యుద్వలయమందు విద్యుత్ ప్రవాహము మూడువిధములగు ఫలములను చూపగలదు. మొదటిది : వలయమార్గముచుట్టు అయస్కాంతక్షేత్రము కలిగి ఉద్భవించును. దీనికి 'అయస్కాంతఫల' మని పేరు. ఈ అయస్కాంతఫలము వలయమందు ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహశీతలనుపట్టి ఉండును.

రెండవది : వలయమందలి నిరోధమునకు ఎదురొడ్డి ప్రవాహించు విద్యుత్తు వేడిమిని జనింపజేయగలదు. ఈవేడిమి ప్రవాహశీతలవర్గముతో అనులోమముగా మారుచుండును. ఇది తపనఫలము. మూడవది : ఆప్లముగాని, లవణముగాని లీనమైయున్న ద్రావణముగుండా ప్రవహించు విద్యుత్తు విలీనద్రవ్యమును రాసాయనికముగా విశ్లేషించును (చూ. పటము 3). సిద్ధాంతదృష్టిలో ఈమూటిలో దేనిని ఉపయోగించినను ప్రవాహ శీతలను, విద్యుచ్ఛక్తిను కొలుచుటకు వీలున్నది. వ్యవహారములో అయస్కాంత ఫలమును ఉపయోగించు పరికరములు సాధారణముగా వాడుకలో నున్నవి. తపన ఫలమును తత్తతంతు పరికరము వంటి విశేషపరికరములకు ఉపయోగింతురు. విద్యుత్ విశ్లేషణ ఫలము ప్రవాహ శీతలను కొలుచుటకు ఉపయోగించరు.

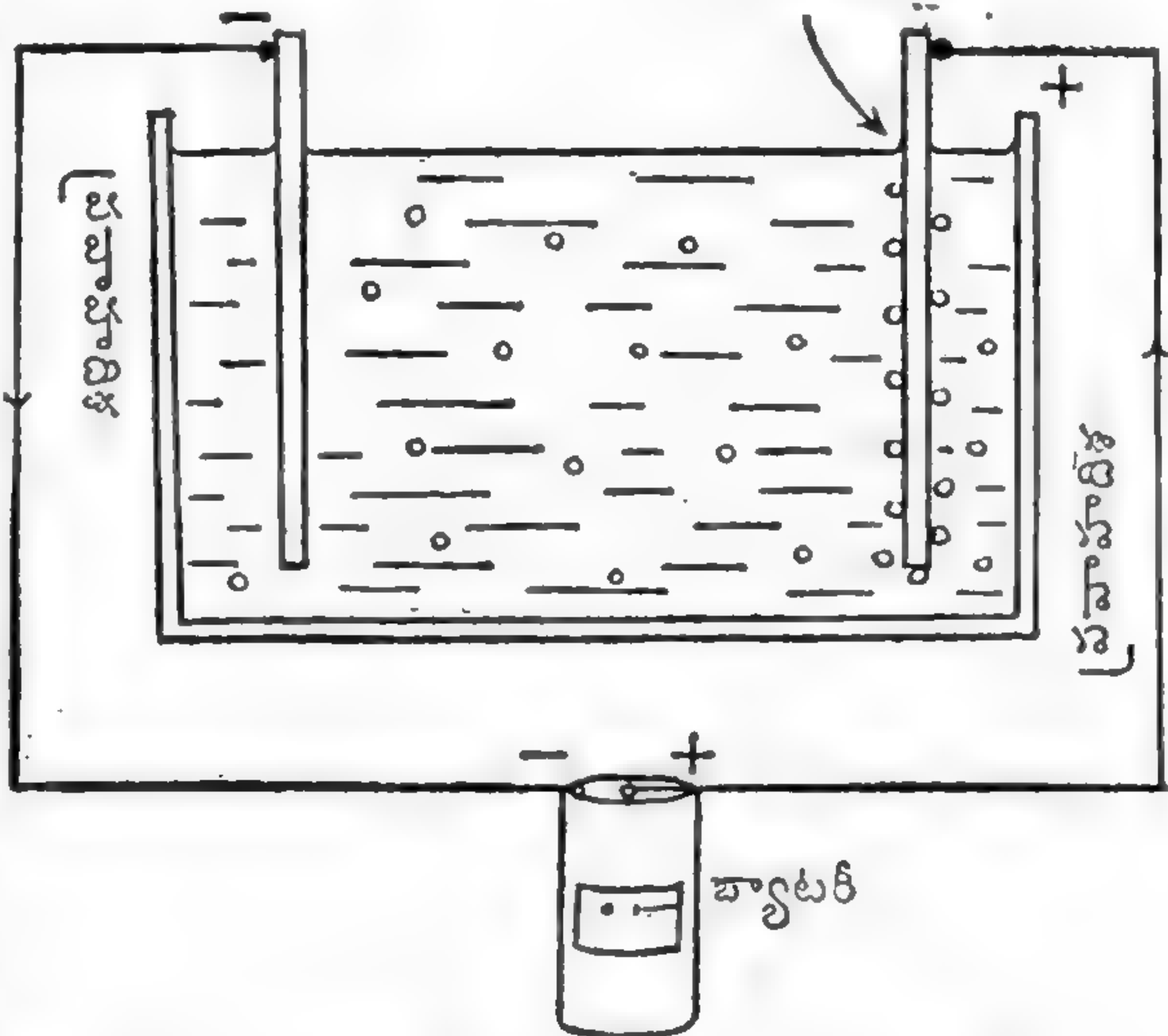
అయస్కాంత పరికరములు : అయస్కాంతఫలమును ఉపయోగించి పనిచేయు పరికరమునకు గాల్వనీ మీటరు అనిపేరు. వాటి దార్జ్యము, నైశిత్యము, సారళ్యము, ఉత్తర దక్షిణములకు సారింపి ఉండును.



2 వ పటము : విద్యుత్తువలన కాంతి ఉత్పత్తి

చులకదనము మొదలగు గుణములు కారణముగా, ఋజు (డి. సి.) విద్యుత్ ప్రవాహమునకుగాని, ఆవర్తి (ఎ. సి.)

విడివడిన ఆక్సిజన్



3 వ పటము : విద్యుత్తువలన రాసాయనిక విశ్లేషణము

విద్యుత్ ప్రవాహమునకుగాని ఈ గాల్వనీ మీటరులే వాడుకలో ఉన్నవి. ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహమును మోయుచున్న తీగచుట్టు జనించు అయస్కాంతక్షేత్రపు దిక్కు, బలము ఈ రెండును ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహముతో మారుచుండును. గనుక ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహమును కొలుచుటకు ఉపయోగించు గాల్వనీ మీటరుల రచన ఋజు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు ఉపయోగించు వాటి రచనకంటె భిన్నముగా ఉండును. ప్రస్తుతవర్ణనీయ విషయము ఋజు విద్యుత్ప్రవాహ గాల్వనీ మీటరులే.

ఈ గాల్వనీ మీటరులలో నాలుగు రకములు ఉన్నవి : 1. స్పర్శజ్యా (టేస్టెంట్) గాల్వనీమీటరు ; 2. డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు ; 3. ప్రాక్షేపిక (బేలిస్టిక్) గాల్వనీమీటరు ; 4. వెస్టన్ గాల్వనీ మీటరు. ఇవి క్రమముగా ఒకదానికన్న ఒకటి క్లిష్టమైనవియు, నిశితమైనవియును.

స్పర్శజ్యా గాల్వనీ మీటరు : ఇది మిక్కిలి సరళమైన పరికరము. ఒక దిమ్మపై నిలువుగా నిలబెట్టిన తీగ చుట్టయొక్క కేంద్రస్థానమున చిన్న శాశ్వతాయస్కాంత సూచి స్వేచ్ఛగా భ్రమించుటకు వీలగునట్లు ఒకసూది మొనపై మధ్యగా అమర్చి ఉండును (చూ. 4 వ పటము - పు. 682). ఈ సూచి (కాంపస్) ఊతిజ సమానాంతరతలములో స్వేచ్ఛగా తిరుగాడ గలదు కనుక అది ఎల్లప్పుడును. అనగా తీగచుట్టలో విద్యుత్ ప్రవాహము లేనప్పుడు ఉత్తర దక్షిణములకు సారింపి ఉండును.

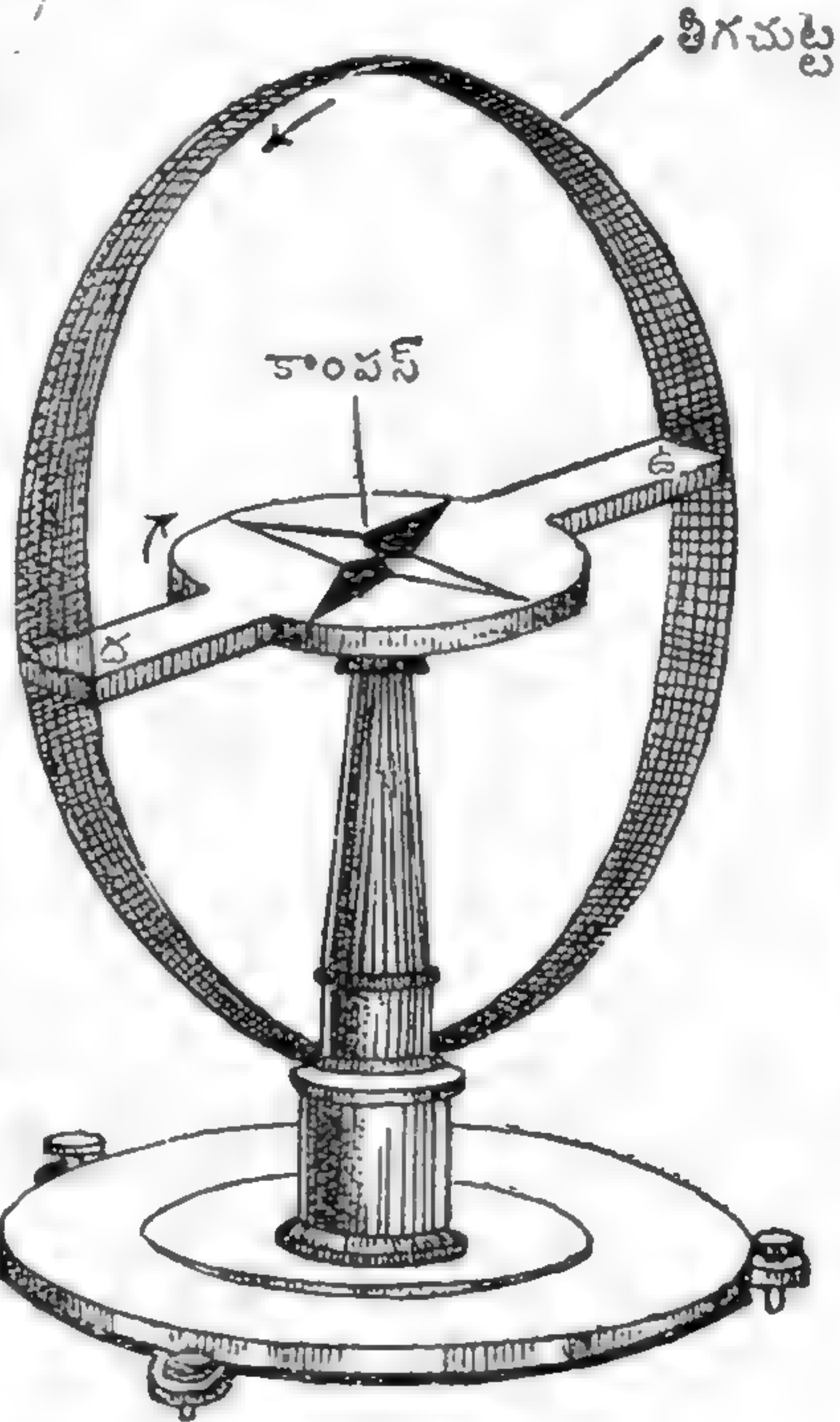


## విద్యుచ్ఛాపకములు

ఈ పరికరమును వాడుకచేయు పూర్వము తీగచుట్టతలము కూడ సూచి తలముతో సమానముగా ఉండునట్లు తీగచుట్టను తిప్పవలెను. ఈ పనిచేసిన తరువాత సూచి క్రింద నున్న స్కేలు

లో శూన్య చిహ్నము మీదఉండును.

కొలువ నున్నవిద్యుత్తు తీగచుట్ట గుండా ప్రవహించునట్లు చేసినప్పుడు ప్రవాహ శీఘ్రతకు అనుగుణముగా బలము గల అయస్కాంత క్షేత్రము తీగచుట్ట చుట్టును ఉద్భవించును. ఈ అయస్కాంత క్షేత్ర బలము

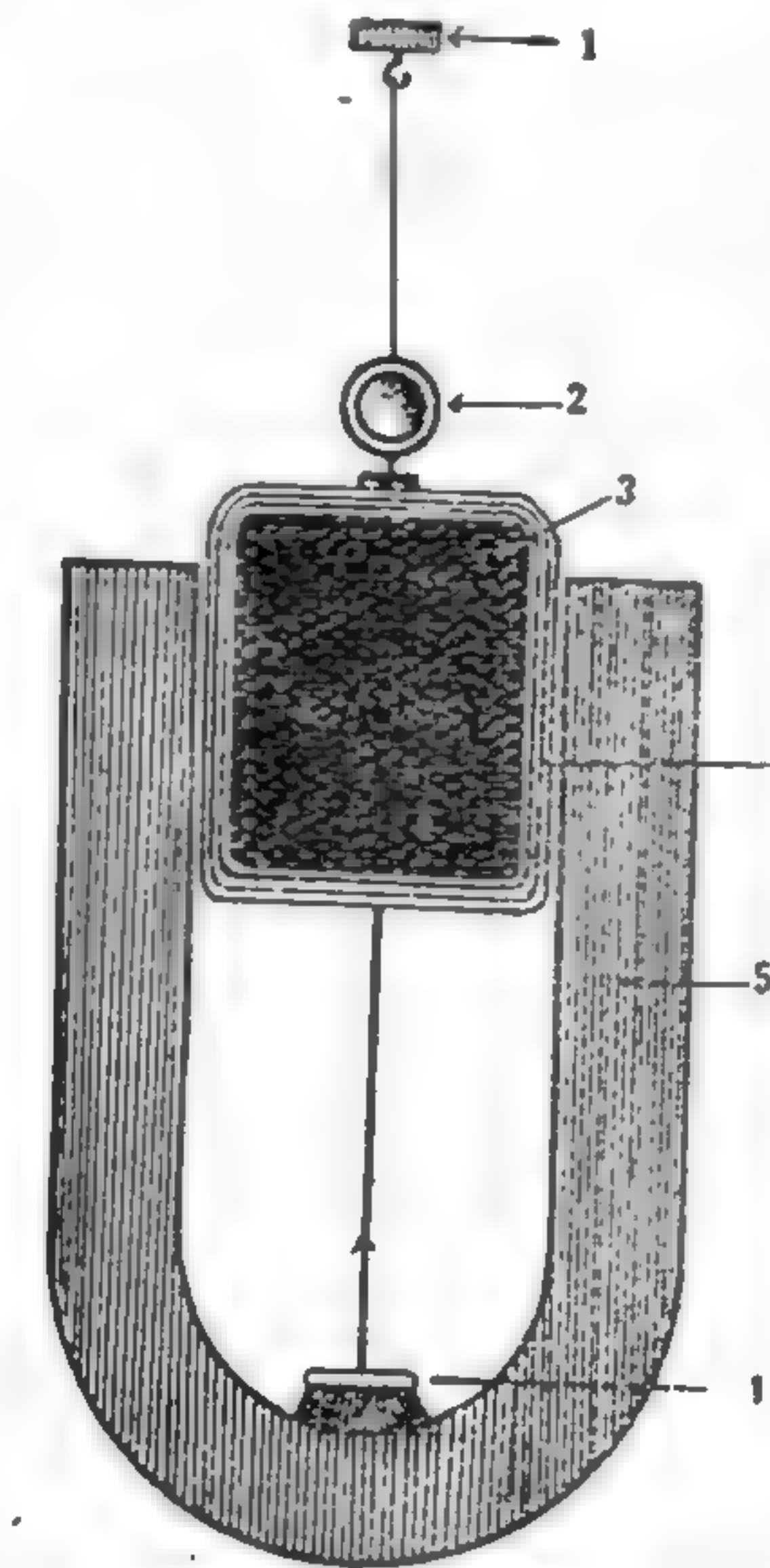


4 వ పటము : స్పర్శజ్యా గాల్వనీ మీటరు

తీగచుట్టలోనున్న వర్తులముల సంఖ్యనుపట్టియు, విద్యుత్ ప్రవాహశీఘ్రతనుపట్టియు ఉండును. విద్యుత్తు 4 వ పటములో చూపిన దిక్కున ప్రవహించుచుండిన, తీగచుట్ట ముఖము వైపు ఉత్తర ధ్రువమును, వెనుకవైపు దక్షిణ ధ్రువమును అయస్కాంత క్షేత్రమందు కన్పట్టును. తీగచుట్ట ఉత్తర ధ్రువము సూచియొక్క దక్షిణధ్రువమును, దాని దక్షిణ ధ్రువము సూచియొక్క ఉత్తర ధ్రువమును ఆకర్షించును. ఈ ఆకర్షణ మొత్తపు ఫలముగా సూచి మునుపటి శూన్య స్థానమునుండి సవ్యదిశలో భూమియొక్క అయస్కాంత ఆకర్షణ దిశకు విరుద్ధముగా భ్రమించి సమతుల్యస్థితిని స్వీకరించును. ఈ భ్రమణవిస్తారమునకు భ్రమణకోణము మానము; కోణమునకు కోణపుస్పర్శజ్యా మానము. అందువలన దీనికి 'స్పర్శజ్యా గాల్వనీ మీటరు' అనిపేరు వచ్చినది; కాని దీనియందు కొన్ని లోపములు ఉన్నవి. పరిసరములోనున్న ఏదేని అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రభావము వలన దీనిసూచన కొంతమారును. భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రముకూడ దీని సూచనలను వ్యత్యస్త మొనరించును. ఇదిగాక దీని సూచి విశ్రాంతి స్థానమునకు

శీఘ్రముగా చేరుకొనదు. చాలసేపు ముందుకు, వెనుకః ఊగులాడు చుండును.

డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు: పై గాల్వనీ మీటరు



5 వ పటము : డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు పనిచేయు విధానము

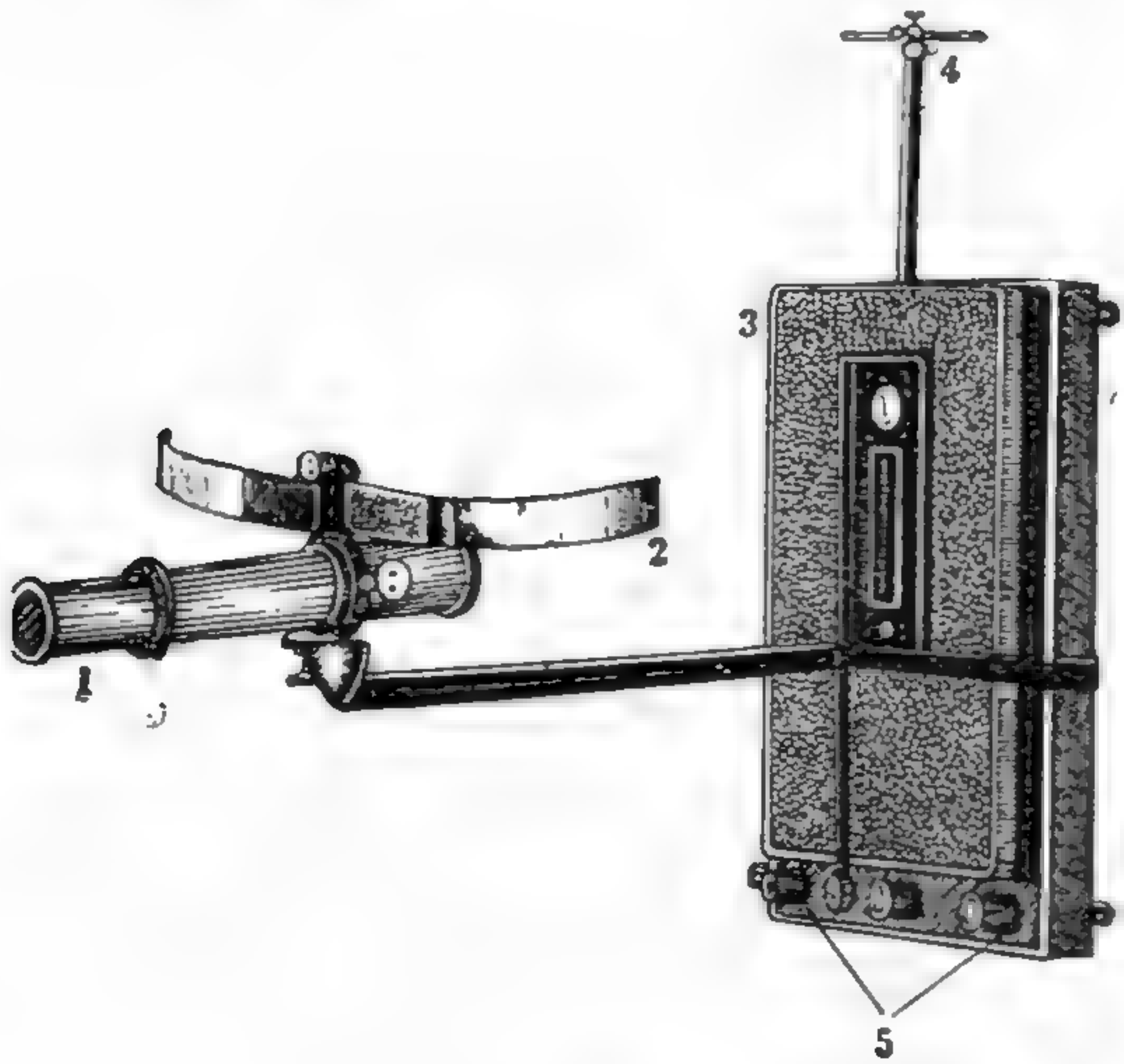
యందలి లోపములను సరించి నిర్మించబడిన పరికరములలో 'డార్సన్వాల్' పరికరము చాల గణనీయమైనది. గుర్రపనాడా ఆకృతిగల ఒక పెద్ద అయస్కాంతపు (5) భుజాగ్రములమధ్య, దీర్ఘచతురస్రాకారము గల సన్నని తీగచుట్ట (4) తిరుగును. భ్రమణ సంఖ్య తీగచుట్టలో ప్రవహించువిద్యుత్ ప్రవాహపు దిశను పట్ట ఉండును. స్వతంత్రముగా కదలలేని మెత్తటి ఇనుముతో చేయబడిన స్థూపము (3) ఒకటి తీగచుట్ట గర్భములో అమర్చి ఉండును.

అయస్కాంతపు భుజముల మధ్యనుండు అయస్కాంత క్షేత్ర బలమును ఎక్కువ చేయుట ఈ స్థూపకము వలన ప్రయోజనము. అయస్కాంత భుజములకు, గర్భములో నున్న ఇనుప స్థూపమునకు మధ్య ఉన్నచోటులో తీగచుట్ట స్వేచ్ఛగా తిరుగకలదు. అయస్కాంత గుణములేని సన్నటి చట్రముపై ఈ తీగచుట్టను చుట్టినచో, విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు తీగచుట్ట తొంటిస్థానమునుండి చురుకుగా తిరుగుటయు, ప్రవాహమును ఆపివేయుటతో తీగచుట్ట తొంటి స్థానమును శీఘ్రముగా స్వీకరించుటయు తటస్థించును. ఏలన తీగచుట్టతిరుగుట మొదలుపెట్టిన క్షణమునందే, చట్రముగా ఆచరించు ధాతువులో అయస్కాంత ప్రవాహమందు సుదులు ఏర్పడి తీగచుట్ట భ్రమణమును నిరోధించును.

చిన్నదర్పణశకలము ఒకటి తీగచుట్టకంటి ఉండును. చిన్నవిద్యుత్ దీపగోళమునుండి బయలుదేరు కాంతిశలాక, కటకవ్యూహ సహాయమున దర్పణతలముపై పడునట్లు చేయుదురు. దర్పణతలముచే పరావర్తితమైన కాంతి శలాక రేవ పటములో చూపినట్లు అర్థవర్తులాకారము గల స్కేలు (2) పై పడును. తీగచుట్ట తిరుగునపుడు దానితో కలిసియున్న దర్పణతలము కూడ తదనుగుణముగా తిరిగి ప్రతిఫలిత కాంతిశలాక రేవ పటములో చూపినట్లు



కార్యపుదిశతో కోణము చేయుచు స్కేలును చేరును. విధానము వలన తీగచుట్టయొక్కయు, దానితో లగ్న.



6 వ పటము :

డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు : సమగ్రరూపము

దర్పణతలము యొక్కయు, అత్యల్పభ్రమణమైనను ధీకృతమై స్కేలుపై పడును. దూరదర్శనిచే స్కేలుపై కాంతిశలక పతనస్థానమును నిశితముగా నిర్ణయించుచున్నది.

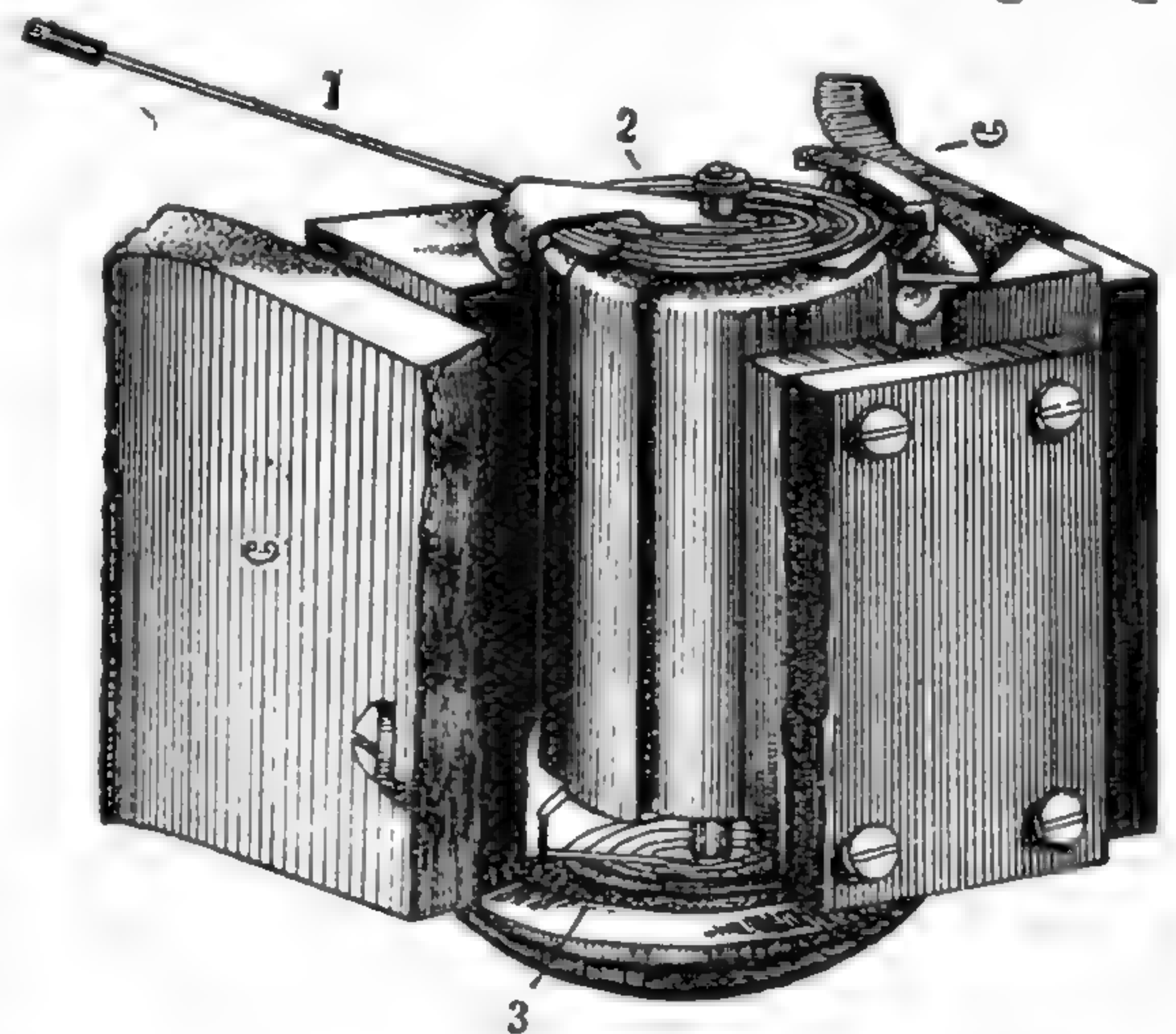
డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు సమగ్రరూపము 6 వ పటములో చూపబడినది. కాంతిని జనింపజేయు చిన్నదీపము, దూరదర్శని (1), స్కేలు (2), ఈ మూడును పటములో డమ వైపు కనబడు భుజముపై అమర్చబడి ఉన్నవి. గాల్వనీ మీటరు కదలు భాగము, దర్పణము ఈ రెండును కుడివైపు కనబడు ఇనుప పెట్టెలో నిక్షిప్తమై ఉన్నవి. పై అయస్కాంత షేత్రప్రభావములను రద్దుచేయుట ఈ పెట్టె ముక్క ఉపయోగము. గాల్వనీ మీటరు తీగచుట్ట, దానిని కీలాడదీయుటకు ఉపయోగించిన పరికరములు, చాల తక్కినవగుటచే ఈ రకపు గాల్వనీ మీటరులను అత్యధిక గాఢగ్రాహులుగా నిర్మించవచ్చును. ప్రవాహశీఘ్రత యూనిట్ అగు ఒక ఆంపియర్ లో ఒక భాగపు ప్రవాహ శీఘ్రతకు, దర్పణము నుండి ఒక మీటరు దూరములోనున్న స్కేలుపై కాంతిశలక ఒక మిల్లీమీటరు విచలనమును సాపేక్షగల పరికరములు కూడ కలవు.

ప్రాక్షేపక గాల్వనీ మీటరు : ఇది పైని వర్ణించిన డార్సన్వాల్ పరికరమునకు వికృతి. ఒక విద్యుద్వలయములో వివహించు షణ్ణికములగు విద్యుత్ ప్రవాహములను గణించుటకు ఉపయోగపడును. సంఘనక ఫలకములపై నున్న

ఆవేశములను రద్దుచేయు కార్యమందు, విద్యుదయస్కాంతక్షణిక ప్రరోచన కార్యమందు, అట్టి షణ్ణికప్రవాహములు మనకు తారసిల్లును. ఈ పరికరమందు తీగచుట్ట చాల బరువుగను, వెడల్పుగను ఉండును. ఆ బరువు వలన ప్రవాహ ఫలముగా తీగచుట్ట స్వీకరించిన ఆఘాతము దానిని వెంటనే కదల్చనేరదు. అందువలన తీగచుట్ట మెల్లగా ఆందోళించుటకు ప్రారంభించును. డోలన విస్తారము క్రమముగా వృద్ధిచెంది ఒక గరిష్ఠమూల్యమును స్వీకరించును. ఈ గరిష్ఠమూల్యము మీటరు తీగచుట్టలో షణ్ణికముగా ప్రవహించిన విద్యుత్ ప్రవాహరాశికి మానము. ఈ పరికరము చూచుటకు డార్సన్వాల్ పరికరమువలె ఉండును.

వెస్ట్ గాల్వనీ మీటరు : ఇందలి పరికరభాగ సంవిధానము డార్సన్వాల్ సంవిధానము వంటిదే. అందువలె ఇందు కూడ ఒక శాశ్వత అయస్కాంతము, దాని కుడిలో కదలు ఒక తీగచుట్ట (2) ఉండును. కాని డార్సన్వాల్ పరికరమందు కన్నట్లు పెక్కులోపములు ఇందులో సవరించబడినవి.

7 వ పటములో చూపినట్లు 'అ అ' అనునవి గుర్రపు నాడా ఆకారము గల బలమైన అయస్కాంతపు ధ్రువాగ్ర



7 వ పటము : వెస్ట్ సంవిధానము

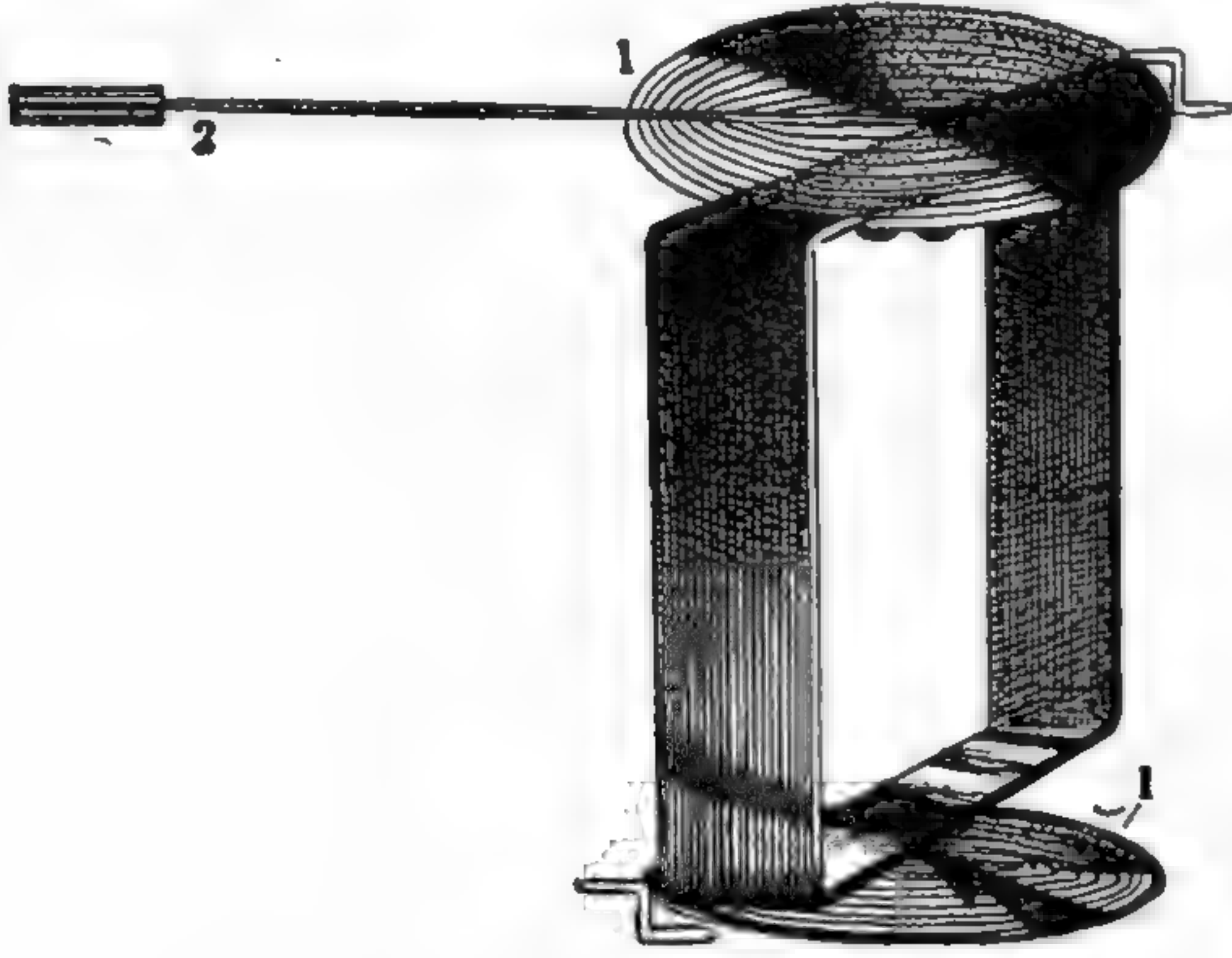
ములు. ఈ ధ్రువాగ్రములు మరలచే అయస్కాంత శరీరమునకు ఎట్లు బిగించబడినవో పటములో కననగును. ధ్రువాగ్రముల మధ్యనున్న కదలిని ఆయస్క్రోడము అయస్కాంతపు ముఖమునకు ఇత్తడి మరలతో బిగింపబడి ఉన్నది. ఆయస్క్రోడ వ్యాసము ధ్రువాగ్రముల మధ్యను ఉన్న వర్తులాకారప్రదేశ వ్యాసము కన్న చిన్నది. అందువలన క్రోడమునకును, ధ్రువాగ్రములకును మధ్య సందు



## విపథనము

కలదు. ఈ సందును ఆక్రమించి బలమైన అయస్కాంత షేత్రము ఉండును. ఈ షేత్రము ఏకరూపముగా ఉండి కేంద్రము నుండి అన్ని ప్రక్కలకు ఒకేవిధముగ విస్తరించి ఉండును.

8 వ పటములో కదలు తీగచుట్ట చూపబడినది. తేలికయైన అల్యూమినియము ధాతుమిశ్రమముతో తయారైన



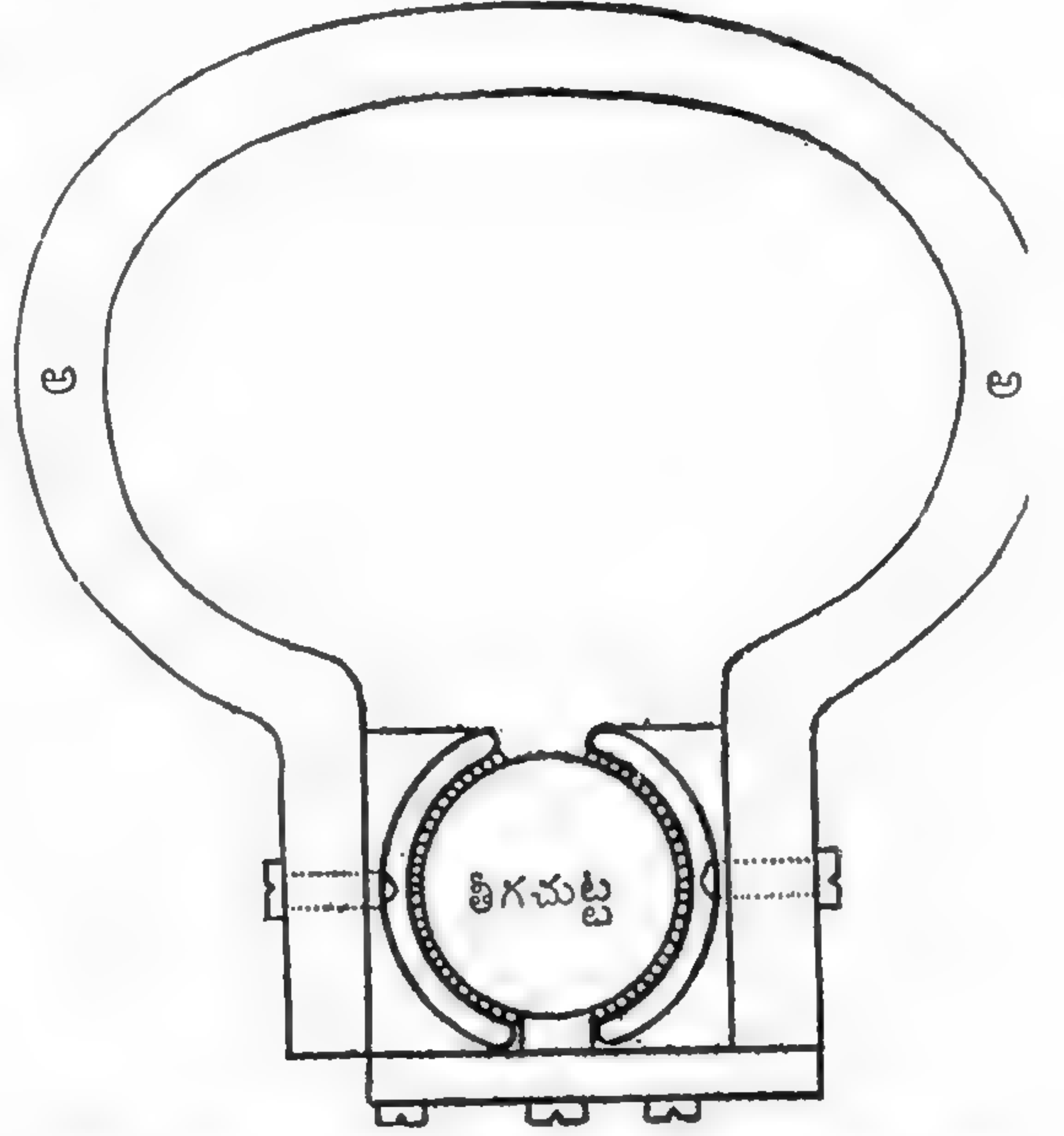
8 వ పటము :

వెస్ట్ పరికరముయొక్క కదలుతీగచుట్ట, స్ప్రింగ్ లు దీర్ఘచతురస్రాకారము గల చట్రముపై ఈ తీగ చుట్టబడి ఉన్నది. ఈ చట్రము ఉక్కుకీలకముపై ఘర్షణలేకుండ తిరుగగలదు. ఈ చట్రమునకు క్రింద, మీద తగిలించబడిన సున్నితములైన స్ప్రింగ్ (1) ల ద్వారా తీగచుట్టలో విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవేశించుటయు, పైకి వెడలుటయు జరుగును.

తీగచుట్టకు తగిలించి సన్నని పొడవైన గుల్లపాటి అల్యూమినియము సూచి (2) కలదు. ఈ సూచి స్కేలుపై తిరుగును. సూచి ఎదుటనున్న స్కేలు గుర్తు ప్రవాహ బలమును చూపును.

ఆమ్మీటర్, విద్యుత్మాపకము : గాల్వనీ మీటరుకన్న పెద్ద ప్రవాహములను సూచించగల పరికరము ఆమ్మీటర్. గాల్వనీ మీటరు కదలు తీగచుట్టయందు మిక్కిలి సన్నని తీగ యొక్క పలువలయములు ఉండును. తీగ సన్నముగా ఉండినగాని పరికరపు సూక్ష్మగ్రాహిత్యము ఎక్కువగా ఉండదు. అంత సన్ననితీగ పెద్ద విద్యుత్ ప్రవాహమును భరించలేదు. అందువలన గాల్వనీ మీటరును ఆమ్మీటర్ గా వాడుకచేయుటలో తీగచుట్ట పరిమాణములతోలికి పోక, దాని ప్రవాహ సామర్థ్యమును ఎక్కువ చేయుదురు. ఈ సవరణను తీగచుట్టను మార్చి చేయుదురు. గాల్వనీ మీటరు అగ్రములకు అడ్డుగా తక్కువ నిరోధము గల పార్శ్వ నిరోధమును ఒక దానిని తగిలించి గాల్వనీ మీటరును ఆమ్మీ

టర్ గా ఉపయోగించవచ్చును. ఆమ్మీటర్ యొక్క సంవిధానము 9 వ పటములో చూడనగును.



9 వ పటము : ఆమ్మీటర్ విద్యుత్మాపకము సంవిధానము

వోల్టమీటరు, పొటెన్షియో మీటరు : వోల్ట మీటరు కూ గాల్వనీ మీటరు వికృతియే. గాల్వనీ మీటరు అగ్రము మధ్యన ఉండు విద్యుచ్ఛక్తి చాల తక్కువగా ఉండును. ఇంకన్న పౌచ్ఛక్తిలను గణించుటకు గాల్వనీ మీటరు చ ద్వేష్టనపు విద్యుత్ వలయములో శ్రేణిబద్ధముగా ఒక ఉచి మగు ఉన్నతనిరోధమును కలుపవలెను. ఇట్లు కలిపిన శక్తివ్యత్యాసములోని అధికతమ భాగము కలిసిన నిరోధము యొక్క కొనల మధ్యనే సంభవించును. ఈ కలువలసిన నిరోధమును ఉచితప్రమాణముగల దానిని ఊ కొనినచో, ఎంత శక్తివ్యత్యాసము నైనను ఈ పరికరములో కొలుచుటకు వీలుకలదు. మే. ప. :

విపథనము (ఎబరేషన్) : విపథనము అనగా దా తప్పుట. చూచువానియొక్క గతివేగము వలన వస్తు గతియందు అగుపడు మార్పునకు 'విపథనము' అనిపేరు. గాలివిసురు లేకుండ వానపడుచున్న సమయమందు గొడు వేసికొని స్థిరముగా నిలచియున్న ప్రేక్షకునికి వానచినుకు, ఆకాశముమీద నుండి నిలుపుగా పడుచున్నట్లు గోచరించు (చూ. 1 వ పటము - పుట. 685). ప్రేక్షకుడు చలించుట మొదలిడిన, చలనవేగము పౌచ్ఛయిన కొద్దిచినుకులు త గొడుగుపై ఏటవాలుగా పడుచున్నట్లుగా అతని కనిపించును (చూ. 2 వ పటము - పు. 685). తన శరీరం



చినుకుల వలన తడియకుండ చేయుటకు తన గొడుగును కొంచెము ముందుకు ఏటవాలుగా పట్టుకొనవలసి వచ్చును.



1 వ పటము



2 వ పటము

చినుకులు నిజముగా ఆకాశముమీదనుండి నిలువుగా పడుచున్నను, ప్రేక్షకుని గతివేగము వలన అవి అతనికి ఏటవాలుగా, తనకు ఎదురుగా పడుచున్నట్లు గోచరించును. చినుకులు భూమిపైకి పడుదిశలో కనపడు ఈ మార్పునకు 'విపథనము' అనిపేరు.

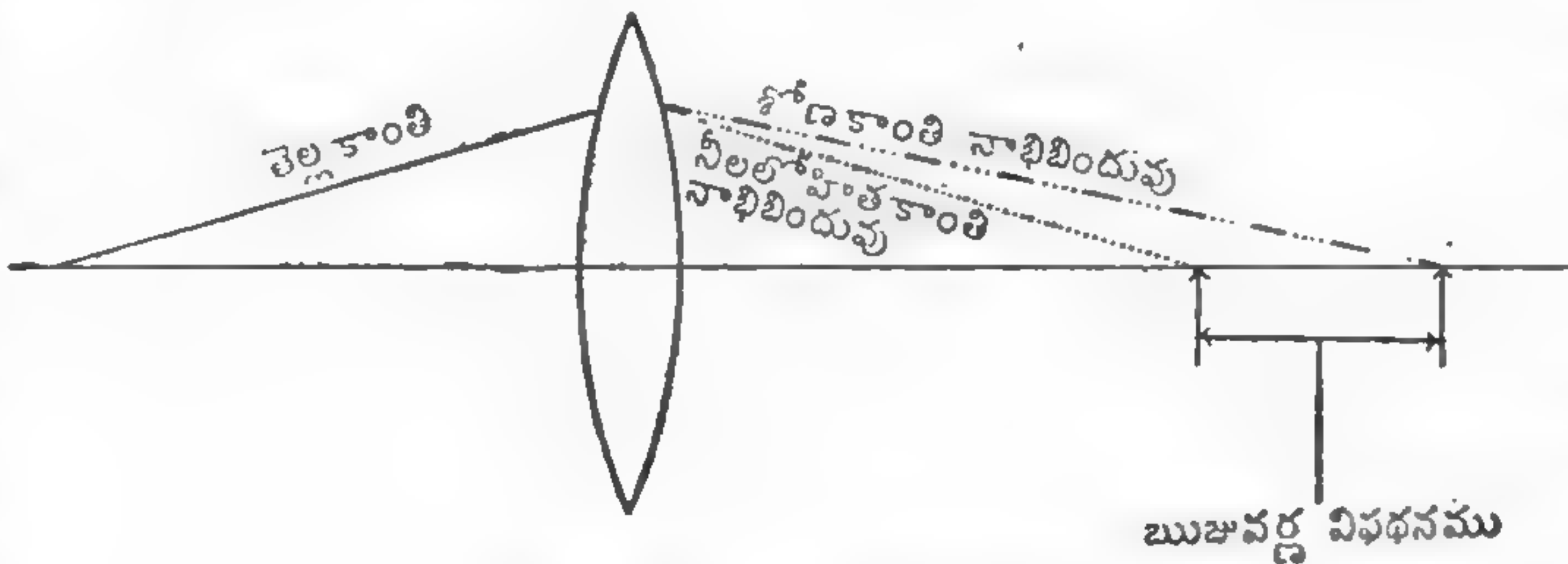
ఈ సంఘటన ఖగోళములను ప్రేక్షించునపుడు మనకు తారసిల్లును. ప్రేక్షకుని గమనవేగము కారణముగా ఖగోళపు గమన ప్రకారమందు గోచరించు మార్పునకు 'ఖగోళీయ విపథనము' అని పేరు. ఇదిగాక విపథనము మరిరెండు విధముల ఉన్నది. అందు ఒకటి 'గోళీయ విపథనము' రెండవది 'వర్ణవిపథనము'.

గోళీయ విపథనము : వర్తుల దర్పణతలముపై సమానాంతరముగపడు కిరణములు అన్నియు, పరావర్తితములై ఒక బిందువువద్ద కేంద్రీకరించవు. దర్పణమధ్య తలముపై పడి పరావర్తితమైన కిరణములు దర్పణపు నాభి బిందువు (F) గుండా పోవును. దర్పణపుక్రింద, మీద చివరలను పడు కిరణములు తల మధ్య మున పడువాటికన్న దర్పణ తలమునకు ఎక్కువ దగ్గరగా అక్షముపై పడును (చూ. పటము - కాస్టిక్ రేఖ - పు. 468). దర్పణతలముపై పడు కిరణములు అన్నియు ఒకే బిందువు వద్ద కేంద్రీకరించక పోవుటకు గోళీయ విపథనము అనిపేరు. ఈ సంఘటన ఫలముగా లభించిన

బింబములు పరస్పరము కృంతన మొనరించుకొను కిరణముల మూలమున ఒక తలమువలె విస్తృతమై ఉండును. ఈ కాగితపు తలముపై చిత్రింపబడిన కిరణకాంతి తలమునకు దర్పణపు 'కాస్టిక్ రేఖ' అనిపేరు. వెండిగిన్నెలో పోసిన పాలపై వెలుతురు ఏటవాలుగా పడినపుడు ఇట్టి వక్రరేఖ మనకు గోచరించును.

వర్తులదర్పణ తలముపై సమానాంతరముగా పడు కిరణములు అన్నియు పరావర్తితములై, ఒకే బిందువువద్ద కేంద్రీకరించబడునట్లు ఆదర్పణ తలమును మార్చవచ్చును. వర్తుల తలమును పరవలయతలముగా మార్చిన, దూర వస్తువునుండి ఆ తలముపైపడు సమానాంతర కిరణములు అన్నియు ఒక సామాన్య బిందువువద్ద కలసికొనును. ఈ సంఘటనను మోటారుకారుకు ముందుండు దీపము లకై వినియోగించుచున్నారు. వెలుతురునిచ్చు తీగను దర్పణ నాభిస్థానమున ఉంచినపుడు, దానినుండి నిర్గతమగు కిరణములు అన్నియు సమానాంతర కిరణశలాకవలె పైకి ప్రసరించును.

కటకములో అగపడు వర్ణ విపథనము : కటకముగుండా వెలుతురు ప్రసరించినపుడు దాని కిరణములు కటకపు దళసరి భాగమువైపు వంగును. అదిగాక ఎక్కువతరంగ దైర్ఘ్యమున్న కిరణములకన్న తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యము ఉన్నవి ఎక్కువగా వంగును. అందుచే నీలలోహితకిరణములు (ప్రాస్వతరంగములు) శోణకిరణములకన్న ద్వికుంభ కటకమునకు దగ్గరగా కేంద్రీభవించుట రివ పటములో చూడనగును. ద్విపుటకటకములో కిరణములు విపరీతముగా ఆచరించును. అనగా శోణకిరణములు కటకమునకు దగ్గర గను, నీలలోహితకిరణములు దూరముగను కేంద్రీభవించును. ఒకే ప్రభవస్థానమునుండి ప్రసరించు వేర్వేరు



3 వ పటము : వర్ణవిపథనము

ములో ఈ సంఘటన వేరువేరు రంగుల అంచులుగల బింబముగా మనకు తారసిల్లును. దూరదర్శని, సూక్ష్మదర్శని మొదలగు చాడుష పరికరములలో కటకములయొక్క ఈ వర్ణవిపథనగుణము దోషమునకు కారణము అగుచున్నది.

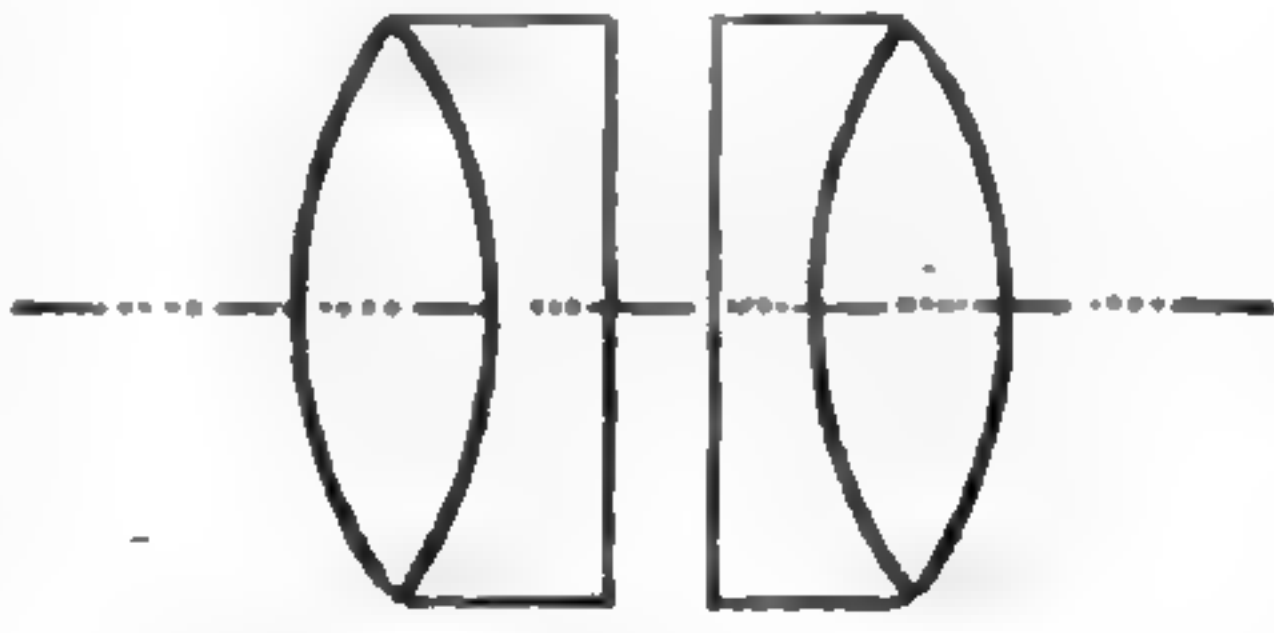
(తరంగ దైర్ఘ్యములుగల) వర్ణముల కిరణములను వేర్వేరు స్థానముల కేంద్రీకరించు కటకపు గుణమునకు 'వర్ణవిపథనము' అని పేరు. మామూలు కటకము వలన కలుగు బింబ



## విలోమవర్గనియమము

వివిధ స్వభావములుగల కటకములను ఉచితరీతిని కలిపి ఈ దోషమును కటకములనుండి ఒడ్డిగిలించవచ్చును. దాని

కేంద్రీకరణ సామర్థ్యమునకు పూర్తిగా భంగము రాకుండు, ఒక కటకపు పృథక్కరణ సామర్థ్యమును ఇంకొక కటకము ఉపయోగించి రద్దు



4 వ పటము : వివరణమును తగ్గించు కటకసమ్మేళనము

చేయునట్లు (చూ. 4 వ పటము) ఆకటకముల దగ్గర పెట్టితిమేని వర్ణవివరణము చాల వరకు తగ్గును. మే. ప. న.

**విలోమవర్గనియమము (ఇన్వర్స్ స్క్వేర్ లా):** ఈనియమమందు రాశులమధ్యదూరములయొక్క వర్గముల విలోమములు ఉపయోగపడుటచే ఇది విలోమవర్గనియమము అనుపేరిట వ్యవహరింపబడుచున్నది. భౌతికశాస్త్ర శాఖలయిన కాంతి, విద్యుత్తు, అయస్కాంతత్వము, గురుత్వాకర్షణము, శబ్దము, ఉష్ణతా వికిరణములలో ఈ సిద్ధాంతప్రయోగము కానవచ్చును.

విశ్వమందు అనంతములై ఉండువస్తువులు ఒకదాని నొకటి పరస్పరము నియమితపరిమాణముగల బలములతో ఆకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణమును గురుత్వాకర్షణము (చూ. పు. 324) అందురు. విశ్వమందు వస్తువులు ఎచ్చట ఉన్నను వాటి కేంద్రములమధ్యదూరము ఎంతయైనను అవి ఒకదానిని ఒకటి ఆకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణ బలము వస్తువుల, ద్రవ్యరాశుల లబ్ధమునకు అనులోమానుపాతమునను, వాటి కేంద్రముల మధ్యదూరవర్గమునకు విలోమానుపాతమునను ఉండునని 1672 లో న్యూటన్ శాస్త్రజ్ఞుడు పరిశోధనవలన రుజువుచేసెను. ఈసిద్ధాంతమును

గణితశాస్త్రమునందు  $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$  అను సమీకరణముగా తెలుపవచ్చును. ఈ సమీకరణమునందు  $m_1, m_2$  లు వస్తువుల ద్రవ్యరాశులను,  $d$  వాటి కేంద్రముల మధ్యదూరమును,  $G$  గురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకమును,  $F$  గురుత్వాకర్షణబలమును తెలుపును. కాంతి జనకముయొక్క కాంతిశీఘ్రత కాంతి జనకసామీప్యమున హెచ్చుగానుండి దూరమునకు పోయిన కొలది తగ్గుచుండును. కాంతిజనకము, దానినుండి నియమిత దూరములలో ఉంచబడిన తెరలపై కలుగజేయు కాంతి శీఘ్రతలు తెరలకును, దానికిని గల దూరములవర్గములకు విలోమానుపాతమున ఉండును. గణితశాస్త్రమందు దీనిని

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$  గా తెలుపవచ్చును. ఇందు  $I_1, I_2$  లు రెండు

తెరలపై పడిన కాంతిశీఘ్రతలను,  $d_1, d_2$  లు కాంతిజనకము నుండి క్రమముగా వాటిదూరములను సూచించును.

ధన, ఋణ, స్థావర విద్యుత్తులచే ఆవిష్టమైన రెండు వస్తువులను ఒక విద్యుద్వాహకముచే కలిపిన ఆ విద్యుద్వాహకమందు విద్యుత్తు ప్రవహించును. ఇట్టి ప్రవాహమునకు కారణము ధన, ఋణ విద్యుత్తులు ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకొనుటయే. ఈ ఆకర్షణబలము విద్యుత్తుల పరిమాణముల లబ్ధమునకు అనులోమానుపాతమునను, వాటి నడుమ దూరము మీదివర్గమునకు విలోమానుపాతమునను ఉండును.

అయస్కాంతము యొక్క ఉత్తరదిశనుజూపు కొన ఉత్తరధ్రువమనియు, దక్షిణదిశనుజూపు కొన దక్షిణధ్రువమనియు పిలువబడుచున్నవి. ఏకజాతిధ్రువములు వికర్షించుకొనును; భిన్నజాతిధ్రువములు ఆకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణ, వికర్షణ బలములు ధ్రువసామర్థ్యముల లబ్ధమునకు అనులోమానుపాతమునను, వాటి మధ్యగల దూరపు వర్గమునకు విలోమానుపాతమునను ఉండును. ఏ. మా. శ.

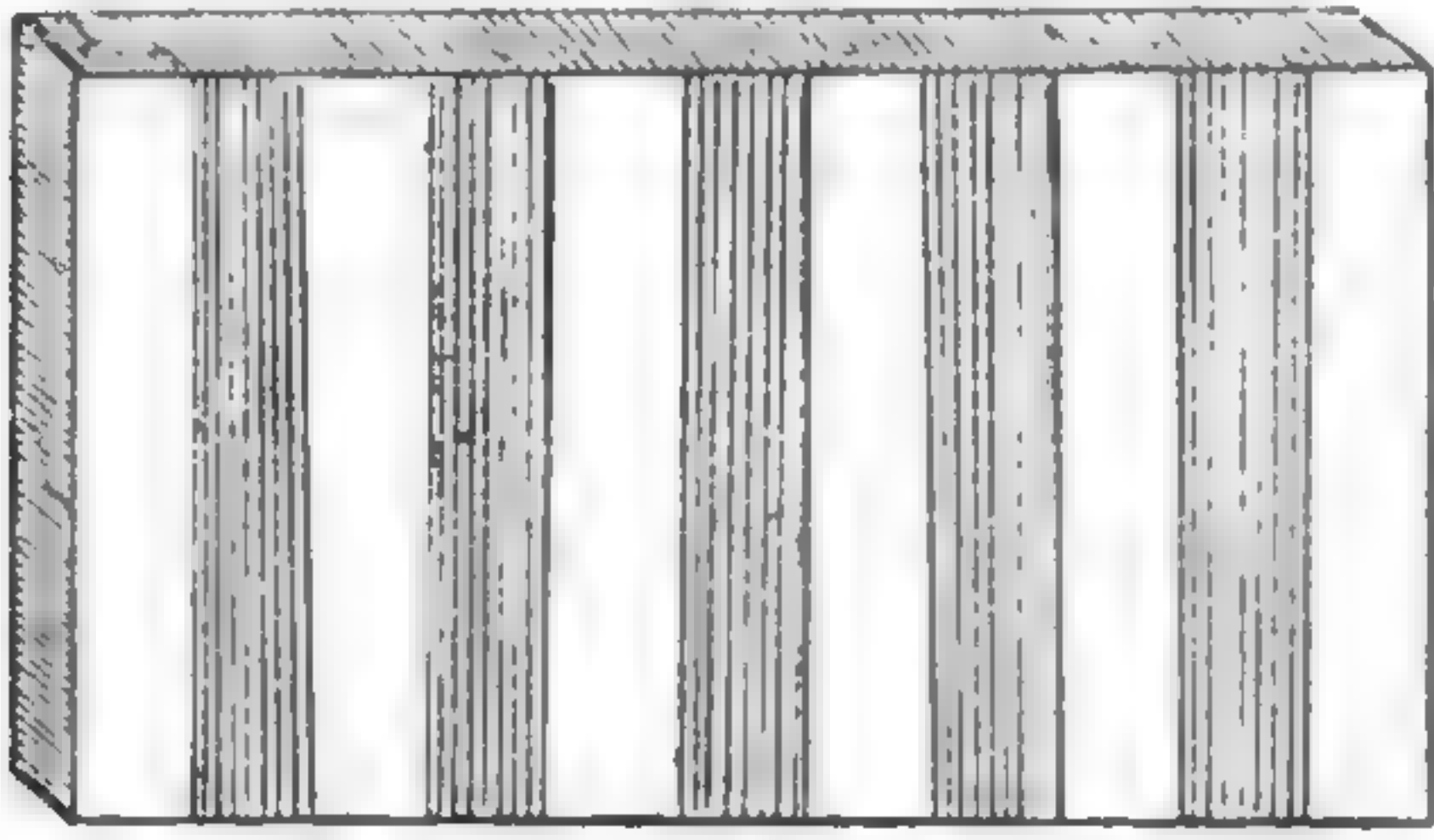
**విల్సన్, చార్లెస్ తామ్సన్ రీజ్ (జననము 1869):** 1925 మొదలు 1934 వరకు కేంబ్రిడ్జిలో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా పని చేసెను. అణువుల అయనీకరణమును గురించిన ఈయన పరిశోధనలు జగద్విదితములు. ధూళి కణములు లేకున్నను నీటి ఆవిరి బిందువులుగా ఏర్పడుటకు, అయనీకృతకణములు చాలునని ఈతడు కనిపెట్టెను. ఈ సంఘటన, ఆతని ప్రఖ్యాత అయనీకరణమందిర (మేఘమందిర) నిర్మాణమునకు దారి తీసినది. పరమాణు రచనను గురించిన పరిశీలనయందు ఈ మందిరము యొక్క ప్రాముఖ్యము అపారము. 1927 లో కాంప్టన్ తోపాటు ఈయనకుకూడ నోబెల్ బహుమతి లభించినది. జి. సు. రె.

**వివర్తన జాలకము (డిఫ్రాక్షన్ గ్రేటింగ్):** ఒక ఖాళీ, ప్రక్కనే ఒక అడ్డు, తరువాత ఖాళీ, మరల అడ్డు ఈ విధముగా అనేక ఖాళీలు, అడ్డులు ఒకటది, ఒకటిది చొప్పున ఉన్నచో దానిని 'జాలకము' అందురు. మన ఇండ్లలో కటకటాలు దీనికి ఒక ప్రత్యక్ష ఉదాహరణ. కటకటాల ఊచలు బాగుగా సన్నవిచేసి చాల దగ్గరదగ్గరగా కట్టినచో దానిని 'తీగల జాలకము' అనవచ్చును.

**తీగల జాలకము:** సన్నని వెండితీగలుకాని, రాగితీగలు కాని ఒకదానిప్రక్కన ఇంకొకటి సమానాంతరముగా అమర్చినచో జాలక మగును. అన్నితీగలు సమానవ్యాసము కలిగిఉండవలెను; ఏ రెండుతీగల మధ్యదూరమైనను సమానముగా ఉండవలెను. ఒక తీగయొక్క వ్యాసమున్ను దాని ప్రక్కనున్న ఖాళీయొక్క వెడల్పున్ను కలిసి జాలక



అంశము అని వ్యవహరింపబడును. తీగజాలక సహాయమున సూక్ష్మతరంగముల యొక్కయు, పరారుణతరంగముల యొక్కయు తరంగదైర్ఘ్యమును కనుగొనవచ్చును. 1 వ పటములో జాలకఅంశము  $d = (a + b)$ .

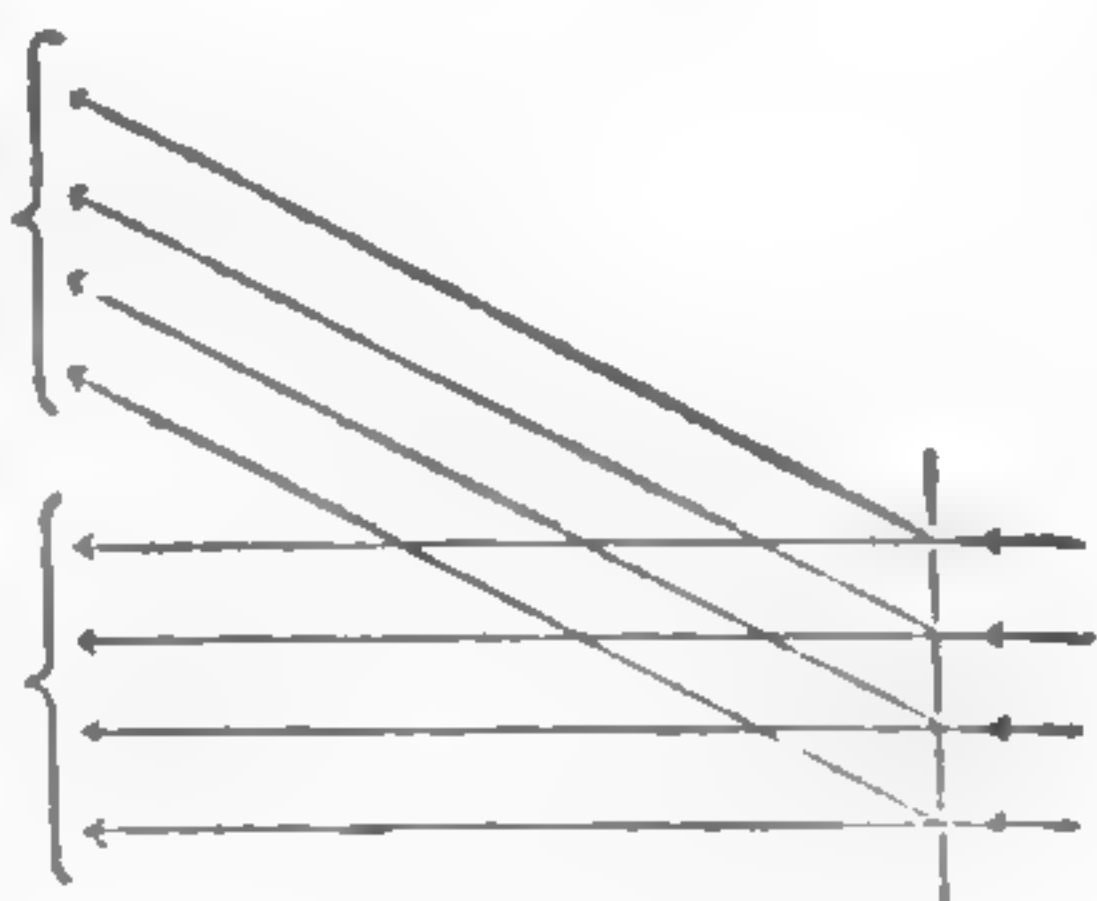


1 వ పటము : తీగజాలకము

కాంతి వివర్తనము (డిఫ్రాక్షన్ ఆప్ టైక్): కాంతిని ఈ జాలకముగుండా పంపినప్పుడు తీగలుగల భాగములు కాంతిని అడ్డగించును. తీగకు, తీగకు మధ్యగల ఖాళీభాగములగుండా కాంతి ప్రసరించును. ఇట్టి జాలకము నుండి కాంతి బైటకు వచ్చునప్పుడు కాంతిలో చాలభాగము తిన్నగనే వెళ్ళును. కాని కొంతభాగము ప్రక్కమార్గములకుకూడ పోవును. ఈ ప్రక్కకు వెళ్ళుటనే 'వివర్తనము' (చూ.పు. 888) అందురు. ప్రక్కలకు వెళ్ళిన కాంతిని వివర్తిత కాంతిఅందురు. జాలకముయొక్క ప్రధానలక్షణము జాలక అంశము. ఇది తీగకు, తీగకుమధ్యగలదూరము  $(a + b)$ . జాలకఅంశము సుమారు అలపొడవంత ఉన్నప్పుడే కాంతి వివర్తనము జాగుగా జరుగును.

గాజుజాలకము (గ్లాస్ గ్రేటింగ్): మామూలు కాంతి (సూర్యకాంతి, లేదా దీపపు కాంతి) లోని తరంగదైర్ఘ్యము సుమారు అంగుళములో 10,000 వ వంతు లేదా 1,00,000 వ వంతు ఉండును. జాలక అంశము ఇంతచిన్నది చేయవలెననిన అంత సన్నని తీగలు దొరకవు. అందుచే ఒక గాజు పలకమీద వజ్రపుములుకుతో సమానాంతరముగా అంగుళమునకు సుమారు 15,000 గీతలు గీచిన అది 'గాజు జాలకము' అగును. కాంతిని ఈ జాలకము గుండా పంపినప్పుడు గీతలుగల భాగములు కాంతిని అడ్డగించును. గీతకు, గీతకు మధ్యగల స్థలముగుండా కాంతి ప్రసరించును.

పరావర్తన జాలకము: పైని చెప్పిన జాలకములగుండా కాంతి ప్రసరించును. అటులకాక జాలకము గీతలు ఒక



2 వ పటము : సమతలముపై వివర్తనము

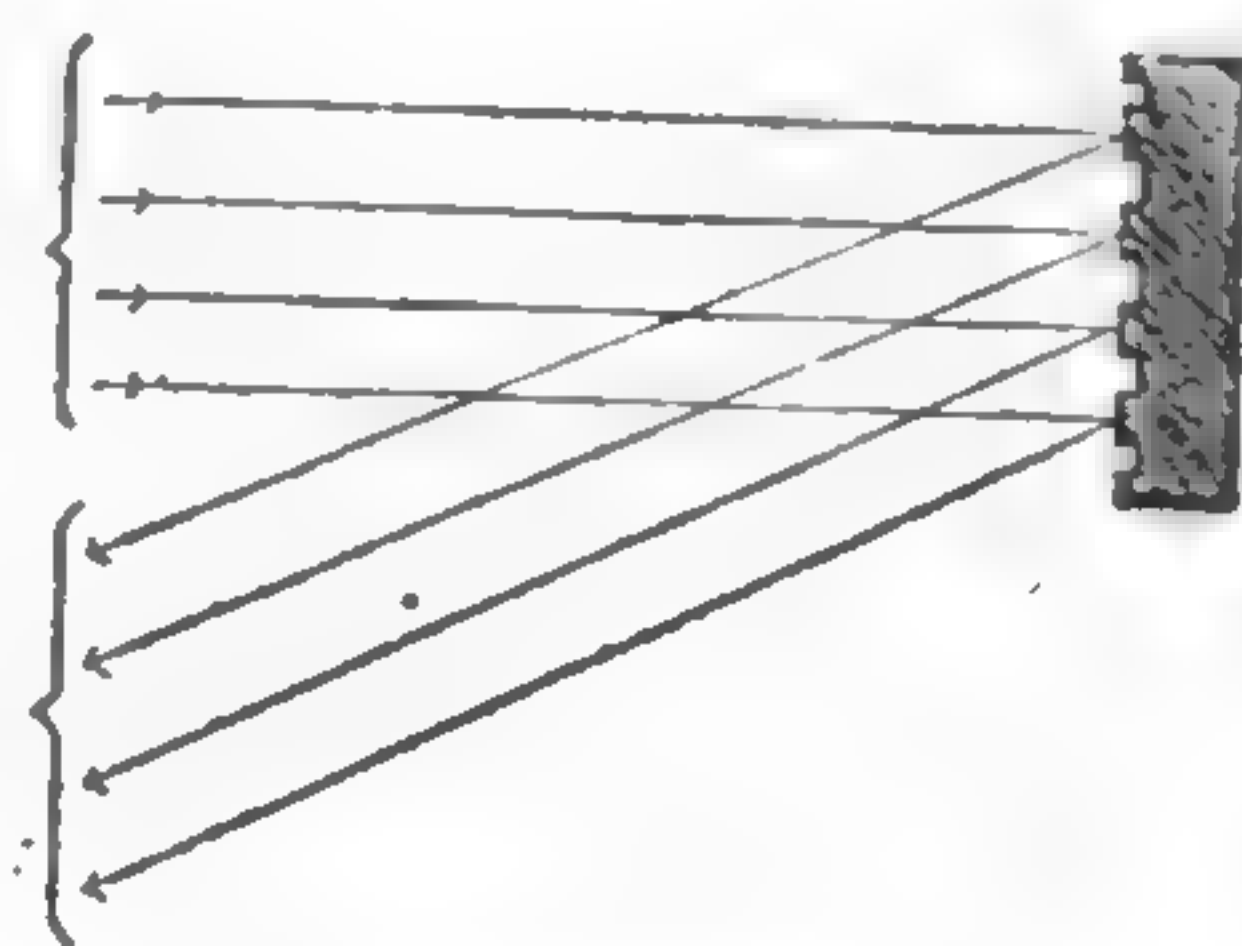
పరావర్తన జాలకము: పైని చెప్పిన జాలకములగుండా కాంతి ప్రసరించును. అటులకాక జాలకము గీతలు ఒక

ధాతురేకుమీద గీచినచో దానిగుండా కాంతి ప్రవేశింపలేదు. పరావర్తితకాంతి వచ్చుప్రక్కకే తిరిగి వెళ్ళును. అప్పుడుకూడ కాంతి వివర్తనము జరుగును. ఇట్టి 'దానికి పరావర్తనజాలకము' అని పేరు. ఇది విశేషఉపయోగము కలది.

మొదటిలో ఈ జాలకముల పై భాగమును సమతలముగా ఉంచెడివారు. ఇది పుటతలముగా చేసినచో దీని ఉపయోగము అనేకరెట్లు ఎక్కువ అగునని రోలండ్ కనిపెట్టెను. పుటతలముగల జాలకముయొక్క ప్రయోజనము అసమానము.

జాలకమును తయారుచేయుట: జాలకమును తయారు చేయుట చాల సున్నితమైన పని; ఇది ఒక కళవంటిది. ఎంతో నేర్పు అవసరము. అందువలననే ఇది ప్రపంచములో ఏకొద్దిమంది సిద్ధహస్తులచేతులలోనో, ఏకొలది చోట్లనో సాధ్యము అయ్యెను. ప్రపంచమున కంతటికిని, రెండు మూడు జాలకము గీయుయంత్రములు ఉన్నవనిన ఆశ్చర్యవడ అవసరము లేదు.

మొదట గాజుపలకమీదగాని, 'క్వార్ట్జ్' పలకమీదగాని, స్పెక్యులము (ఒకవిధమైన కంచు) పలకమీదగాని, మనకు కావలసినతలమును అతిసునిశితముగ చేయుదురు.



3 వ పటము : పుటాకారతలముపై వివర్తనము

ఇట్టి తలముమీద సమానాంతర రేఖలు గీయవలయును. ఈ గీతలు యంత్ర సహాయమున వజ్రపుములుకుతోగీయుదురు. గీతలు చాల దగ్గరగ ఉండుటచే (అంగుళమునకు సుమారు ఇరవై, ముప్పై వేలు)

గీతలు గీయునప్పుడు గీతకు, గీతకు గల మధ్యదూరము మారకూడదు. అందుచే జాలకము గీయు యంత్రముండు గదియందలి (అనగా అందలి గాలి, వస్తువుల) తాపక్రమము ఏ మాత్రము మారకుండ ఏర్పాట్లు చేయుదురు. ఒకజాలకమును తయారుచేసి సెల్యులాయిడ్ మీద దాని అచ్చును తీసి ప్రతులు వాడుదురు.

జాలకము యొక్క కాంతి కిరణములను విడిపరచు సామర్థ్యము జాలకములో గల మొత్తము గీతలనుబట్టి ఉండును. అనగా గీతలుగీచినమేర ఎంతయున్న అంత మంచిదన్నమాట; సుమారు 75,000 గీతలు గీయవచ్చును. ఆపైన గీతలుగీయు వజ్రపుములుకు బండయై రానురాను వెడల్పు అయినగీతలు వచ్చును. అనగా జాలకఅంశము



## వివర్తనము

మారిపోవును. అందుచే సుమారు ఒక లక్షకుమించి గీతలు గీయరు.

జాలకములు నాలుగు రకములు : 1. సమతల గాజు జాలకము; 2. సమతలపరావర్తన జాలకము; 3. పుటతల జాలకము; 4. తీగలజాలకము. సి. రా. శా.

**వివర్తనము (డిఫ్రాక్షన్) :** నీటిఅలకు ఒక వస్తువు అడ్డుతగిలినపుడు ఆవస్తువుయొక్క ప్రక్కలనుండి వంగి అల సాగుటను మనము తరచు చూచుచునే యుండుము. ఈ వంగుటకే 'వివర్తనము' అని పేరు.

వివర్తనము తరంగరూపములన్నింటికి గల సామాన్య లక్షణము. కాంతి, శబ్దము తరంగస్వరూపములు. కావున కాంతి, శబ్దములు వివర్తనమునకు లోనగును. కాని కాంతి తరంగములు అడ్డుతగిలినవస్తువు ప్రక్కనుండి వంగుటను కనిపెట్టుట చాలకష్టము. ఏలన కాంతికిరణములు ఋజు మార్గమున ప్రయాణముచేయునని మనము నేర్చుకొంటిమి. కాంతితరంగముల దైర్ఘ్యము అత్యల్పమగుటచే అవి ఋజుమార్గమున పోవునట్లు కనిపించును. కాని నిజముగ ఇతర తరంగములవలె కాంతి తరంగములుకూడ అడ్డుగ నున్న వస్తువుప్రక్కనుండి వంగునని నిరూపించవచ్చును.

ఒక గదిలో చేసిన శబ్దము ప్రక్కగదిలో నున్నవారు తేలికగా వినగలరు. దీనికి కారణము శబ్దతరంగముల తరంగదైర్ఘ్యము ఎక్కువ; గోడలప్రక్కనుండి సుళువుగా అది వంపు తిరుగగలవు. కాని ఒకగదిలో కాంతిని మరి యొకగదిలో చూడలేము. కాంతితరంగముల తరంగదైర్ఘ్యము చాల తక్కువ; అందుచే కాంతితరంగములు అట్లు ప్రవర్తించును. శబ్దమువిషయములో వివర్తనము ఎట్లు జరుగుచున్నదో పై ఉదాహరణమువలన తెలియుచున్నది. కాంతి వివర్తనమునుగూర్చి తెలిసికొనవలెనన్న మనము

కాంతి ఇట్లు వివర్తనమొంది, తెరపై పడినపుడు నలుపు రేఖలు, కాంతిరేఖలు ఒకదానితరువాత ఒకటి ఏర్పడును.

ఒకేజ్యోతినుండి పుట్టిన కాంతి, చీలికగుండా వెలువడి నపుడు పరావర్తితమై, విరుద్ధకళలుగల తరంగరూపమున మరల కలుసుకొనినపుడు ఒకదానినొకటి ఈ తరంగములు రద్దుచేసికొని నలుపురేఖలు ఏర్పడును. ఆ అవస్థాభేదములేని తరంగములు కలిసినపుడు ప్రకాశరేఖలు ఏర్పడును (చూ. ఎక్స్ (X-) కిరణములు-స్పటికరచన : పు. 222). మే.వ.న.

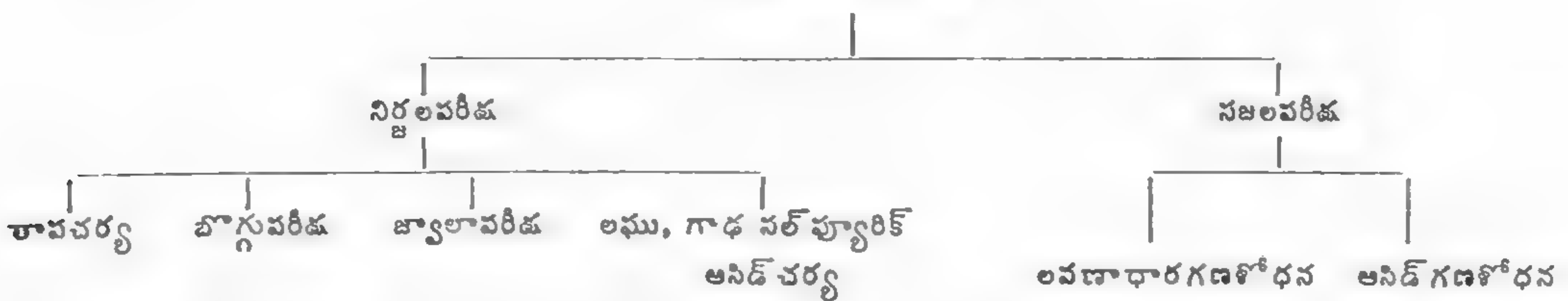
**విశిష్టాష్టత :** చూ. ఉష్ణతామితి - పు. 217.

**విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము-I :** రాసాయనిక యోగికమును దాని అంశీభూతములగు ద్రవ్యముల క్రిందనో లేదా మూలద్రవ్యముల క్రిందనో విడదీయుటకు 'రాసాయనిక విశ్లేషణము' అని పేరు.

ఈ విశ్లేషణరాసాయనిక శాస్త్రమును, స్థూలముగా గుణాత్మకము (క్వాలిటేటివ్) అనియు, పరిమాణాత్మకము (క్వాన్టీటేటివ్) అనియు రెండు విభాగములు చేయవచ్చును. మొదటిది, అకర్పనద్రవ్య విశ్లేషణము; రెండవది, కార్బన్ ద్రవ్యవిశ్లేషణము. విశ్లేషణ క్రియా ముఖ్యలక్ష్యము ద్రవ్యసంఘట్టనమును నిర్ణయించుట.

**గుణాత్మక విశ్లేషణ మూలతత్త్వము :** గుణాత్మకవిశ్లేషణకార్యమందు మూలసూత్రము మొదట విడదీయుట, తరువాత (భాగములను) గుర్తించుట. విడదీయుటకు పనికివచ్చు పద్ధతులు బాష్పప్రేషము, బాష్పశీలత లేదా విచ్ఛేదన విద్యుత్ ప్రేషము (డికాంపోజిషన్ వోల్టేజ్) లేదా ద్రావణీయత మొదలగు భౌతికధర్మములలో కాని, లేదా ఆక్సికరణ, ఆక్సిహరణ సౌలభ్యమువంటి రాసాయనిక ధర్మములలోకాని భాగద్రవ్యములకున్న భేదమునుపట్టి ఉండును.

## విశ్లేషణ ప్రక్రియ



సూక్ష్మపరికరములను ఉపయోగించవలెను. వీటిని వివర్తన జాలకములు అందురు. నిలువుగనున్న సన్ననిచీలికద్వారా కాంతిని పంపినపుడు అత్యల్పతరంగదైర్ఘ్యముగల కాంతి తరంగములు ఆచీలిక అంచులకు తగిలి వివర్తనమొందును.

**పరిమాణాత్మకవిశ్లేషణము :** ఇందు ద్రవ్యపరిమాణ నిర్ణయమే ముఖ్యోద్దేశము. ఇందులకు అనేకవిధానములు నేటి కాలమందు వాడుకలో ఉన్నవి: 1. భారాత్మకములు (గ్రావిమెట్రిక్); 2. ఆయతనాత్మకములు



(వాల్యుమెట్రిక్); 3. విద్యుత్ విశ్లేషణాత్మకములు (ఎలక్ట్రో లిటిక్); 4. వర్ణాత్మకములు (కలరీమెట్రిక్) అని నాలుగు భాగములుగా విస్తరించవచ్చును.

పరిమాణాత్మక విశ్లేషణశాస్త్రమందు ఆయతనాత్మక విధానములు అత్యంత సుకరములు. ఈ విధాన వ్యాప్తికి గేలుసాక్ కారకుడు. దీనికి గేలుసాక్ అతిసులభమైన సాధనమును నిర్మించెను. ఆ సాధనమే బ్యూరెట్టు అను ద్రవమాపకపరికరము. పరీక్ష్యవదార్థములపై నడపు రాసాయనిక చర్యస్వభావమును అనుసరించి, ఈ శాస్త్ర భాగమును: 1. లవణీకరణ విధానము; 2. ఆక్సీకరణ విధానము; 3. ఆక్సీహరణవిధానము; 4. అవక్షేపణవిధానము అని నాలుగు తరగతులుగా విభజించవచ్చును.

ఈ విధానములందు ఉపయోగించెడి సాధనసామగ్రియు, రాసాయనిక పదార్థవివరములను ఆయతనాత్మక విశ్లేషణ విధానములను ప్రత్యేక శీర్షిక 'విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము - II' లో చూడవగును (పు. 690).

ఆయతనాత్మకవిధానములో అతినవీనమైనవాటిని ఈ క్రిందివిధమున వివరించవచ్చును. ద్రావణరూపములోనున్న పరీక్షద్రవ్యమునకు ప్రమాణద్రావణమును కలుపుచున్న పుడు మొదటిదానిని విద్యుద్వాహకత్వము ఎట్లు మారునో ప్రాయోగికముగా కనుగొనుటవలన పరీక్ష్యద్రావణమునకు రాసాయనికముగా సమమగు ప్రమాణద్రావణ ఆయతనమును కనిపెట్టవచ్చును.

విద్యుద్వాహకత్వ నిర్ణయముననేకాక, విద్యుత్ ప్రేష నిర్ణయమునకూడ ప్రమాణద్రావణముయొక్క ఆయతనమును కనిపెట్టవచ్చును.

ఈ విధానముయొక్క తత్వము ఇది. ప్లాటినమ్ వంటి ధాతు ఫలకమునను, విద్యుద్వాహకద్రావణములో ఉంచి నప్పుడు ఫలకమునకు, ద్రావణమునకు మధ్య విద్యుత్ ప్రేషము ఏర్పడును. ఈ విద్యుత్ ప్రేషము ప్రతిక్రియలో పాల్గొను ద్రవ్యముల స్వభావమునుపట్టియేకాక ఫలకము చుట్టును, ద్రావణములోనున్న అయన్ల సాంద్రతనుపట్టి కూడ ఉండును. ఏకారణముచేనైన అయన్ల సాంద్రత మారినచో విద్యుత్ ప్రేషము మారును. ఈ పరిస్థితులలో పరీక్ష్యద్రావణమునకు ప్రమాణద్రావణమునుకలుపునపుడు అయన్లసాంద్రత మారును. అందుచేత విద్యుత్ ప్రేషము కూడ మారును. ఇది మొదటినుండి తగ్గుచు కనిష్ఠ మూల్యము అగుటయో, లేదా మొదటినుండి ఎక్కువగుచు గరిష్ఠమూల్యము కలదగుటయో తటస్థించును. ఈ కనిష్ఠ, గరిష్ఠ మూల్యములు లభ్యమైనపుడు ప్రమాణద్రావణ ఆయతనము పరీక్ష్యద్రావణరాశికి, రాసాయనికముగా సరి

పోవును. అందుచేత విద్యుత్ ప్రేషమును ప్రయోగికముగా పరిగణించి ఈ సమదశను గుర్తించవచ్చును.

ఈ చివర రెండువిధానములలో మొదటిదానికి విద్యుద్వాహకమాపక విధానము (కన్డక్టియోమెట్రిక్) అనియు, రెండవదానికి విద్యుత్ ప్రేషమాపక విధానము (పొటెన్షియోమెట్రిక్) అనియు పేర్లు.

అల్పప్రమాణముకల ద్రవ్యనిర్ణయమునందు వర్ణాత్మక విధానము ఒక ముఖ్యవిభాగము. పరీక్ష్యమగు ద్రవ్యముతో రంగునిచ్చుమరొకద్రవ్యమును కలపగావచ్చిన వర్ణగాఢతను కొలచుట ఈ విధానపు తత్వము. పరిమాణము తెలియని ఒక ద్రవ్యముయొక్క వర్ణగాఢతను పరిమాణము తెలిసిన ద్రవ్యముయొక్క వర్ణగాఢతతో సరిపోల్చిచూచుట ఇందలి ముఖ్యమైన ప్రయోగాంశము. ఉదాహరణమునకు నీటి యందు అమోనియాప్రమాణము నెస్లర్ వర్ణిని నిర్ణయించుట, నిర్దిష్టాయతనముగల నీటిని నెస్లర్ సిలెండర్ లో తీసుకొని తెలిసిన ప్రమాణముగలదానికి నెస్లర్ శోధక ద్రావణమును కలుపుదురు. ఈ నాళములో ఏదోకొంత గాఢతగల పసుపురంగు కనిపించును. ఆ ద్రావణము నట్లుంచి తెలిసిన అత్యల్ప అమోనియమ్ క్లోరైడ్ గలిగి నెస్లర్ నాళికలలో విడివిడిగా ఉంచబడిన ద్రావణములకు మునుపటి నిర్దిష్ట పరిమాణముగల నెస్లర్ ద్రావకమును కలుపుదురు. ఈ నాళికలందు కన్నట్లు పసుపురంగుయొక్కగాఢత నాళిక యందున్న అమోనియమ్ క్లోరైడ్ లవణరాశిని పట్టి ఉండును. ఇప్పుడు పరీక్ష్యద్రావణములో కనిపించిన పసుపు రంగుగాఢత రెండవమాటు తయారుచేసిన వేరువేరు నెస్లర్ నాళికలలో ఏనాళికయందున్నరంగుగాఢతకు సమమగునో ప్రత్యక్షముగ కనుగొందురు. ఈ రెండు గాఢతలు సమానముగా నున్నప్పుడు పరీక్ష్యద్రావణములోను, ప్రమాణ ద్రావణములోను గల అమోనియా రాశులు సమముగా ఉండును. ప్రమాణద్రావణములోని అమోనియా రాశిని వాడుకచేసి అమోనియమ్ లవణరాశిని లెక్కించవచ్చును. కనుక, పరీక్ష్యద్రావణములోకూడ అంతే అమోనియా ఉన్నదని నిశ్చయము.

ఈ విధానముననే రాళ్ళయందుండు పైటానియమ్ ధాతువు హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ ద్రావణముతో ఇచ్చు పసుపువర్ణ గాఢతను నిర్ణయించి ధాతురాశిని లెక్కింతురు. ఇట్లే రాగిని అమోనియాద్రావణము (రంగు ఊదా)తో కాని, పొటానియమ్ ఫెట్రోనైట్రేట్ ద్రావణము (పిళంగ వర్ణము)తో కాని నిర్ణయింపవచ్చును.

అత్యల్ప ప్రమాణముగాని ద్రవ్యరాశి నిర్ణయమునకై భారాత్మకవిధానములందు వాడెడి రాసాయనికప్రక్రియ



## విశ్లేషణ రాసాయనికశాస్త్రము - II

అను అనువగురీతిని సవరించి అల్పప్రమాణద్రవ్యరాశి నిర్ణయవిధానములను ఏర్పాటు చేయవచ్చునని ఎమిక్ శాస్త్రజ్ఞుడు సూచించెను. ఆ సూచనలను అనుసరించి 'ఫ్రెట్జ్ ప్రెగల్' సూక్ష్మ విశ్లేషణము (మైక్రో - ఎనాలిసిస్) అను పేరుతో ప్రయోగపద్ధతిని ఒక దానిని స్థాపించెను.

వైని వివరించిన విశ్లేషణ విధానములు అకర్బన ద్రవ్యముల సందర్భమున సామాన్యముగా వాడుకలో నున్నవి.

కార్బన్ విశ్లేషణము : ఇది రెండురకములు : 1. మూల ద్రవ్యవిశ్లేషణము; 2. గణనిర్ణయము. మొదటిది మూల ద్రవ్యములు ఏవికలవో వాటిని గుణాత్మకముగాను, పరిమాణాత్మకముగాను నిర్ణయించుట. కార్బన్ ద్రవ్యములలో సామాన్యముగాఉండు కార్బన్ కాని ఇతర మూలద్రవ్యములు చాలతక్కువ. అవి హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, భాస్వరము, గంధకము, హేలోజన్లు. ఈవిషయమై పరిశ్రమ చేసినవారిలో లావ్వాజ్యే మొదటివాడు. తరువాత డ్యూమా, అంతకన్న హెచ్చుగా లీబిచ్, ఈ విశ్లేషణ పద్ధతులను నెలకొల్పిరి. వారి కృషిఫలితముగా నేటికిని ఈ పద్ధతులే ప్రచారములో ఉన్నవి ఈ విధానముల వివరములు ఆయాశీర్షికలలో చూడనగును. హ. ఆ. శే.

విశ్లేషణ రాసాయనికశాస్త్రము-II : ఇందు రాసాయనిక విశ్లేషణవిధానములు చర్చింపబడును. యోగికములందు ఏయే మూలద్రవ్యములు ఉన్నవో గుర్తించుట ముఖ్య ఉద్దేశము అయినప్పుడు దానికి గుణాత్మక 'విశ్లేషణము'ని పేరు. యోగికమందున్న మూల ద్రవ్యములలో ఏవేవి ఎంతెంతగలవో కనుగొనుటకు పరిమాణాత్మక విశ్లేషణము అని పేరు. యోగికమందు ఏయే మూలద్రవ్యములు ఉన్నవో ముందు తెలిసినగాని, వాటి పరిమాణ నిర్ణయము పొసగదు. కనుక యోగికము యొక్క గుణాత్మక పరీక్ష పరిమాణ నిర్ధారణకు పూర్వము జరుగవలెను.

పరిమాణాత్మక విశ్లేషణమును రెండువిధముల కావించవచ్చును : 1. భారనిర్ణయవిధానము ; 2. ఆయతనాత్మక విధానము. ఈ రెండు విధానములకును తులాయంత్రమే ప్రధానము; మొదటిది పరీక్ష్యద్రవ్య ద్రావణమునకు విశిష్ట రాసాయనిక యోగికములయొక్క ద్రావణములను చేర్చుట వలన పరీక్ష్యద్రవ్యమందలి ఘటకము ఒకటి మరొకయోగికముగా మారును. ఈ యోగికమునకు మూడు గుణములు ఉండవలయును: 1. అద్రావ్యత, 2. దాని నిశ్చిత రాసాయనిక రచన, 3. యథార్థముగా

చూచుటకు అనుకూలత. రెండవ తరగతికి చెందిన పరిమాణాత్మక విధానముల అన్నిటికి ఆయతనమాపకములు అనిపేరు.

గుణాత్మక విశ్లేషణము : గుణాత్మకవిధానములందు ఎప్పుడును గుర్తించవలసిన దానిని ప్రత్యేకించిన తరువాతనే పోల్చుదురు. గుణాత్మకవిశ్లేషణమును 1. అకర్బన యోగిక విశ్లేషణము, 2. కార్బన్ యోగిక విశ్లేషణము అని రెండు తరగతులుగా విభజింపనగును. ఇచ్చట అకర్బన విధానములే వివరింపబడును.

అకర్బన యోగికవిశ్లేషణము : అయన్ సిద్ధాంత ప్రకారము (చూ. అయన్ సిద్ధాంతము - పు. 148) అకర్బన యోగికములు (ముఖ్యముగా లవణములు) ద్రావణ స్థితిలో అయన్లుగా విడిపోవును. అకర్బన ద్రవ్య విశ్లేషణములను అయన్ నిర్ణయవిధానమని అనవచ్చును. ఈ అయన్లు ధాతు అయన్లు (ధన అయన్లు), ఆసిడ్ అయన్లు (ఋణ అయన్లు) అని రెండు రకములుగా ఉండును.

సాధారణ గుణాత్మకవిశ్లేషణమునందు గుర్తించవలసిన ధన అయన్లు 25 కన్న ఎక్కువలేవు. ఆసిడ్ అయన్ల సంఖ్యకూడ ఇంచుమించు ఇదియే. కనుక ఏ విశ్లేషణ పద్ధతయైనను ఈ 50 రకముల అయన్లను వేరుచేసి గుర్తించుటకు వీలగు ప్రక్రియలను విస్తరించవలెను. ఈ పద్ధతులు రాసాయనిక వాఙ్మయమునందు వివిధముగా నున్నవి. అందు ప్రాయశః వాడుకలోనున్న పద్ధతి మొట్టమొదట ఫెసీనియస్ అను జర్మను రాసాయనికునిచే విస్తరింపబడినది. అందు 1. ప్రారంభపరీక్ష, 2. ధనఅయన్ పరీక్ష, 3. ఋణ అయన్ పరీక్ష అని మూడు భాగములు ఉండును. మొదటి పరీక్ష ఈ క్రింది విభాగములలో చేయవలెను. 1. ద్రవ్యముయొక్క భౌతికపరీక్ష, అనగా దాని రంగు స్ఫటికరచన, స్వరూపము మొదలగు భౌతికగుణములను గుర్తించుట, 2. చూర్ణపరీక్ష (డైరైటెస్ట్) తాపక్రమము క్రమముగా హెచ్చుచేసి ద్రవ్యగుణములు ఎట్లు మారునో కనిపెట్టుట. ఇది మరల నాలుగు అంతర్భాగములుగా జరుపవలెను.

జ్వలన నాళికా పరీక్ష (ఇగ్నేషన్ ట్యూబ్ టెస్ట్) : ద్రవ్యమును సన్ననినాళికలో తీసికొని వేడిచేసినప్పుడు దానిరంగు మారవచ్చును. ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్, అమోనియావంటి వాయువులు బహిర్గతము కావచ్చును. నీటి ఆవిరి ఉత్పన్నమై జలబిందువులు నాళములో ఏర్పడవచ్చును. లేదా ద్రవ్యము ఉత్పతించి (సబ్లైమ్) గొట్టముపై భాగమున పొర ఏర్పడ వచ్చును.



ఆయా మార్పులను గుర్తించి వాటికి కారణభూతమైన ద్రవ్యస్వభావమును కనుగొనవచ్చును. ఉదా :

(i) (a) రంగుమార్పు : తాత్కాలికము

చల్లగా ఉన్నప్పుడు | వేడిచేసినపుడు

|        |   |          |                  |
|--------|---|----------|------------------|
| తెలుపు | → | వసుపు    | - జింకాకైన్      |
| వసుపు  | → | నారింజ   | - క్రోమేట్లు     |
| తెలుపు | → | వసుపు    | } సల్ఫోనై నైడ్లు |
|        |   | ↓        |                  |
|        |   | ఇటుకరంగు |                  |
|        |   | ↓        |                  |
|        |   | ఆకుపచ్చ  |                  |
|        |   | ↓        |                  |
|        |   | నీలిరంగు |                  |

(b) రంగు మార్పు - శాశ్వతము :

చల్లగానున్నపుడు | వేడిచేసినపుడు

|             |   |                                    |
|-------------|---|------------------------------------|
| నీలిరంగు    | → | బూడిదరంగు - కావర్ సల్ఫేట్          |
| ఆకుపచ్చరంగు | → | ఇటుకరంగు - ఫెర్రోసిలికేట్లు        |
| ఏ రంగునైనను | → | నలువగుట - సిట్రేట్లు, టార్ట్రేట్లు |

(c) ఉత్పత్తితము

|            |   |   |
|------------|---|---|
| తెలుపురంగు | → | అమోనియా, మర్క్యురీ లవణములు, ఆర్సెనిక్ ట్రై ఆక్సైడ్, బోరిక్ ఆసిడ్, ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ |
| ధూసరవర్ణము | → | పాదరసము, పాషాణము, అయిడిన్   |
| పీతవర్ణము  | → | గంధకము, సల్ఫైడ్లు, పాలీ సల్ఫైడ్లు, మర్క్యురిక్ అయిడైడ్ (దీనిని తాకిన ఎర్రబడును)   |

(ii) వాయుద్గమనము : రంగు, వాసనలేని వాయువు: ఆక్సిజన్ - నైట్రేట్లు, హేలోజనేట్లు, పెర్క్లోరేట్లు, ఆర్సెనేట్లు, క్రోమేట్లు, పెర్మాంగనేట్లు.

జ్వలనశీలమగు కార్బన్ మోనాక్సైడ్ : ఆక్సలేట్లు, ఫార్మేట్లు.

మంటను ఆర్పగల వాయువులు : నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ గల అమోనియా లవణములు, ఫెర్రినై నైడ్లు, సల్ఫో నై నైడ్లు నుండి లభించునవి :

సున్నపు నీటిని విరుచుకార్చిన డైఆక్సైడ్ : కార్బో నేట్లు, నై నేట్లు, కార్బానిక్ ఆసిడ్ లవణములు.

రంగులేకుండ వాసనగల వాయువులు : కాగితము కాలినవాసన - టార్ట్రేట్లు, సిట్రేట్లు.

ఆసిటిక్ ఆసిడ్ : బరువైన ధాతువుల ఆసిటేట్లు.

సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ : సల్ఫేట్లు, బైసల్ఫేట్లు, ఫెర్రస్ సల్ఫేట్, సల్ఫైడ్లు (గాలిలో కాలుటవలన).

హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ : తడిగానున్న సల్ఫేట్లు, కొన్ని తయోసల్ఫేట్లు.

ఘాటైనసల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ : ఊరధాతు బైసల్ఫేట్లు, బరువైన ధాతువుల సల్ఫేట్లు (ఫెర్రస్ సల్ఫేట్).

అమోనియా : అమోనియా లవణములు ; క్లిష్ట నై నో జన్ యోగికములు

రంగు, వాసన, గల వాయువులు : నైట్రోజన్ ; పెరాక్సైడ్ - నైట్రేట్లు ; నైట్రేట్లు. బ్రోమీన్ - బ్రోమైడ్లు అయిడిన్ - అయిడైడ్లు.

కార్బన్ ముక్కమీద పరీక్ష : సోడాతో కలిపిన ద్రవ్యమును కార్బన్ కన్నములో దట్టించి బ్లోవైపుతో ఊదుట. ఇందులో ధాతువులపూసలుగాని, వాటిఆక్సైడ్ల పొరలుగాని, లేదా ఏకకాలమున ఈ రెండునుకాని ముక్కలుగా ఏర్పడును.

పూసలుమాత్రము : వెండి (తెలుపు); రాగి (పూస కట్టదు); ఇనుము (పూస కట్టదు) ఈరెండును చిన్న ముక్కలుగ ఉండును.

ఆక్సైడ్ పొరమాత్రము : వేడిగానున్నపుడు వసుపు రంగు, చల్లార్చినపిమ్మట తెలుపురంగు - జింకాకైన్ ; వసుపుపొర - కాడ్మియమ్.

పూసలు + పొర : తెలుపుపూస, పచ్చపొర - సీసము ; ఎరుపు, వసుపుపొర - ఎర్రపూస బిస్మత్తు ; తెల్లపొర, తెల్ల పూస - అంటిమోని.

కార్బన్ మీదకాల్చిన ద్రవ్యమునకు కోబాల్ట్ నైట్రేట్ ద్రావణము రెండుమూడుబొట్లు చేర్చి మరలకాల్చిన కని పించు రంగులు.

ఆకుపచ్చరంగు - జింకు

|          |                               |  |
|----------|-------------------------------|--|
| నీలిరంగు | కరగనిది - అల్యూమినియము        |  |
|          | కరగిన పూసకట్టునది - బోరేట్లు, |  |
|          | సిలికేట్లు, ఫాస్ఫేట్లు.       |  |

రోజాపూపురంగు - మగ్నీషియమ్.

జ్వాలావర్ణము : ప్లాటినమ్ తీగతో ద్రవ్యమును గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ తో తడిచేసి బున్ సెన్ బర్నర్ జ్వాలలో ఉంచవలయును:

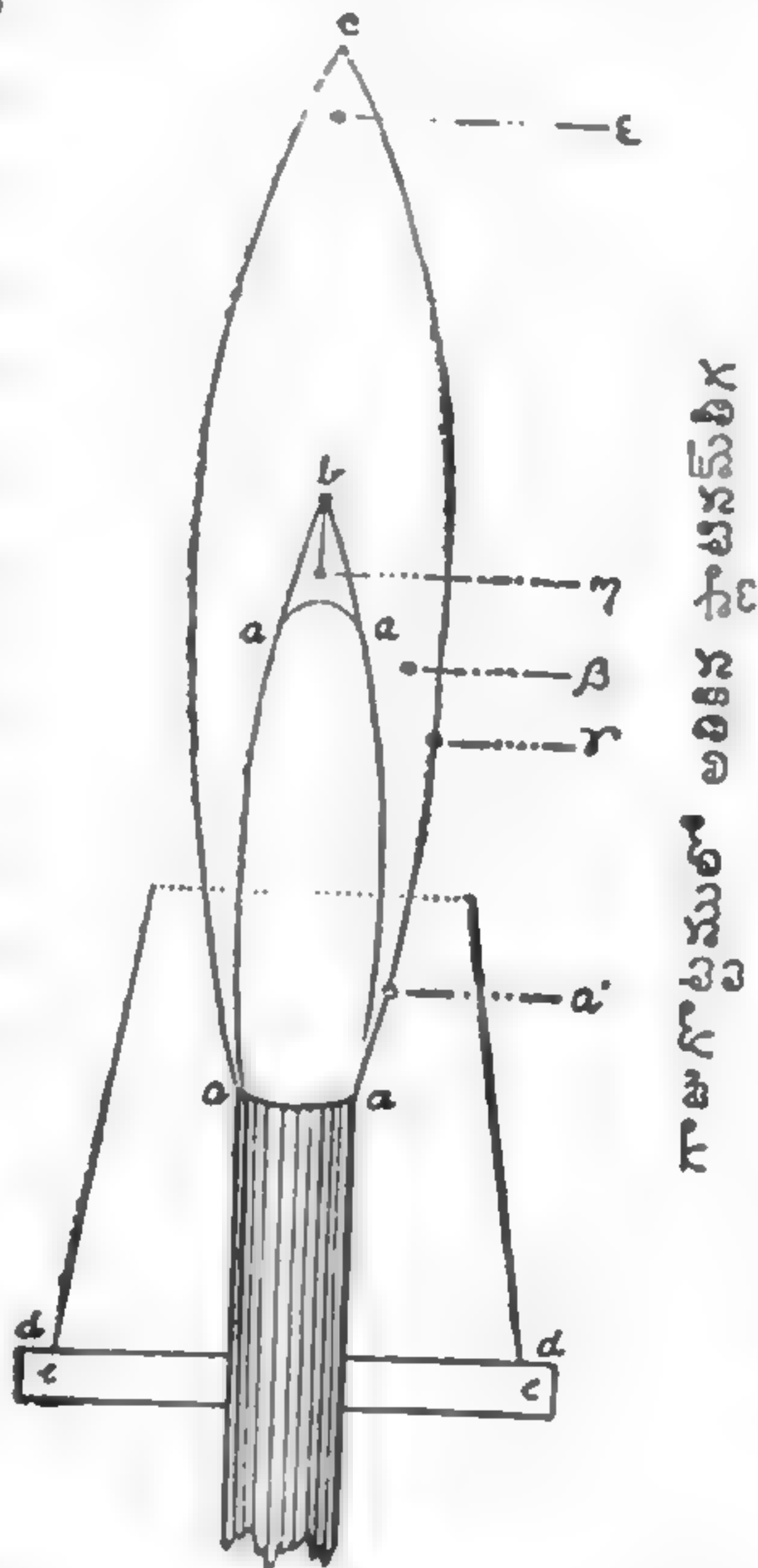
|        |       |      |         |            |          |           |
|--------|-------|------|---------|------------|----------|-----------|
| Sr     | Na    | Ca   | Cu      | Pb         | Sn       | K         |
| Li     |       |      | B       | Al         |          |           |
| రక్త   | వసుపు | ఇటుక | Ba      | Sb         | వీలవసరము | నీలిలోహము |
| వర్ణము | రంగు  | రంగు | ఆకుపచ్చ | ధూసరవర్ణము |          |           |



## విశ్లేషణ రాసాయనికశాస్త్రము - II

పూస పరీక్ష: ప్లాటినమ్ తీగకొనను జ్వాలలో ఎర్రగ కాల్చి బోరాక్స్ (వెలిగారము) పొడిలో ముంచినచో,

అది కొంచెము కరగి, ప్లాటినమ్ తీగకు అంటుకొనును. మరల జ్వాలలో ఉంచినచో వెలిగారము కరగి ముత్యమువలె పూసకట్టును. దానికి పరీక్ష్య ద్రవ్యమును కొంచెము అతికించి మరల జ్వాలలో ఉంచినచో బోరాక్స్ పూస విశిష్టమగు రంగులను కలిగియుండును. బున్ సెన్ జ్వాలలో కన్నట్టు ఆక్సికరణము, ఆక్సిహరణము జరిగెడి



క్రింది ఆక్సికరణస్థానము ౧  
క్రింది ఆక్సిహరణస్థానము ౨  
మీది ఆక్సిహరణస్థానము ౩  
మీది ఆక్సికరణస్థానము ౪

స్థలములు పటములో వేరువేరుగా చూపబడినవి. పూస యొక్క వర్ణము ఈ వేరువేరు స్థలములలో మారి ఉండును.

| ఆక్సికరణజ్వాల                       | ద్రవ్యము | ఆక్సిహరణజ్వాల |
|-------------------------------------|----------|---------------|
| ఇటుకరంగు                            | Ni       | బూడిదరంగు     |
| ఆకుపచ్చ                             | Cr       | ఆకుపచ్చరంగు   |
| నీలిఆకుపచ్చ                         | Cu       | ఇటుకరంగు      |
| చినారంగు                            | Mn       | రంగులేదు      |
| వేడిలో ఇటుకరంగు, చల్లారిన పసుపురంగు | Fe       | ఆకుపచ్చ       |
| నీలిరంగు                            | Co       | నీలిరంగు      |

ఒకప్పుడు రంగులు ఒకదానినొకటి మరుగు పరచును. క్రోమియమ్ రంగు మాంగనీస్ రంగును కనబడనియదు. ఇట్టి పరిస్థితులలో ఆక్సిహరణజ్వాలలో జరిపిన రంగుల పరీక్ష మరుగుపడి ఉన్నరంగును గుర్తించుటకు ఉపకరించును.

సాధారణముగా రంగులుగల లవణములే బోరాక్స్ పూసలకు రంగునిచ్చును. అందువలన పరీక్ష్యద్రవ్యమునకు రంగు ఉన్నప్పుడే ఈపరీక్ష ఆవశ్యకము. కాని సిలికేట్లను

పరీక్షించునపుడు వాటికి రంగు లేకపోయినను ఈ పరీక్ష ఆవశ్యకము. వాటిని గుర్తించుటకు వాడుకచేయవలసిన లవణము మైక్రోకాస్మిక్ సాల్టు - సోడియమ్ అమోనియమ్ హైడ్రోజన్ ఫాస్ఫేట్. ఇదికూడ జ్వాలలో కరగి పూసకట్టును. పూసకు సిలికేట్లను చేర్చి జ్వాలలో కరగించినచో వాటిలవణాధారభాగము, పూసలో లీనమై సిలిసిక్ ఆసిడ్ భాగము పూసలోపల నలుసువలె తిరుగుచుండును. దీనిని సులభముగా గుర్తించవచ్చును.

సజల, గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్లలో పరీక్ష: (a) సజలాష్లుము ద్రవ్యమునకు కలిపినపుడు, బుసబుసలాడుచు వాయువు ద్రవ్యమునుండి పైకివెడలినచో ఆ వాయువు:

కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అయినచో కార్బోనేట్లు  
సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ అయినచో సల్ఫైడ్లు, తయోసల్ఫైడ్లు  
నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్ అయినచో నైట్రైట్లు  
హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ అయినచో సల్ఫైడ్లు  
ఆక్సిజన్ అయినచో పెరాక్సైడ్లు కావచ్చును.

(b) గాఢాష్లుము యొక్క చర్య: వాయువుల ఉత్పత్తి, భేదములు, గుణములు: రంగులేని వాయువు, గాలిలో చేరి ధూమము లేగును; లేదా అమోనియాతో పొగ ఏర్పడును. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ (HCl), హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్, హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ (HF), సిలికన్ టెట్రాఫ్లోరైడ్ (SiF<sub>4</sub>).

వాయువు ఆకుపచ్చ రంగుతో మండును - బోరాన్ ట్రైఫ్లోరైడ్ (బోరేట్-ఫ్లోరైడ్ మిశ్రము నుండి); నీలి రంగుతో మండును: కార్బన్ మోనాక్సైడ్: ఆక్సలేట్, టార్ట్రేట్, సెనైడ్.

కొరకంచు నిప్పును జ్వలింప చేయునది ఆక్సిజన్: పెరాక్సైడ్లు, పెర్మాంగనేట్లు.

రంగుగల వాయువులు (ఎరుపు):- నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్, నైట్రేట్లనుండి; బ్రోమిన్, బ్రోమైడ్లు, బ్రోమేట్లనుండి; క్లోమిక్ క్లోరైడ్; క్లోరైడ్ + క్రోమేట్ మిశ్రమునుండి.

ఎర్రవాగుగలవసుపు: క్లోరిన్ డైఆక్సైడ్ (ClO<sub>2</sub>). క్లోరేట్ నుండి.

పసుపు: క్లోరిన్ (క్లోరైడ్ + ఆక్సికరణ ద్రవ్యము) నుండి.

చినారంగు: అయిడిన్, అయిడైడ్లనుండి.

నలుపు సిట్రేట్లు, టార్ట్రేట్లు.



ద్రావణ పరీక్ష : తరువాతిప్రక్రియ ద్రవ్యమును ద్రావణ స్థితిలో పరీక్షించుట. నీరు, విలీనహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్, గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్, వీటిలో ఎందులో ద్రవ్యము కరగునో వరుసగా చూడవలెను. చల్లగా ఉన్నపుడు మార్పులేనిచో, వేడిచేసి చూడవలెను. వీటిలో దేనిలోను కరగనిచో ఆక్వారెజియా (గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్, నైట్రిక్ ఆసిడ్ల 1:3 మిశ్రము)ను వాడి చూడవలెను. ఆక్వారెజియా ద్రావకములోకూడ కరగనిద్రవ్యమును అద్రావ్యముగా గ్రహించవలెను.

అద్రావ్యములు : 1. సిల్వర్ క్లోరైడ్, బ్రోమైడ్, అయిడైడ్; 2. బేరియమ్, స్ట్రాన్షియమ్ సల్ఫేట్లు; 3. లెడ్ సల్ఫేట్; 4. మెటాస్టానిక్ ఆసిడ్ ( $H_2SnO_3$ ); 5. టిన్ డైఆక్సైడ్ ( $SnO_2$ ); 6. ప్లోరైడ్లు. 7. క్రోమియమ్ ట్రైఆక్సైడ్, క్రోమైట్ ఖనిజములు. 8. క్లిష్ట సైనైడ్లు-వీటిని ద్రావణ స్థితిలోనికి తెచ్చుపద్ధతులు (i) జింకు చూర్ణము, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ - ఈరెండిటి మిశ్రము యొక్క చర్యవలన సిల్వర్ హైడ్రైడ్లను ద్రావణస్థితిలోనికి తీసికొని రావచ్చును.

$AgCl + (H) \text{ (జింకు + ఆసిడ్) } \rightarrow Ag + HCl$   
ఈప్రక్రియలో వెండిధాతువు విడివడును. దీనిని సజల నైట్రిక్ ఆసిడ్తో ద్రావణము గావించవచ్చును. (ii) ద్రవ్యమును నాలుగురెట్లు సోడా కార్బోనేట్ చూర్ణముతో కలిపి ప్లాటినమ్ మూసలో కరగించిన అద్రావ్యసల్ఫేట్లు ద్రావణములు అగును:

$BaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow BaCO_3 + Na_2SO_4$   
చల్లారిన తరువాత మిశ్రమును నీటిలో కరగించి వడపోయగా నిలిచియున్న బేరియమ్ కార్బోనేట్ను విలీన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్లో కరగించి పరీక్షకు సిద్ధముచేయవచ్చును. (iii) లెడ్ సల్ఫేట్ను గాఢకాస్టిక్ సోడా ద్రావణముతో మరగించి ద్రావణముగా కావించవచ్చును. (iv) మెటాస్టానిక్ ఆసిడ్ను గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్తో కొంత సేపు మరగించినచో ద్రావణమగును. (v) టిన్ డైఆక్సైడ్: సోడియమ్ కార్బోనేట్ చూర్ణముతో గంధకమును కలిపి ఆమిశ్రమునకు టిన్ డైఆక్సైడ్ కలిపి మూసలో కరుగునట్లు వేడిచేయవలెను. ఈప్రక్రియలో స్టానిక్ ఆక్సైడ్ సోడియమ్ సల్ఫోస్టానేట్ గా మారును. దీనిని నీటిలో కరగించి ద్రావణము గావించవచ్చును. (vi) ప్లోరైడ్లను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సల్ఫేట్లుగా మార్చి ఈ సల్ఫేట్లు అద్రావ్యములైనచో రెండవ ప్రక్రియచే ద్రావణము గావించవలెను. (vii) క్రోమియమ్ ట్రైఆక్సైడ్ - క్రోమైట్ ఖనిజము: సోడియమ్ కార్బోనేట్, పొటాసియమ్ నైట్రేట్

మిశ్రముతో ద్రవ్యమును వేడిచేసి కరగించవలెను. చల్లారిన తరువాత నీటిలోకరగించి ద్రావణమును సాధించవచ్చును. (viii) గాఢకాస్టిక్ ద్రావణముతో మరగించి క్లిష్టసైనైడ్లను ద్రావణీకరించవచ్చును. ఈ ప్రక్రియలో ఆసిడ్ గణము సోడియమ్ లవణముగాను; దానితో ఇదివరకుకలిసియున్న ధాతువు హైడ్రాక్సైడ్ గాను మారును. ఈద్రావణములోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ను పంపించినచో, ధాతు కార్బోనేట్ అవశేషముగా దిగును. దీనిని వడపోసి, కడిగి విలీనహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్లో కరగించి ద్రావణమును సిద్ధముచేయవచ్చును.

అయన్ల పరీక్ష : ఇందు సుమారు 25 ధాతుఅయన్లను గుర్తించవలసియుండును. ఈ ధాతు అయన్లన్నియు వాటి నైట్రేట్ లవణరూపమున ద్రావణములో విలీనమై ఉన్నవనుకొని ప్రక్కపుట (894)లోని గణవిభాజక ప్రక్రియను ఉపయోగించవచ్చును.

తరువాతిభాగము ఆసిడ్ అయన్ల పరీక్ష. దీనికిముందు ఆ అయన్లను అన్నిటిని సోడియమ్ లవణములుగా మార్చి వాటిని ద్రావణస్థితిలోనికి తీసికొని రావలయును. ఇందులకు ద్రవ్యమును గాఢసోడియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణములో మరగించి వడపోయుదురు. ఈప్రక్రియలో ధాతుఅయన్లు కార్బోనేట్లుగా అవశిష్టములై పైకితొలగును. ఆసిడ్ అయన్లు వాటిసోడియమ్ లవణరూపమున వడపోయగా వచ్చిన ద్రావణములో ఉండును. ఈ ద్రావణమందుండు సోడియమ్ కార్బోనేట్, తరువాతిప్రక్రియలకు అడ్డుతగులును. కనుకదీనిని నైట్రిక్ ఆసిడ్లతో తొలగించవలయును.

ఆసిడ్ అయన్లపరీక్షకు బేరియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము, సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణము రెండు ముఖ్యసాధనములు. ఈ ద్రావణములను పైనిచెప్పినట్లు సిద్ధముచేసిన ఆసిడ్ అయన్ ద్రావణమునకు ప్రత్యేకముగా చేర్చినపుడు లభ్యమైన అవశేషములను పట్టి, వాటి రంగులపట్టి ఆసిడ్ అయన్లను క్రిందివిధమున ఆరు తరగతులుగా విభజించవచ్చును.

మొదటి తరగతి: వీటి సిల్వర్ లవణములు నీటిలో కరగవు; కాని వీటి బేరియమ్ లవణములు నీటిలో కరగును (క్లోరైడ్, బ్రోమైడ్, అయిడైడ్, ఫెరోసైనైడ్, సల్ఫోసైనైడ్, హైపోక్లోరేట్ అయన్లు).

రెండవ తరగతి: వీటి సిల్వర్ లవణములు నీటిలో కరగవు; కాని, నైట్రిక్ ఆసిడ్లో కరగును. వీటి బేరియమ్ లవణములు నీటిలో కరగును. (సల్ఫైడ్, నైట్రైట్, ఆసిటేట్, సైనైట్, హైపోఫాస్ఫైట్ అయన్లు).



## విశ్లేషణ రాసాయనికశాస్త్రము - II

మూడవ తరగతి : వీటి సిల్వర్ లవణములు రంగులేనివి, నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో కరగును. బేరియమ్ లవణములు నీటిలో కరగవు. కాని నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో కరగును. (సల్ఫైడ్లు, ఫాస్ఫైడ్లు, కార్బోనేట్లు, ఆక్సలేట్లు, అయిడేట్లు,

సూక్ష్మ (మైక్రో) గుణాత్మక విశ్లేషణ విధానము, ఏ రాసాయనికవిధానమునకును, అలవిగానంత సూక్ష్మ రాశిలోనున్న ద్రవ్యమును దానివర్ణమాలవరీక్షచే గుర్తించ వచ్చును. ఒక మిల్లిగ్రాములో లక్షవంతు సోడియమ్

### ద్రావణము\* + విలీన ప్రాడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్

| అ <sub>1</sub><br>క్లోరైడ్లు<br>Ag <sup>+</sup> , Pb <sup>++</sup><br>(Hg <sub>2</sub> ) <sup>++</sup><br><br>వర్గము I | ద్రా <sub>1</sub> , మరగించి + ప్రాడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువు (ద్రావణము సంపృప్తమగు వరకు)  |   |  |
|--|--|---|--|
|  | అ <sub>2</sub> , సల్ఫైడ్లు<br>(A) ఊర సల్ఫైడ్లు<br>Pb <sup>++</sup> , Hg <sup>++</sup> ,<br>Cu <sup>++</sup> , Bi <sup>+++</sup> ,<br>Cd <sup>++</sup><br>(B) ఆసిడ్ సల్ఫైడ్లు<br>As <sup>+++</sup> , Sb <sup>+++</sup> ,<br>Sn <sup>++</sup><br><br>వర్గము II | ద్రా <sub>2</sub> + అమోనియమ్ సల్ఫైడ్ (ఎక్కువగా అనగా పైనిచేర్చిన ఆసిడ్ రద్దగువంతవరకు)  |  |
|  |  | అ <sub>3</sub><br>(A) ప్రాడ్రాక్సైడ్లు<br>Al(OH) <sub>3</sub> ,<br>Cr(OH) <sub>3</sub><br>(B) సల్ఫైడ్లు<br>Fe <sup>++</sup> , Zn <sup>++</sup> ,<br>Mn <sup>++</sup> , Ni <sup>++</sup> ,<br>Co <sup>++</sup><br><br>వర్గము III | ద్రా <sub>3</sub> , మరగించి H <sub>2</sub> S ను వెళ్ళగొట్టి + అమోనియా + అమోనియా క్లోరైడ్ + అమోనియా కార్బోనేట్                                  |
|  |  |   | అ <sub>4</sub> కార్బోనేట్లు<br>Ba <sup>++</sup> , Sr <sup>++</sup><br>Ca <sup>++</sup><br><br>వర్గము IV  |
|  |  |   | ద్రా <sub>4</sub> ఇగుర పెట్టి మిగులును కాల్చి అమోనియా లవణములను పారద్రోలి నీటిలో కరగించి రెండు భాగములు చేయవలెను.                                |
|  |  |   | ఒక భాగమునకు + సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ ద్రావణము + అమోనియా MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> అవశేషము  |
|  |  |   | రెండవ భాగము Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> లకు పరీక్షించవలెను. జ్వాలపరీక్షలో Na <sup>+</sup> వస్తువు రంగు K <sup>+</sup> చివారిరంగు కనబడును. |

బోరేట్లు, టార్ట్రేట్లు, సిట్రేట్లు, మెటాఫాస్ఫేట్లు, పైరోఫాస్ఫేట్లు).

నాలుగవ తరగతి : వీటి సిల్వర్ లవణములకు రంగు ఉండును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో కరగును. బేరియమ్ లవణములు నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో కరగును (ఫాస్ఫేట్లు, ఆర్సేనేట్లు, ఆర్సెనైడ్లు, తయోసల్ఫేట్లు, క్రోమేట్లు, పెర్ అయోడేట్లు).

ఐదవ తరగతి : సిల్వర్ లవణములు, బేరియమ్ లవణములకూడ నీటిలో కరగును (నైట్రేట్లు, క్లోరేట్లు, పెర్ క్లోరేట్లు).

ఆరవ తరగతి : వీటి సిల్వర్ లవణములు నీటిలో కరగును. బేరియమ్ లవణములు, నైట్రిక్ ఆసిడ్ లోకూడ కరగవు (సల్ఫేట్, ఫ్లోరైడ్, సిలిసిఫ్లోరైడ్).

సిద్ధముచేసిన ఆసిడ్ అయిన్ ద్రావణమును రెండు భాగములుగా విడదీసి అందొక దానికి బేరియమ్ క్లోరైడ్, రెండవ దానికి సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణములను చేర్చి పరీక్షించుట వలన, పరీక్ష్యలయన్ ఏతరగతికి చెందినదో నిశ్చయించ వచ్చును. తరువాత విశిష్టప్రక్రియలను ఉపయోగించి అయిన్ ను ప్రత్యేకముగా గుర్తించవచ్చును.

ధాతువును వర్ణమాలలో దాని పసుపుగీతచే గుర్తుపట్ట వచ్చును. ఇట్లే గాలిలో అయిదులక్షల భాగములలో ఒక భాగముగానున్న అపురూపవాయువు నీయాన్ ను - దాని వర్ణమాలయందు రేఖలచే గుర్తించవచ్చును.

అనేక ద్రవ్యముల విచూషణవర్ణమాలలు వాటి సూక్ష్మ రాశులను గుర్తించుటకు ఉపయోగించును. ఉదాహరణములు : కాపర్ సల్ఫేట్, రక్తమందుండు హెమోగ్లోబిన్ అను శోణవర్ణద్రవ్యము.

సూక్ష్మరాశిపరీక్షకై కేవలరాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులు ఇటీవల విస్తరింపబడినవి. ఈ విధానమున ప్రధానముగా

\* ఈద్రావణములో క్రింది ధాతుఅయిన్లన్నియు ఉన్నవను కొనవలెను. Ag<sup>+</sup>, Pb<sup>++</sup>, (Hg<sub>2</sub>)<sup>++</sup> ; | Hg<sup>++</sup>, Cu<sup>++</sup>, Bi<sup>+++</sup>, Cd<sup>++</sup>, As<sup>+++</sup>, As<sup>++++</sup>, Sb<sup>+++</sup>, Sb<sup>++++</sup>, Sn<sup>++</sup>, Sn<sup>+++</sup> | Al<sup>+++</sup>, Cr<sup>+++</sup> | Fe<sup>++</sup>, Zn<sup>++</sup>, Mn<sup>++</sup>, Ni<sup>++</sup>, Co<sup>++</sup> | Ba<sup>++</sup>, Sr<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> | K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, (NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>

పై పట్టికలో (+) అనునది ద్రావణము చేర్చుటకు గుర్తు; అడ్డగీత వడపోతకు సూచన; 'అ' అనగా అవశేషము; 'ద్రా' అనునది వడపోయగా దిగిన ద్రావణము.



పరీక్ష్యద్రవ్యములకు ఉచితమగుద్రవ్యములను చేర్చినపుడు జనించు (1) రంగులను, (2) అవశేషములను పరిశీలించుట వలన తొలిద్రవ్యములను గుర్తింతురు. ఈ పరీక్షలన్నియు చాల సున్నితములైనవి. ఒక్కొక్కద్రవ్యమును గుర్తించుటకు విశిష్టవిధానములు విస్తరింపబడినవి. ఉదా : 100 లక్షల ఘనసెంటీమీటరుల నీటిలో కరగియున్న ఒక గ్రాము రాగిని, ఆల్కహాల్ షైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ గ్వెయాకమ్ బంక పై రిడిన్ ద్రావణములో కరగించగా వచ్చిన ద్రావణము ఈ రెండింటి మిశ్రమును ఆ నీటిలో చేర్చినచో నీలిరంగు ఏర్పడుటవలన రాగిని గుర్తించనగును. ఇరువదిలక్షలపాళ్ల నీటిలో ఒకపాలున్న బంగారమును ఆర్టోటాల్విడిన్ చేర్చినప్పుడు కలుగు పసుపురంగు వలన గుర్తించవచ్చును. అట్లే ఇరువదిలక్షలపాళ్ల మొత్తపు గాలిలోనున్న ఒకభాగము హైడ్రో సైనిక్ ఆసిడ్ అను విషవాయువును ఆర్టోటాల్విడిన్, ఆసిటిక్ ఆసిడ్, కాపర్ ఆసిటేట్ ద్రావణముల మిశ్రముతో (నీలిరంగు) గుర్తించవచ్చును. ఇట్లే చాల ద్రవ్యములకు ఒక్కొక్కశోధక ద్రవ్యముచొప్పున శోధకక్రియలు జరుపనగును.

సూక్ష్మపరిమాణాత్మక రాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులు 1910 నుండి విస్తరింపబడినవి. గ్రాజ్ యూనివర్సిటీకు చెందిన ఫిట్జ్ పెగల్ ఇందుకు మార్గదర్శకుడు. వాంబర్గ్ యూనివర్సిటీకి చెందిన డబ్ల్యు. ఎచ్. కాఫ్ మన్ చే సృజించబడిన సూక్ష్మతులాయంత్రముచే అతీసూక్ష్మద్రవ్య విశ్లేషణము సాధ్యమైనది. ఈ సూక్ష్మతుల 20 గ్రాములు మొదలు మిల్లిగ్రాములో మూడువేలవ వంతు వరకు తూచగలదు.

భార నిర్ణయ విశ్లేషణము : మామూలుగా జరిపించు భార నిర్ణయ విశ్లేషణమునందు దిగువచెప్పిన వేరువేరు క్రియలు అవసరము. నియతరాశిద్రవ్యమును నిశితముగా తూచి నీటిలో కరగించవలయును.

పరీక్ష్యద్రవ్యములో నిర్ణయించవలసిన ఘటకమునకు ద్రావణస్థితిలో అనుకూలమైనపరీక్షకద్రావణమును చేర్చి అవశేషించవలెను. ఈ అవశేషమును వడపోసి శుద్ధ జలముతో కడిగి ఉచితరీతిని నిరార్థముగాచేసినతరువాత తూచవలెను. కొన్ని సందర్భములలో అవశేషణక్రియ ఉష్ణద్రావణములలో జరిగించవలసి ఉండును. మరికొన్ని శీతద్రావణములలో నడపవలయును. కొన్నిపక్షములలో వడపోతకార్యము వెంటనే జరుగవచ్చును. మరికొన్నిట విలంబముగా జరిపించవలెను.

వడపోత ఎట్లు జరిపినను అవశేషముతోపాటు, వడపోత పరికరమును కూడ వేడిచేయవలెను : వడపోత

కాగితమును వాడుక చేసినపుడు మాత్రము అవశేషమును కాగితము నుండి విడదీయకుండగాని, లేదా విడదీసినగాని యథోచితముగా కాగితమును కాల్చి భస్మముచేయుదురు.

అవశేషమును తూచు సందర్భమున వడపోత కాగితపు బూడిదబరువును, మొత్తపుభారమునుండి మినహాయించి అవశేషభారమును నిర్ణయించవలెను.

పై నివివరించిన భారమిశీయవిశ్లేషణపద్ధతికి ఉదాహరణము ఒకటి ఇచ్చట వివరింపబడును.

వెండి నాణెములో\* ఎంతభాగము వెండి ఉన్నదో నిర్ణయించవలసిఉన్నది. అందుకు సుమారు 0.2584 గ్రాము నాణెమును తీసికొని ఒకపింగాణిపాత్రలో ఉంచి దానిని తగినంత విలీననైట్రిక్ ఆసిడ్ లో కరగించినప్పుడు నీలి ఆకుపచ్చద్రావణము ఏర్పడును. ఇది రాగిసంపర్కమువలన వచ్చిన రంగు. దానిని తడి పూర్తిగాపోవువరకు ఇగురపెట్టి కొద్దివిశుద్ధజలముతో కలియబెట్టి దానికి విలీనహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ను కొద్దికొద్దిగా అవశేషక్రియ పూర్తియగువరకు చేర్చుచు కలియపెట్టవలెను. అవశేషముగాదిగిన సిల్వర్ క్లోరైడ్ ను కాగితముతో వడపోసి శుద్ధిచేసిన తరువాత శాష్పతాపకములోపెట్టి తడి పూర్తిగానశించువరకు అందులోనే వేడిచేయవలెను. తరువాత అవశేషమును కాగితము నుండి, తెలిసిన తూకముగల పింగాణి మూసలోనికి జాగ్రత్తగామార్చి డెసికేటర్ లో చల్లారినతరువాత స్థిరభారము ఏర్పడువరకు తూచుచుండవలెను. అపై ని నాణెములోని వెండిభాగము క్రిందివిధమున తేల్చవచ్చును :

|                              |                                    |                  |
|------------------------------|------------------------------------|------------------|
| తీసికొన్న నాణెపుభారము        | =                                  | 0.2584 గ్రాము    |
| మూస + మూత + సిల్వర్ క్లోరైడ్ | =                                  | 20.5496 గ్రాములు |
| మూస + మూత                    | =                                  | 20.2845 గ్రాములు |
| సిల్వర్ క్లోరైడ్             | =                                  | 0.3091 గ్రాము    |
| సిల్వర్ క్లోరైడ్ : వెండి ::  | =                                  | 143.03 : 107.68  |
| ::                           | =                                  | 0.3091 : x       |
| ∴ వెండిభాగము x               | =                                  | 0.2325 గ్రాము    |
| శాతములో x =                  | $\frac{0.2325}{0.2584} \times 100$ | = 90.68 అగును.   |

అనగా, వెండి నాణెములో 90.68% పరిశుద్ధమైన వెండి ఉన్నది.

ఇట్లే ప్రతిధాతువునకు, లవణములోనుండు ఆప్లుగణమునకు భారనిర్ణయ పద్ధతులు విస్తరింపబడినవి. వాటిలో కొన్ని ప్రక్కపుట (898) లో ఈయబడినవి :

\* వెండి నాణెములు సాధారణముగా రాగితో కరగి చేయుదురు.



| గణము           | అవక్షేపరూపము  |
|----------------|---|
| బేరియమ్‌థాతువు | బేరియమ్‌సల్ఫేట్ ( $\text{BaSO}_4$ )   |
| కాల్షియమ్      | కాల్షియమ్ ఆక్సలేట్ ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ )                                   |
| మగ్నీషియమ్     | మగ్నీషియమ్ హైడ్రోఫాస్ఫేట్ ( $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ )                   |
| అల్యూమినియము   | అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )                                  |
| ఇనుము          | ఫెరిక్ ఆక్సైడ్ ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )  |
| రాగి           | కాపర్ ఆక్సైడ్, లేదా క్యూప్రస్ సల్ఫైడ్<br>( $\text{CuO}$ , $\text{Cu}_2\text{S}$ ) |
| సీసము          | లెడ్ సల్ఫేట్ ( $\text{PbSO}_4$ )  |
| తగరము          | స్టానిక్ ఆక్సైడ్ ( $\text{SnO}_2$ )   |

భారనిర్ణయవిశ్లేషణప్రక్రియలు నిశితముగా నిర్వహించుటకు గమనించ వలసిన ముఖ్యవిషయములు : 1. వడపోత కాగితముకు అంటుకొని ఉండు అవక్షేపమును విశ్లేషముగా మూసలోనికి చేర్చుట కష్టసాధ్యము. అందుచేత తరచుగా కాగితమును మూసలోనే మాడ్చి మసిచేసి అవక్షేపమును తూచుదురు. కొన్ని అవక్షేపములు ఈ ప్రక్రియలో మారవచ్చును. అప్పుడు ఆకాగితపు బూడిదకు అనువగు ఆప్లమునుచేర్చి అవక్షేపమును కరగించి తరువాత తిరిగి అవక్షేపము గావించి మొదటిదానిని దానికి చేర్చి తూచుదురు ; 2. భాళి పింగాణి మూసను శుద్ధిచేసి, తడిపోవువరకు వేడిచేసి చల్లారిన తరువాత మూతతోసహా తూచవలెను; 3. అవక్షేపముతో సహా తూచిన మూస యొక్క భారము స్థిరముగా ఉండువరకు దానిని వేడిచేయుచు, చల్లారినతరువాత తూచుచుండవలెను ; 4. వేడి మూసను డెసికేటర్ లోనే చల్లార నీయవలెను ; 5. వస్తువులను తూచునప్పుడు తులాయంత్రము యొక్క గాఢతలుపు సర్వదా మూసి ఉంచవలెను.

ఆయతనాత్మక విశ్లేషణము : ఏదేని యోగికముయొక్క నియత ఆయతనములో అది ఎంతయున్నదో తెలిసికొనుటయే, ఈవిశ్లేషణ విధానముయొక్క ముఖ్య ప్రయోజనము. అందుకు ఈవిధానములో ప్రమాణద్రావణములు అవసరము. నియత ద్రావణాయతనములో ఎంత యోగికముఉన్నదో తెలిసిన, ఆ ద్రావణమునకు ప్రమాణద్రావణమని పేరు. ఈ ప్రమాణద్రావణములను ఉపయోగించి పరీక్ష్యద్రావణములోనుండు ద్రవ్యరాశిని నిర్ణయించు విధానమును అంశమాపనము (టిట్రేషన్) అందురు.

ఆయతనాత్మకవిధానమునకు ఉచితమయిన పరిస్థితులు మూడుఉన్నవి: 1. విధానమునకు ముఖ్యాంగమగు రాసాయనికప్రక్రియ మిక్కిలివేగముగా జరుగవలయును; 2. ఈ

ప్రక్రియలో పాల్గొను రాసాయనిక ద్రవ్యముల మధ్య రాసాయనిక కార్యము సంపూర్ణముగా, వాటి రాసాయనిక తుల్యభార నిష్పత్తిలో జరుగవలెను. అప్పుడే విశ్లేషణ కార్యఫలితములను యథార్థముగా గణించుటకు అవకాశము ఉండును ; 3. నిశితముగా తెలిసిన యథార్థ అణుసాంద్రతగల పరీక్షక ద్రవ్యద్రావణమును తయారు చేయుటకు అవకాశము ఉండవలెను.

అంశమాపన క్రియాసమాప్తి నిశితముగా గుర్తించుటకు వీలుగా ఉండవలయును. ప్రక్రియలో పాల్గొనెడి ద్రావణముల రంగులు మారుటయే క్రియాసమాప్తిని తెలుపును. సూచకద్రవ్యములను చేర్చుటచే రంగులు మారును. ద్రావణములోనున్న ద్రవ్యరాశిని నిర్ణయించుటకు కొలమానము కావలెను. రాసాయనికముగా సంయోగించు రెండు యోగికములలో ఒకదానిని మానముగా ఉపయోగించి రెండవదానిరాశి కనుగొనవచ్చును.

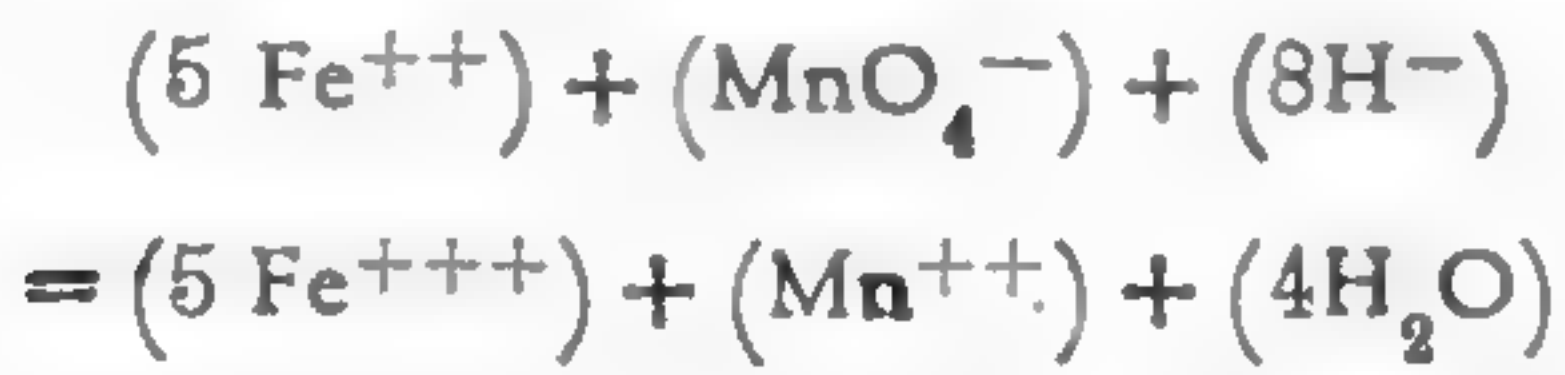
ప్రమాణద్రావణములు : ఒక లీటరు ద్రావణములో ఒక తుల్యభారము\* యోగికము విలీనమైనపుడు ఆద్రావణమునకు ఏకప్రమాణ (నార్మల్) ద్రావణమనియు, రెండు తుల్యభారములకు సమానమైనభారమున్నపుడు ద్విప్రమాణము (2 నార్మల్) అనియు, సగము తుల్యభారమే ఉన్నపుడు అర్ధప్రమాణము (హాఫ్ నార్మల్) అనియు వ్యవహరింతురు. ఇట్లే ప్రమాణద్రావణబలమును, తుల్యభార గుణిజముగాగాని, అంశముగాగాని నిరూపించవచ్చును.

యోగికముయొక్క తుల్యభారము అది పాల్గొనెడి రాసాయనికప్రక్రియనుపట్టి వేర్వేరు విలువలను కలిగి ఉండవచ్చును. ఉదాహరణము : ఇనుము హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో కరగి హైడ్రోజన్ ఏర్పడుప్రక్రియలో ప్రతిఇనుము పరమాణుభారమును రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణుభారములను ఆప్లమునుండి వెడలకొట్టును. ఈప్రక్రియలో ఇనుము యొక్క తుల్యభారము దాని పరమాణు భారములో సగము ( $\frac{55.85}{2}$ ); అనగా దానిపరమాణుభారము రెండు తుల్యభారములకు సమానము. ఈఇనుమే ఆప్లపరిశరము అందు అయన్ రూపమున పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ వంటి యోగికముచే ఆక్సీకరింపబడినపుడు దాని తుల్యభారము పరమాణుభారమే అగును. ఏలన ఒక అణు

\* తుల్యభారము : హైడ్రోజన్ పరమాణు భారమునకు రాసాయనికముగా తుల్యమైన యోగికముయొక్క భారమునకు లేదా హైడ్రోజన్ యోగికమునందేయున్నప్పుడు ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణుభారము గల యోగికము యొక్క రాశికి తుల్యభారమనిపేరు.



భారము పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ఐదు పరమాణు భారముల హైడ్రోజన్ ని ఆక్సికరించగలదు; అట్లే ఐదు పరమాణుభారముల ఇనుమును ఫెర్రస్ అయన్ స్థితినుండి ఫెరిక్ అయన్ స్థితికి ఆక్సికరించగలదు :



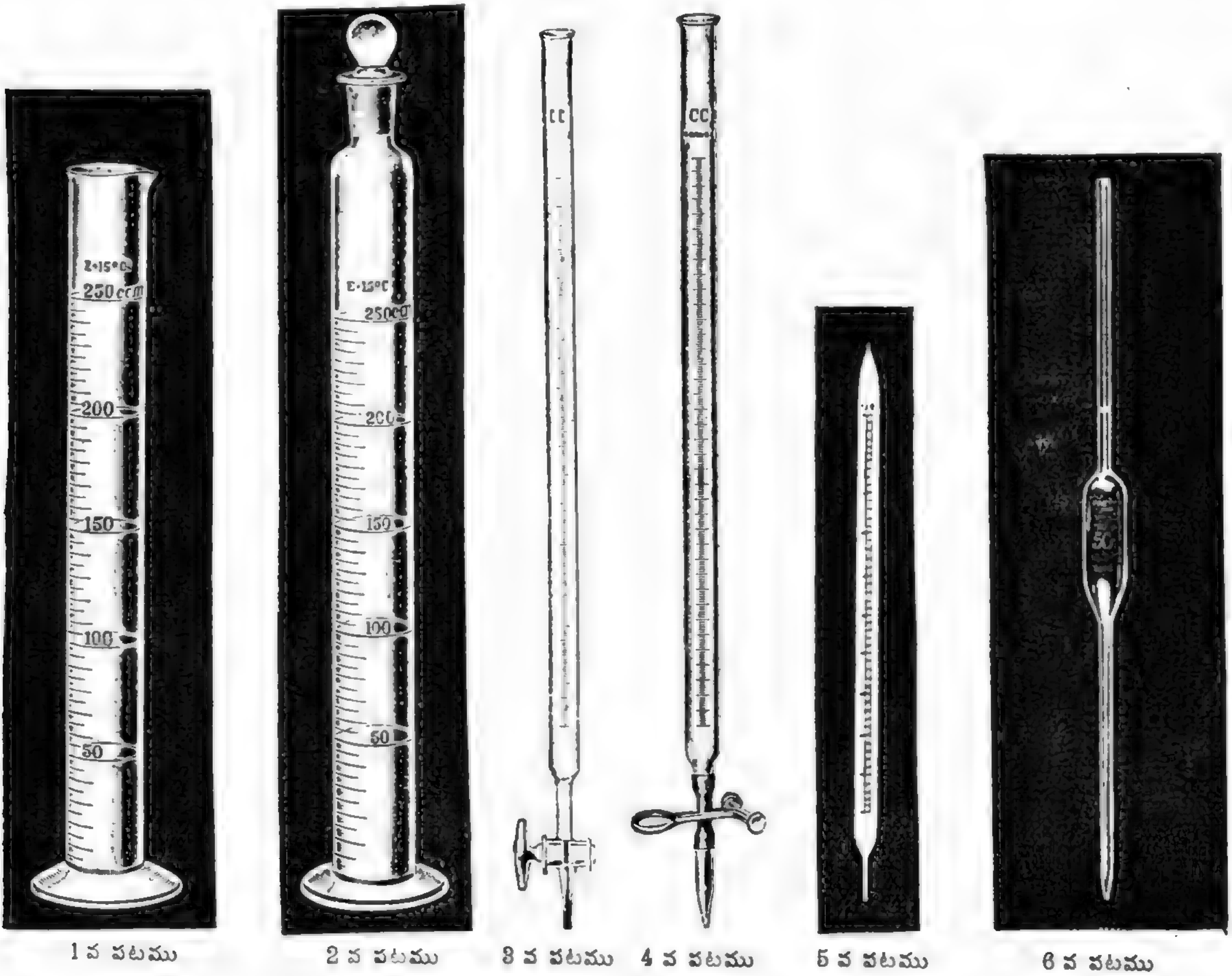
అందువలన 5 ఫెర్రస్ అయన్ లు 5 హైడ్రోజన్ పరమాణువులకు రాసాయనికముగా తుల్యము. కనుక ఒక ఫెర్రస్ అయన్ ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువుకు తుల్యము. నిర్వచన ప్రకారము ఫెర్రస్ అయన్ భారమే దానితుల్యభారము (55.85) అగును.

ఆయతనాత్మకవిశ్లేషణమునందు ఉపయోగించవలసిన మానవరికరములవర్ణన, వాటి ఉపయోగములు వివరముగా క్రింద పేర్కొనబడినవి :

4. బ్యూరెట్టు (చూ. 3వ, 4వ పటములు) అని నాలుగు రకములుగా నున్నవి.

రాశి నిర్ణయము చేయవలసిన ద్రవ్యమును పరీక్ష్య ద్రవ్యము అందురు. రాశి నిర్ణయమును చేయు సాధన ద్రవ్యమును పరీక్షకద్రవ్యము అందురు. ఉదా: ద్రావణములో నున్న ఆమ్లరాశిని నిర్ణయించ వలెననిన విది తాణుసాంద్రతగల జారద్రావణమును ఒకదానిని తీసి కొనవలయును. ద్రావణములోనున్న జారరాశిని నిర్ణయించవలెననిన ఆమ్లప్రమాణద్రావణమును ఉపయోగించ వలెను. ఆయతనాత్మక విశ్లేషణ విధానములు : 1. ఆమ్ల, జారమితి (ఆసిడిమెట్రి & ఆల్కలిమెట్రి); 2. ఆక్సిడి మెట్రి; 3. అవక్షేపణము (ప్రెసిపిటేషన్ మెతడ్) అని మూడురీతుల నున్నవి.

ఆమ్లమితి, జారమాపక ప్రమాణద్రవ్యములకు ఉండవలసినగుణములు : (1) ఆద్రవ్యము సులభముగా శుద్ధమైన



ఇవి 1. కొలకుప్పె, 2. కొలజాడీ (చూ. 1వ, 2వ పటములు), 3. పిప్పెట్టు (చూ. 5వ, 6వ పటములు), 4. బ్యూరెట్టు (చూ. 3వ, 4వ పటములు) అని నాలుగు రకములుగా నున్నవి. రాశి నిర్ణయము చేయవలసిన ద్రవ్యమును పరీక్ష్య ద్రవ్యము అందురు. రాశి నిర్ణయమును చేయు సాధన ద్రవ్యమును పరీక్షకద్రవ్యము అందురు. ఉదా: ద్రావణములో నున్న ఆమ్లరాశిని నిర్ణయించ వలెననిన విది తాణుసాంద్రతగల జారద్రావణమును ఒకదానిని తీసి కొనవలయును. ద్రావణములోనున్న జారరాశిని నిర్ణయించవలెననిన ఆమ్లప్రమాణద్రావణమును ఉపయోగించ వలెను. ఆయతనాత్మక విశ్లేషణ విధానములు : 1. ఆమ్ల, జారమితి (ఆసిడిమెట్రి & ఆల్కలిమెట్రి); 2. ఆక్సిడి మెట్రి; 3. అవక్షేపణము (ప్రెసిపిటేషన్ మెతడ్) అని మూడురీతుల నున్నవి. ఆమ్లమితి, జారమాపక ప్రమాణద్రవ్యములకు ఉండవలసినగుణములు : (1) ఆద్రవ్యము సులభముగా శుద్ధమైన



**విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము - II**

వేడిచేసినప్పుడుగాని అది గాలిలో మారకూడదు. అనగా ద్రవ్యము నీటిఆవిరిని పీల్చుటగాని, వదలివేయుటగాని జరుగకూడదు. ఇందువలన స్ఫటికజలముకల ద్రవ్యములు నిషిద్ధములు; (3) సాధారణ తాపక్రమములవద్ద సైతము అంశమాపకక్రియ జరుగుటకు పీలగునట్లు నీటిలోగాని, ఆల్కహాల్ లోగాని ధారాళముగా కరగునదిగా ఉండవలయును; (4) తూచుటలో సంభవించు చిన్న ప్రమాదములవల్ల ఫలితములో ఎక్కువ తప్పు రాకుండుటకు ద్రవ్యముయొక్క అణుభారము పెద్దదిగా ఉండవలయును; (5) అంశమాపనసమయమందు ప్రధాన ప్రక్రియకు అడ్డుతగులు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వంటి వాయువులను జనింప చేయునదిగా ఉండకూడదు; (6) అంశమాపనమునకు పూర్వముగాని, తరువాతగాని ద్రవ్యముయొక్క రంగు మారకూడదు. అంశమాపక కార్యఫలితముగానే రంగు మారవలయును.

ఈగుణములన్నియు సంపూర్ణముగా ఏప్రమాణద్రవ్యమునందును లేవు.

క్రిందిపట్టికలో ఆప్లుతారమాపకప్రమాణ ద్రవ్యములుగా వాడతగిన కొన్ని యోగికముల లోపములు సూచింపబడినవి.

**ఆప్లుమితి ప్రమాణకారములు**

| ప్రమాణకారములు   | తుల్యభారములు | దోషములు |
|---|--------------|---------|
| 1. సోడాకార్బోనేట్ ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )  | 53           | 5       |
| 2. వెలిగారము ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )<br>(బోరాక్స్) | 191          | 2       |
| 3. ఇస్లాండ్ స్పార్ (కాల్షియమ్ కార్బోనేట్) ( $\text{CaCO}_3$ )                               | 50           | 8.5     |

**కారమితి ప్రమాణఆప్లుములు**

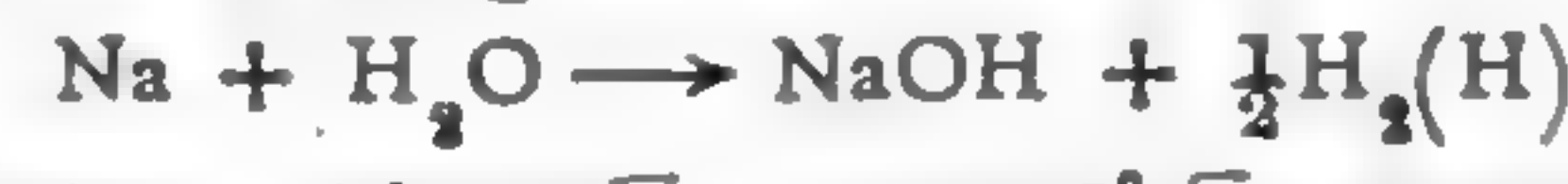
| ప్రమాణకారములు   | తుల్యభారములు | దోషములు |
|---|--------------|---------|
| 1. ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ ( $\text{COOH}$ ) <sub>2</sub> , $2\text{H}_2\text{O}$ | 88           | 1, 2, 4 |
| 2. వక్సినిక్ ఆసిడ్ ( $\text{CH}_2$ , $\text{COOH}$ ) <sub>2</sub>         | 59           | 8, 4    |
| 3. బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ )                 | 122          | 2, 8    |
| 4. పొటాసియమ్ ఆసిడ్ కాలేట్ ( $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ )          | 204          |         |

ఆప్లుముతో ప్రతికరించునపుడు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును విడుదలచేయు ద్రవ్యమైనప్పటికిని సోడియమ్ కార్బోనేట్ లవణము ప్రమాణద్రవ్యముగా తరుచుగా వాడుకలో నున్నది. తారమాపకప్రమాణ ద్రవ్యములలో 4 వది అయిన పొటాసియమ్ ఆసిడ్ కాలేట్ ప్రమాణమాపక ద్రవ్యమునకు ఉండవలసినగుణములన్నిటిని ఇంచుమించు

సాకల్యముగా కలిగి ఉన్నది. దీనిని 1915 లో 'ఫ్రాన్సిస్ డి. డాక్ట్' అను యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడు తారమాపక ప్రమాణ ద్రవ్యముగా నిరూపించెను.

ఉదా: ఒక ద్రావణమునందున్న ఆసిడ్ యొక్క రాశిని నిర్ణయించుటకు సోడియమ్ కార్బోనేట్ యోగికమును యోగ్యమైన మానద్రవ్యముగా తీసికొనవచ్చును. దాని తుల్యభారము అణుభారములో సగము.

అనగా సోడియమ్ మూలద్రవ్యము నీటితో ప్రతికరించి నపుడు ప్రతి సోడియమ్ పరమాణుభారమునకు ఒక పరమాణు భారము హైడ్రోజన్ విడివడును:



అందువలన సోడియమ్ కార్బోనేట్ అణుభారము 108 లో సగము 53 దాని తుల్యభారము అగును.

సోడియమ్ కార్బోనేట్ ప్రమాణ ద్రావణమును తయారు చేయుటకు 53 గ్రాముల కార్బోనేట్ ము కచ్చితముగా తూచి, 1000 ఘనసెంటీ మీటరులు ఆయతనముగల కొలకుపెట్టెలో ఉంచి శుద్ధమైన నీటిలో కరగించవలెను. నిర్వచన ప్రకారము లీటరు ద్రావణములో ఒక తుల్యభారము యోగికము ఉన్నది గనుక, అది ప్రమాణద్రావణమే అగును.

కాని అనుభవములో తుల్యభారమును కచ్చితముగా తూచుట సుకరముకాదు. అందువలన తుల్యభారమునకు ఉజ్జాయింపుగా సరిపోవు ద్రవ్యమును యథార్థముగా తూచి కుప్పెట్లో ఉంచి ద్రావణమును తయారు చేయవలెను. తుల్యభారమునకు హెచ్చుతగ్గుగానున్న ద్రవ్యరాశి విలీనమైయున్న ద్రావణమునకు మానద్రావణము అనిపేరు. తయారు చేయుటకు సుకరమగుటచే ప్రమాణద్రావణముల కన్న మానద్రావణములే హెచ్చు ఉపయోగ్యములు.

ఉదా: సోడియమ్ కార్బోనేట్ యొక్క మానద్రావణమును చేయుటకు 50.85 గ్రాములు ద్రవ్యమును కొలకుపెట్టెలో తీసికొని దానిని నీటిలో కరగించి, గీతవరకు నీటిలో నింపినపుడు ఒక లీటరు ద్రావణము తయారగును. కాని ఇందులో తుల్యభారము కంటె 2.85 గ్రాములు సోడియమ్ కార్బోనేట్ తక్కువగా ఉన్నది. అందుచే ఇది ప్రమాణద్రావణము కాదు మానద్రావణమే అగును.

తుల్యభారములో అనగా ప్రమాణ ద్రావణములో మాన ద్రావణాంశము  $\frac{50.35}{53} = 0.95$  అని తేలినది. ఈ అంశము ప్రమాణతాగుణకము (నార్మలిటీ ఫాక్టర్) అని పేరు. దానికి N అని గురుతు. లీటరు ప్రమాణద్రావణములో ఉండవలసిన భారము తుల్యభారము గనుక దానిని 'E' అనియు, వాస్తవికముగా ద్రావణములోనున్న భారము 'W' అనియు గుర్తించినచో  $\frac{W}{E} = N$  అగును.



అనగా ఏదేని మానద్రావణముయొక్క గుణకము తెలిసినచో దానిలోనున్న వాస్తవిక ద్రవ్యరాశిని కనుగొనవచ్చును.  $\frac{W}{E} = N$  కాబట్టి  $W = N \times E$  అగును. పై సోడియమ్ కార్బోనేట్, ఉదా:  $W = 50.35$ ;  $E = 53$ ;  $N = 0.95$ ;  $W = N \times E = 0.95 \times 53 = 50.35$  అగును.

ప్రమాణద్రావణములన్నిటను వాటితుల్యభారములు ఉండును; గనుక అవియన్నియు పరస్పరము రాసాయనికముగా సమానముగా ఉండును. అనగా రెండు ప్రమాణద్రావణములయొక్క సమానఆయతనములు రాసాయనికముగా ఒకదానితోఒకటి దీటగును. అనగా ప్రమాణ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఒకలీటరు ప్రమాణసోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణమును నిశ్శేషముగా తటస్థీకరించును. తుల్యభారములు విలీనమైఉండవు గనుక మానద్రావణముల విషయములో పైసూత్రము వర్తించదు; వాటి ఆయతన నిష్పత్తులు, ప్రమాణతాగుణకములు నిర్ణయించు పద్ధతి క్రింది ఉదాహరణమువలన తెలియనగును.

ఒక మానద్రావణముయొక్క  $V_1$  ఘన సెంటీమీటరులు ఇంకొక మానద్రావణముయొక్క  $V_2$  ఘన సెంటీమీటరులకు రాసాయనికముగా సమానముగా నున్నవని ప్రయోగము వలన తెలిసినప్పుడు, ఈరెండు మానద్రావణముల ప్రమాణ తాగుణకములు  $N_1, N_2$  అయినచో  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_2}{V_1}$  లేదా  $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$  అని చూపవచ్చును.

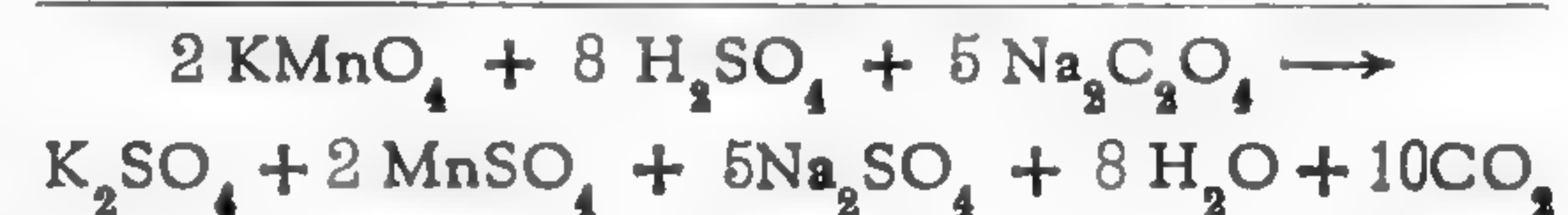
ఆయతనాత్మక విశ్లేషణవిధానములకు సంబంధించిన లెక్కలు అన్నిటికిని ఈ సమీకరణమే మూలము.

అక్సిజన్ మాపనము: కొన్ని ఆక్సికరణ ద్రవ్యములు ద్రావణస్థితిలో ఆక్సిహరణద్రవ్యములతో సంపూర్ణముగా సంయోగించి, వాటిని ఆక్సికరించును. ఇట్టి ఆక్సికరణద్రవ్యములలో ముఖ్యమైనవి: పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ( $\text{KMnO}_4$ ), పొటాసియమ్ డై క్రోమేట్ అను రెండు లవణములు. ఇవి ద్రావణ స్థితిలో ఆప్లయతములైనపుడు ఆక్సికరణ ద్రవ్యములుగా ఉపయోగించును.

పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ యొక్క అణుభారము 158.03, దీనికి సంబంధించిన ఏ ఆక్సికరణ ప్రక్రియ యందైనను రెండు అణుభారములు లేదా 316.06 గ్రాముల ద్రవ్యము 5 పరమాణుభారముల అక్సిజన్ ని సరఫరా చేయును.

జిన్ కి సమానము. ఈ సమీకరణమునందలి ఐదు పరమాణు భారముల అక్సిజన్ యు, పది హైడ్రోజన్ పరమాణుభారములకు సమానము. తుల్యభార నిర్వచన ప్రకారము ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణు భారమునకు రాసాయనికముగా సమానమైన ద్రవ్యము తుల్యభారము అగును. గనుక 316.06 గ్రాములలో 10వ వంతు అనగా 31.606 గ్రాములు పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ దాని తుల్యభారము అగును. కాని కొన్ని కారణముల వలన ఈ మొత్తమును కచ్చితముగా తూచి పెర్మాంగనేట్ ప్రమాణద్రావణమునుగాని, మానద్రావణమునుగాని తయారుచేయుట పొసగదు.

అందుచేత ప్రాథమిక ప్రమాణముగా తీసికొనదగిన ఆక్సిహరణ ద్రవ్యముతో ప్రమాణ ద్రావణమును తయారు చేసి, దానిని ఉపయోగించి పెర్మాంగనేట్ ద్రావణము యొక్క ప్రమాణతాగుణకమును నిర్ణయించవలెను. ఇందుకు సోడియమ్ ఆక్సలేట్ లవణము ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 137$  అణుభారము)ను ప్రాథమికమానముగా తీసికొనవచ్చును.



రెండు అణుభారముల పెర్మాంగనేట్ ఐదు అణుభారముల సోడియమ్ ఆక్సలేట్ ను, ఆక్సికరించగలదని పై సమీకరణము తెలుపును. రెండు అణుభారముల పెర్మాంగనేట్ పది తుల్యభారములు గలది కనుక ఐదు అణుభారముల సోడియమ్ ఆక్సలేట్ లో పదియవవంతు లేదా అణుభారము సోడియమ్ ఆక్సలేట్ లో సగము దాని తుల్యభారము అగును.

$$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 137, \quad \frac{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2} = \frac{137}{2} = 68.5$$

ఆక్సికరణ విధానములో ప్రమాణద్రావణములు చాల బలవత్తరములగుటచే తుల్యభారములో దశాంశము మాత్రముగల ప్రమాణద్రావణములను ఉపయోగింతురు. కావున సోడియమ్ ఆక్సలేట్ యొక్క ప్రమాణద్రావణమును తయారు చేయుటకు సుమారు 6.85 గ్రాములు మాత్రము ఉపయోగించి మానద్రావణ గుణకమును గుణింతురు.

ఈ మానద్రావణమును ఉపయోగించి అంశమాపనముచే పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణముల గుణక



$\text{H}_2\text{O}$  అను నీటి సాంకేతికమునందు ఒక పరమాణు భారము అక్సిజన్ రెండు పరమాణు భారములు హైడ్రోజన్ ములను నిర్ణయించవచ్చును. 25. ఘ. సెం. మీ. సోడియమ్ ఆక్సలేట్ మానద్రావణమును బీకరులో తీసికొని దానికి



**వీల్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము - II**

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను చేర్చి 70° C పరిమితికి వేడిచేసిన తరువాత పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును మెల్లగా బ్యూరెట్టునుండి జారవిడువవలెను. పెర్మాంగనేట్ రంగు పూర్తిగా పోవుటకు ఆరంభించి క్రమేణ కొంత సేపటికి నశించుట జరిగి చివరకు క్రావణమునకిచ్చు రంగు మారక నిలకడగ ఉండును. క్రియాపూర్తికి ఇదియే సూచన.

ఇట్టి మూడు ప్రయోగముల ఫలితములు తీసికొన్న ఆక్సలేట్ ద్రావణముయొక్క ఆయతనము 25 ఘ.సెం.మీ.

| ప్రయోగము | బ్యూరెట్టు తొలినాచన | బ్యూరెట్టు చివర నాచన | విడచిన ఆయతనము |
|----------|---------------------|----------------------|---------------|
| 1        | 0                   | 25.15                | 25.15         |
| 2        | 0                   | 25.05                | 25.05         |
| 3        | 0                   | 25.10                | 25.05         |
| ...      | ...                 | ...                  | ...           |
|          |                     | సగటు                 | 25.10         |

25 ఘ.సెం. మీ. సోడియమ్ ఆక్సలేట్ నకు 25.10 ఘ.సెం.మీ. పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ సమానము.

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$N_1$  సోడియమ్ ఆక్సలేట్ గుణకముగా తీసికొనినచో

$$25 \times 0.954 = 25.10 \times N_2$$

$$N_2 = \frac{25 \times 0.954}{25.10} = 0.9499$$

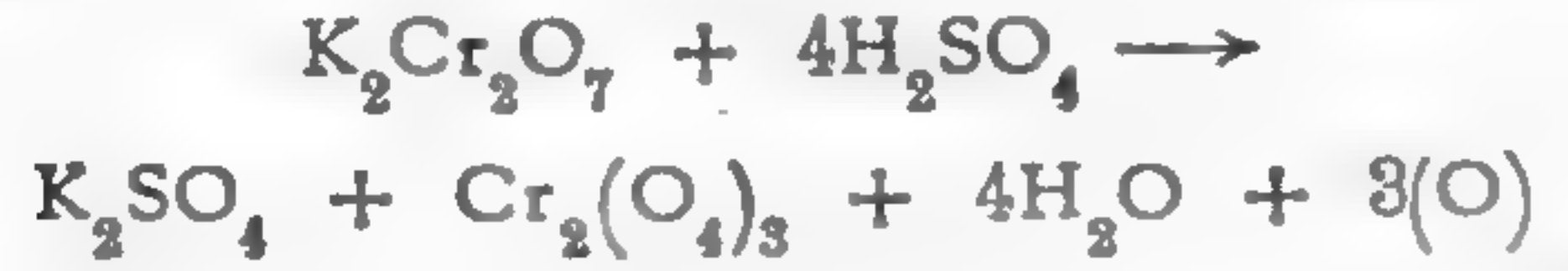
పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును సోడియమ్ ఆక్సలేట్ తోనే కాక ఇనుము ధాతువుతోకూడ అంశమాపనము చేయవచ్చును. శుద్ధమైన ఇనుము దొరకినచో ఈ విధానము చాల నిశితఫలములను ఇచ్చును.

అంశమాపితమైన పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును అనేక ఆక్సిహరణ ద్రవ్యములయొక్క రాశులను నిర్ణయించుటకు మానద్రావణముగా వాడుకచేయవచ్చును. అట్టి ద్రవ్యములు కొన్ని క్రింద తెలుపబడినవి :

1. ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ - ద్వియోజనీయ ఇనుము.
2. ఫెరిక్ సల్ఫేట్ - త్రియోజనీయ ఇనుము.
3. ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ - లేదా కాల్షియమ్ ఆక్సలేట్.
4. హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్.

పెర్మాంగనేట్ మానవర్ధతుల ఉపయోగమును తెలిపేది ప్రయోగము క్రింద వివరించడమైనది.

పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ( $K_2Cr_2O_7$ ): ఇది అణుభారమునకు మూడుపరమాణుభారముల చొప్పున ఆక్సిహరణద్రవ్యములకు ఆక్సిజన్ ని సరఫరాచేయును :



అందువలన పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ అణుభారములో ఆరు తుల్యభారములు ఉన్నవి.

$$\text{దీని తుల్యభారము} = \frac{\text{అణుభారము}}{6} = \frac{294.22}{6} = 49.037$$

అగును. ఇచ్చటకూడ దాశమిక ( $\frac{N}{10}$ ) ప్రమాణద్రావణములనే ఉపయోగింతురు. గనుక ఈలవణముయొక్క దాశమిక ప్రమాణ ద్రావణమందు లీటరుకు 4.9 గ్రాములు డైక్రోమేట్ ఉండును.

ఈ లవణములతో జరిగించు అంశమాపనమును ముఖ్యముగా ఖనిజములలోనున్న ఇనుమును నిర్ణయించుటకు వాడుదురు. ఇనుపఖనిజములకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కన్న గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణముగా మిక్కిలి సుకరమైనది. కాని హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఉన్నప్పుడు పెర్మాంగనేట్ సరియైన ఫలితములను ఈయదు. దీనికి కారణము ఇనుముతోపాటు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ కూడ పెర్మాంగనేట్ చే ఆక్సికరించబడుట. ఇది ఒకచిత్రమైన సంఘటనము. పెర్మాంగనేట్ పట్ల విలీన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఆక్సిహరణ ద్రవ్యముగా ఆచరించదు. కాని ఫెర్రస్ ఇనుము సంపర్కమున, దానితోపాటు ఈ ఆమ్లము కూడ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును ఆక్సిహరించుటలో పాల్గొనును. ఇట్టి ప్రక్రియలకు ప్రేరిత ప్రక్రియలనిగాని, లేదా జంటప్రక్రియలనిగాని పేరు.

ఈ కారణమువలన ఇనుము నిజరాశికి కావలసినదాని కంటె ఎక్కువ పెర్మాంగనేట్ వ్యయమగుటవలన అంశమాపనక్రియాఫలితములు యథార్థముగా ఉండవు.

అందువలన ఇనుపఖనిజముల అంశమాపనమునందు పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణము ఉపయోగపడినట్లు పెర్మాంగనేట్ ద్రావణము ఉపయోగపడదు.

బాగుగా చూర్ణముచేసి, ఇనుపఖనిజపునియత భారమును గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ నందు వేడిచేసి కరగించవలెను. చివరకు రంగులేనిఇసుక మొదలగుమలినములు మిగిలిపోవు వరకు ఆద్రావణమును మరగనిచ్చి, వేడిగా ఉన్నప్పుడే ఖనిజద్రావణమందలి ఫెరిక్ ఇనుమును ఆక్సిహరించవలెను. ఇందుకు తగిన ఆక్సిహరణ ద్రవ్యము స్టానస్ క్లోరైట్ ద్రావణము (తగరమును గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో కరగించినప్పుడు ఏర్పడు ద్రావణము) రెండు, మూడు ఘ. సెం. మీ. స్టానస్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును పిప్పెట్టులోనికి గ్రహించి మరుగుచున్న ఫెరిక్ ద్రావణమునకు బొట్టు బొట్టుగా కలుపవలెను. ఇదివరకు పసుపు పచ్చగానున్న



ద్రావణము రంగులేకుండ తెల్లగా నైనప్పుడు మరిరెండు బొట్లను చేర్చి ఆపివేయవలెను.

ఈస్థితిలో ద్రావణములోని ఫెర్రిక్ ఇనుము ఫెర్రస్ ఇనుముగా పూర్తిగా ఆక్సీహరించబడి, స్టానస్ క్లోరైడ్ అవణముమాత్రము మిగిలియుండును. ఈ ఖనిజద్రావణమును పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ప్రమాణద్రావణముతో అంశమాపనము చేయుటకుముందు, మిగిలియున్న స్టానస్ క్లోరైడ్ ను తీసివేయవలెను; లేకపోయినచో స్టానస్ క్లోరైడ్ కూడ కొంత డైక్రోమేట్ ను ఆక్సీహరించును. ఇందుకు కొద్దిగా మర్క్యూరిక్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును కలిపి స్టానస్ క్లోరైడ్ ను ఆక్సీకరించవలెను.



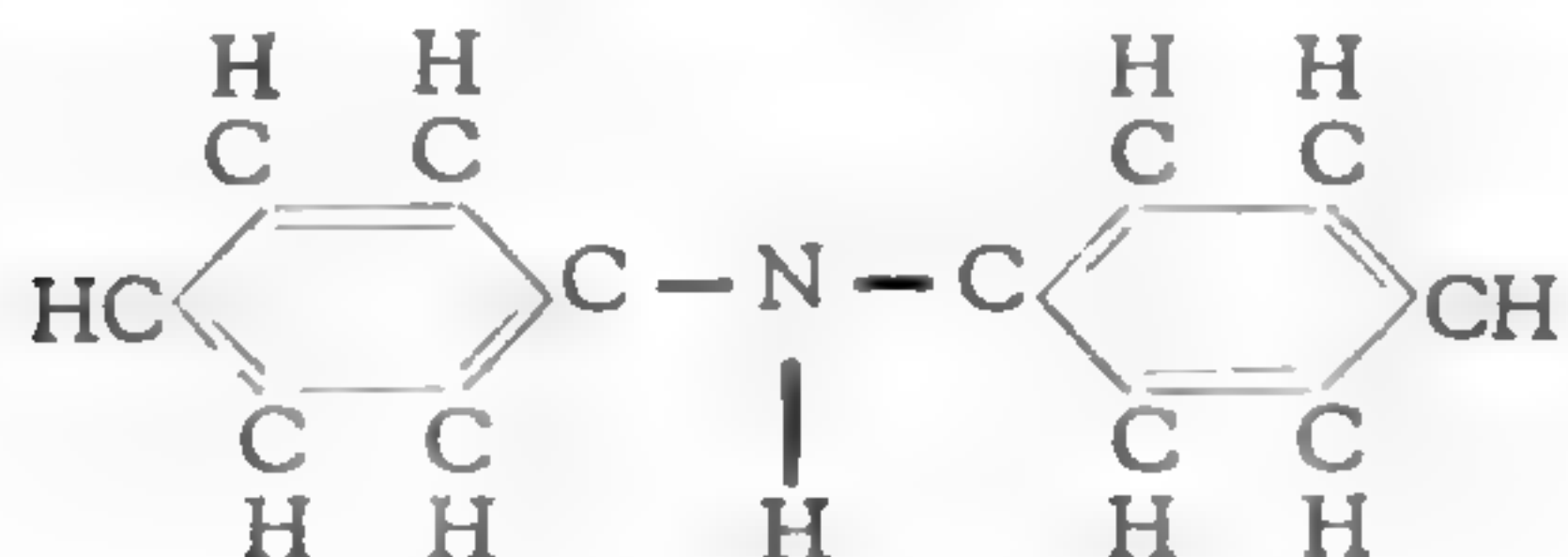
ఈసమీకరణప్రకారము స్టానస్ క్లోరైడ్ ను మర్క్యూరిక్ క్లోరైడ్ ఆక్సీకరించి తాను మర్క్యూరస్ క్లోరైడ్ గా మారును. మర్క్యూరస్ క్లోరైడ్ అవక్షేపముగా ద్రావణములో క్రిందికి దిగిపోవును. మర్క్యూరస్ క్లోరైడ్ అవక్షేపస్థితిలో ఉండుటచేత ఖనిజద్రావణములను పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ తో అంశమాపనము చేసినపుడు, డైక్రోమేట్ ను ఆక్సీహరించదు. అందువలన అంశమాపనక్రియ జరుగవలసినరీతిని జరుగును. కాని, విషమపరిస్థితిబకటి తారసిల్లును. అది ఏమన రెండుకారణములవలన డైక్రోమేట్ రంగు పెర్మాంగనేట్ వలె ఆచరించదు. డైక్రోమేట్ ఫెర్రస్ ఇనుమును ఆక్సీకరించునపుడు తాను ఆకుపచ్చ రంగుగల క్రోమిక్ సల్ఫేట్ గా మారును.



నారింజపండురంగు

ఆకుపచ్చరంగు

ఫెర్రిక్ సల్ఫేట్ నకుగూడ కొంత పసుపురంగు కలదు. కాని అది క్రోమిక్ సల్ఫేట్ ఆకుపచ్చరంగులో మరుగుపడి ఏసూచకద్రవ్యము చేర్చినను ఆ రంగుల కలగలపులో క్రియావసానమును గుర్తించుట కష్టము. అందుచేత ద్రావణములోని ఫెర్రస్ ఇనుము పూర్తిగా ఆక్సీకరింపబడినదో లేదో తెలిసికొనుటకు పొటాసియమ్ ఫెర్రీ సైనైడ్ ద్రావణమును శాహ్యసూచకముగా వాడుదురు. ఇట్టి ప్రక్రియలు పులభసాధ్యములగునట్లు చేయగల అంతస్సూచకద్రవ్యమును రాసాయనికులు ఇటీవల కనుగొనిరి. దానికి డైఫినిల్ ఎమీన్ అని పేరు. ఇది ఆరోమాటిక్ యాగిక వర్గమునకు చెందిన ఎమీనో యాగికము. దీని సాంకేతికము :

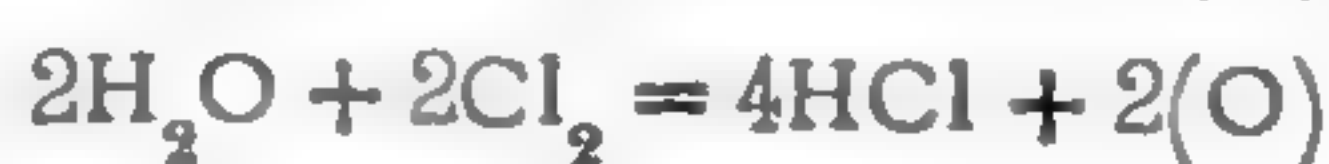


ఇది తెల్లని స్ఫటికరూపములో ఉండును. 0.2 గ్రామును 100 ఘ. సెం. మీ. పరిశుద్ధగాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో కరిగించగా వచ్చినద్రావణమును సూచక ద్రవ్యముగా వాడుదురు. నాలుగుచుక్కలుద్రావణము ఖనిజద్రావణమునకు చేర్చి అంశమాపనమును గావించినచో పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణము ఒక అరచుక్క ఎక్కువైనపుడు కూడ బీకరులోనిద్రావణము గాఢనీలలోహితవర్ణముగలదగును. ఈరంగు క్రోమిక్ సల్ఫేట్ యొక్క ఆకుపచ్చ రంగును విరిచివేయును. కాని ఈప్రక్రియలో ఏర్పడిన ఫెర్రిక్ ఇనుముయొక్క పసుపురంగు పోవుటకై ఖనిజద్రావణమునకు గాఢ ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ను చేర్చుదురు. ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ఫెర్రిక్ ఇనుముతోకూడి రంగులేని క్రిష్ట యాగికము ఏర్పడును.

వైని వివరించిన పద్ధతులలో పేర్కొనిన ద్రవ్యముల యొక్క రాశినిర్ణయమును ప్రత్యక్షపద్ధతులను ఉపయోగించి గావించితిమి. ఇవిగాక పరోక్షపద్ధతులచేకూడ పై ద్రవ్యములతో నిశ్శేషముగా ప్రతికరించు ద్రవ్యముయొక్క అంశమాపనమును కావించవచ్చును. ఉదాహరణము : ద్రావ్యలవణములయందుండు రాగి, సీసము మొదలైన ధాతువులను ఆక్సలేట్ లుగా అవక్షేపించి ఆవచ్చిన అవక్షేపములను శుద్ధ జలముతో నిర్మలమగునట్లుచేసి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో ఉంచినచో ఆ అవక్షేపమునకు రాసాయనికముగా తుల్యమగు ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ విడుదల అగును. అట్లు విడివడిన ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ ను పెర్మాంగనేట్

ద్రావణముతో అంశమాపనమును కావించి, దాని రాశిని నిర్ణయించవచ్చును. ఈ నిర్ణీత ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ రాశితో తొలిని అవక్షేపముగా లభ్యమైన ధాతువుయొక్క రాశిని లెక్క కట్టవచ్చును.

అయిడిమెట్రీ : ఇందు అంశమాపనమునకు అయిడిన్ ఉపయోగింతురు. హేలోజన్ లు ప్రబల ఆక్సీకరణ సాధనములు : కాని, వీటిలో ఆక్సిజన్ లేదు. ఆక్సీకరణమునకు కావలసిన ఆక్సిజన్ ని సరఫరా చేయుటకు మరియొక ద్రవ్యము ఆవశ్యకము. ఆక్సిజన్ ని సాధారణముగా నీరు సప్లయిచేయును.



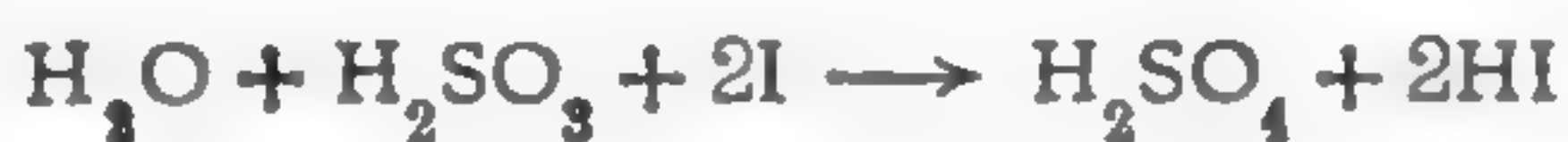
అందువలన హేలోజన్ లు ప్రత్యక్షఆక్సీకరణసాధనములుగా



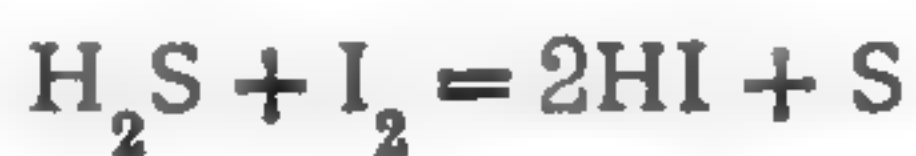
## విశ్లేషణ రాసాయనికశాస్త్రము - II

ఆచరించవు. నీటిలో అయిడిన్ ఘనస్థితిలో ఉండుటచేత తూచుటకు వీలుగా ఉండును. అందువలన ఆక్సీకరణ ప్రక్రియలలో అయిడిన్ ను మానద్రావ్యముగా గ్రహించ వచ్చును. అయిడిన్ యొక్క మానద్రావణమును ఉపయోగించి వివిధములగు ఆక్సీహరణద్రవ్యరాశులను నిర్ణయించ వచ్చును. అట్టి ఆక్సీహరణద్రవ్యములలో సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్, ఆర్సెనీయస్ ఆసిడ్, సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ ముఖ్యమైనవి.

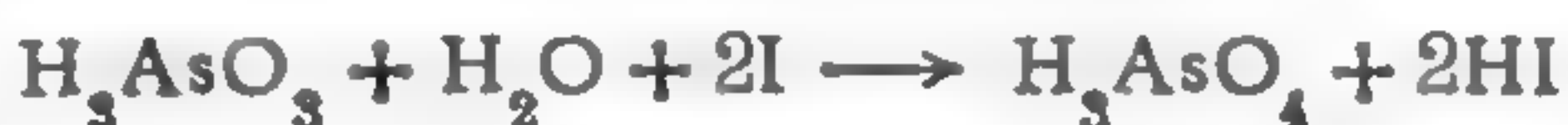
సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గా ఆక్సీకరించ బడును :



హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ గంధకముగా ఆక్సీకరించబడును :



ఆర్సెనీయస్ ఆసిడ్ ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ అగును :



సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ సోడియమ్ టెట్రాథయోనేట్ గా మారును :

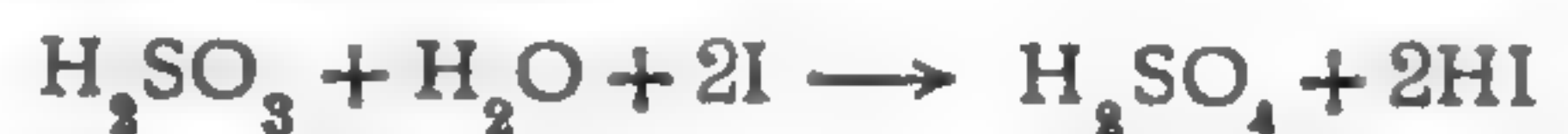


ఈ పైని పేర్కొనిన ఆక్సీహరణద్రవ్యముల అంశ మాపనములను అయిడిన్ ప్రమాణద్రావణముచే సులభముగా కావించవచ్చును. నియతఆయతనముగల ఆక్సీహరణద్రవ్యద్రావణమున్న బీకరులోనికి బ్యూరెట్టునుండి ప్రమాణ అయిడిన్ ద్రావణమును చేర్చవలయును. అయిడిన్ రంగు మొట్టమొదట శీఘ్రముగా పోయి క్రమేణ కొంత ఆలస్యముగా నశించును. ప్రయోగాంతరదశలో కొంచెము స్టార్చి (మైదాపిండి) ద్రావణమును బీకరులోనికి జారవిడిచినచో అయిడిన్ అతిస్వల్పముగా ఎక్కువైనప్పటికిని బీకరులోని ద్రావణమంతయు గాఢమైన నీలిరంగు మయమగును.

ఆక్సీహరణద్రవ్యముల అంశమాపనమున కేకాక క్లోరిన్, బ్రోమిన్, క్రోమేట్లు, పెర్మాంగనేట్లు మొదలగు ఆక్సీకరణ ద్రవ్యముల యొక్క రాశినిర్ణయమునకు కూడ అయిడిన్ మాపన ప్రక్రియను ఉపయోగించవచ్చును. ఈ ద్రవ్యములన్నియు ఆప్లుసంపర్కమువలన పొటాసియమ్ అయిడైడ్ నుండి రాసాయనికముగా తుల్యమగు అయిడిన్ రాశిని విడుదలచేయును. ఈ అయిడిన్ రాశిని ఇకమీద చెప్పబోవు సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ మాన ద్రావణముతో అంశమాపనమును కావించవచ్చును. అందువలన అయిడి మెట్రీవిధానములు రెండువర్గములుగా ఉన్నవి : 1. ఆక్సీహరణద్రవ్యమాపనము ; 2. ఆక్సీకరణద్రవ్యమాపనము.

అయిడిన్ మాన ద్రావణమును ప్రత్యక్షముగా కలిపి, ఒకే ప్రక్రియలో ఆక్సీహరణద్రవ్యముల అంశమాపనము నిర్ణయించవచ్చును. ఆక్సీకరణద్రవ్యముల అంశమాపనము నందుమాత్రము రెండు ప్రక్రియలు ఆవశ్యకము. మొదటి ప్రక్రియలో ఆక్సీకరణద్రవ్యమును ఆప్లుయతముజేసి, పొటాసియమ్ అయిడైడ్ చేర్చి, దానికి రాసాయనికముగా సమమగు అయిడిన్ ను విడిపించుట. తరువాతిదియగు అంశమాపనప్రక్రియలో ఈవిడుదలైన అయిడిన్ రాశిని సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ మానద్రావణముతో నిర్ణయించుట.

ఆక్సీహరణ ద్రవ్యమాపనము : సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ యొక్క అంశమాపనము :



సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్.

ఈ ప్రక్రియ ఆప్లుపరిసరములందు పరివర్తనీయమగుటచే వెనుకకు తిరుగును. అందుచే పూర్ణముగా పర్యవసానమునకురాదు. స్వల్ప ఊరపరిసరములందు ప్రక్రియ పూర్ణముగా ముందుకు సాగును. సోడియమ్ బైకార్బోనేట్ లవణమును పరీక్ష్యసల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ నకు చేర్చుటవలన స్వల్ప ఊరపరిసరము ఉండునట్లు చేయవచ్చును. నియతాయతనము సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ ద్రావణమును బీకరులోనికి గ్రహించి ఒక ఘన సెంటీమీటరు గంజిద్రావణమును కలుపవలయును. తరువాత బ్యూరెట్టులో గ్రహించబడిన అయిడిన్ ద్రావణమును బీకరులోనున్న ద్రావణము నీలిరంగును స్వీకరించువరకు చేర్చవలెను. పై సమీకరణ ప్రకారము  $2 \times 127$  గ్రాములు అయిడిన్ 64 గ్రాముల సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ ను ఆక్సీకరించును.

ఆక్సీకరణమాపనము : పెర్మాంగనేట్ యొక్క అంశమాపనము : ఆప్లికృత పొటాసియమ్ అయిడైడ్ ద్రావణమునకు పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును చేర్చినచో చేర్చిన పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ రాశికి రాసాయనికముగా సమమగు అయిడిన్ మూలద్రవ్యము ద్రావణములో విడుదలయగును.



2 గ్రాముల పొటాసియమ్ అయిడైడ్ ను 30 ఘ. సెం. మీ. నీటిలో కలిపి ఆద్రావణమును 250 ఘ. సెం. మీ. బీకరులో గ్రహించవలయును. ఈద్రావణమునకు 4 ఘ. సెం. మీ. గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ను కలిపి దీనికి బ్యూరెట్టునుండి 20 ఘ. సెం. మీ. పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును చేర్చవలయును. ఇందువలన బీకరులోని ద్రావణములో అయిడిన్ విడుదలయై ద్రావణము తేనెరంగును గ్రహించును. ఈద్రావణమును 200 ఘ. సెం. మీ. నీటితో



విశ్లేషణముగాచేసి, విడుదల అయిన అయిడిన్ యొక్క అంశ మాపనమును  $\frac{1}{10}$  N సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ ద్రావణముచే కావించవలెను. సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ ద్రావణమును చేర్చుకొద్ది బీకరులోనున్న ద్రావణము తేనెరంగును విడచి మెల్లగా లేతపసుపురంగును స్వీకరించును. ఇట్టి దశలో 1 ఘ. సెం. మీ. గంజిద్రావణము కలిపి అంశ మాపనమును ముగించవలయును. బీకరులోనికి పసుపురంగు గానున్న ద్రావణమునకు గంజినీటిని కలుపగనే ద్రావణము గాఢమైననీలిరంగు గ్రహించును (ఈ నీలిరంగు, గంజి - అయిడిన్ యొక్క స్థిరయోగికము ఏర్పడుట వలన కలుగును). ఈ నీలిరంగు పోవువరకు బొట్టుబొట్టుగా బ్యూరెట్టునుండి సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ ద్రావణమును బీకరులోని ద్రావణమునకు చేర్చవలయును.

ఈ ప్రయోగములో 20 ఘ. సెం. మీ. సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ ఖర్చయినదని అనుకొందము,

127 గ్రా. అయిడిన్ = 248.2 గ్రా. తయోసల్ఫేట్

127 గ్రా. అయిడిన్ = 158 గ్రా. పెర్మాంగనేట్

∴ 248.2 గ్రా. తయోసల్ఫేట్ = 158 గ్రా. పెర్మాంగనేట్

తయోసల్ఫేట్ సరిగా  $\frac{1}{10}$  ప్రమాణము ఉన్నదనుకొనినచో

20 ఘ. సెం. మీ. లో  $\frac{24.82 \times 20}{100} = 0.496$  గ్రా. తయోసల్ఫేట్ ఉండును.

0.496 గ్రా. తయోసల్ఫేట్ = 0.254 గ్రా. అయిడిన్ = 0.816 గ్రా. పెర్మాంగనేట్

అనగా తీసికొనిన 20 ఘ. సెం. మీ. పెర్మాంగనేట్ లో 0.816 గ్రా. పెర్మాంగనేట్ లవణము ఉన్నది.

అవశేషణ విధానములు : ఈ విధానములందు పరీక్షక ప్రమాణద్రావణము పరీక్ష్యద్రావణములో ఉన్న ద్రవ్యమును అవశేషముగా మార్చి ద్రావణము నుండి వేరుచేయును.

ఈవిధాననిర్వహణమునకు కొన్ని పరిస్థితులు ఉండవలెను. అందు మొదటిది అవశిష్టమైనద్రవ్యముయొక్క ద్రావ్యత అత్యల్పముగా ఉండవలెను; రెండవది : అవశేషము అతి శీఘ్రముగా క్రిందికిపోయి పైని నిర్మలమైన ద్రావణము తేరిఉండవలెను. ఈరెండవపరిస్థితి కుదిరినప్పుడే అవశేషణ కార్యము పూర్తిఅయినదో, లేదో నిశితముగా తెలిసికొనుటకు అవకాశముఉండును. మూడవది : రెండవపరిస్థితి సులభసాధ్యము కానపుడు అవశేషణకార్యము ముగిసినదో, లేదో తెలియజేయుటకై ఉచితమగు సూచక ద్రవ్యము ఒకటి అవసరము. ఇది పరీక్ష్యద్రావణమునకు సాక్షాత్తుగా కలుపుటకుగాని, లేదా విడిగా వాడుక చేయుటకుగాని వీలైనదిగా ఉండవచ్చును.

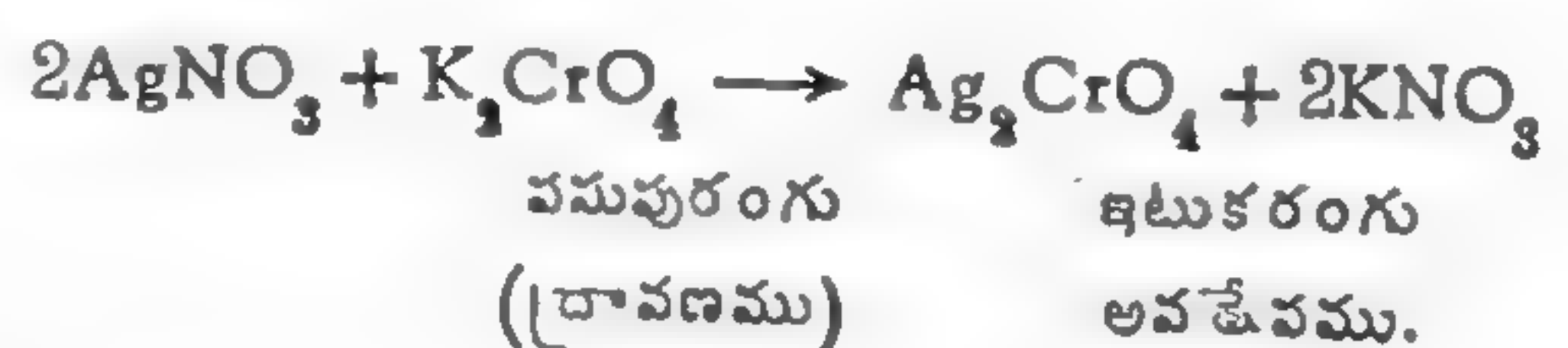
హేలోజన్ రాశినిర్ణయము : ఇది సూచకద్రవ్యము అవసరములేని మాపనమునకు ఉదాహరణము : క్లోరైడ్ (బ్రోమైడ్, అయిడైడ్) ద్రావణమును బీకరులో తీసికొని దానికి నైట్రిక్ ఆసిడ్ కొంచెము కలిపి, సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును బ్యూరెట్టునుండి జారవిడిచినపుడు సిల్వర్ క్లోరైడ్ గడ్డకట్టి బీకరు అడుగునకు దిగిపోవును. ప్రక్రియ పూర్తియగు వరకు సిల్వర్ నైట్రేట్ బొట్టురాలుచు అవశేషణక్రియ పూర్తిఅయినదో లేదో కనిపెట్టవలెను. ఈ ప్రక్రియలో వాడిన ప్రమాణసిల్వర్ నైట్రేట్ ఆయతనమును బట్టి క్లోరైడ్ రాశిని లెక్కకట్టవచ్చును.

ఈ మాపనప్రక్రియను అటునుంచి ఇటుకూడ జరుపవచ్చును. అనగా సోడియమ్ క్లోరైడ్ ప్రమాణద్రావణముగాచేసి సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణముయొక్క అంశ మాపనమును నిర్ణయించవచ్చును :



ఈ సమీకరణప్రకారము ఒక అణుభారము సోడియమ్ క్లోరైడ్ ఒక అణుభారము సిల్వర్ నైట్రేట్ కు తుల్యము. ఇందలి రెండుభాతువులు ఏకయోజనీయతగల మూల ద్రవ్యములగుటచేత అవి రాసాయనికముగా ఒక హైడ్రో జన్ పరమాణువునకు సమానము. అందువలన సోడియమ్ క్లోరైడ్, సిల్వర్ నైట్రేట్ ల అణుభారములే వాటి తుల్య భారములు. కాబట్టి  $\frac{N}{10}$  సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణములో లీటరుకు  $\frac{58.5}{10} = 5.85$  గ్రాములు సముద్రపు లవణము ఉండును. అట్లే  $\frac{N}{10}$  సిల్వర్ నైట్రేట్ లో  $\frac{169.9}{10} = 16.99$  గ్రాములు సిల్వర్ నైట్రేట్ లీటరులో ఉండును. ఇవి ఘన పదార్థములగుటచేత కచ్చితముగా తూచి వాటిని ప్రమాణ ద్రావణములుగా గాని, మాన ద్రావణములుగా గాని తయారుచేయవచ్చును.

సూచకద్రవ్యమును ఉపయోగించు విధానము : పైని తెలిపిన విధానము నైట్రిక్ ఆసిడ్ సంపర్కములో జరుపుటకు వీలైనది. ప్రస్తుతవిధానము ఆప్లుసంపర్కములేని తటస్థ పరిస్థితులందు జరుపవలెను. ఇచ్చట 5,85 బొట్టు పొటాసియమ్ క్రోమేట్ ద్రావణము సూచకముగా ఆచరించును. పొటాసియమ్ క్రోమేట్ ను సిల్వర్ నైట్రేట్ కు చేర్చినపుడు ఇటుకరంగుగల సిల్వర్ క్రోమేట్ అవశేషము ఏర్పడును :





ఈసూచక ద్రవ్యమునకు విశేషగుణము ఒకటి కలదు. క్లోరైడ్, క్రోమేట్ రెండును కలిసియున్న ద్రావణమునకు సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును కలిపినపుడు క్లోరైడ్ అయన్ నిశ్శేషముగా సిల్వర్ క్లోరైడ్ గా అవక్షేపించువరకు సిల్వర్ క్రోమేట్ అవక్షేపించదు. ఏమాత్రము సిల్వర్ క్రోమేట్ ఏర్పడినను రంగు మార్పువలన తెలుసుకొన వచ్చును. రంగుమారునప్పటికి చేర్చిన సిల్వర్ నైట్రేట్ ప్రమాణద్రావణము యొక్క ఆయతనమునుబట్టి పరీక్ష్య ద్రావణమందున్న సోడియమ్ క్లోరైడ్ ను తెక్క కట్ట వచ్చును. మా. వ. న.

**విశ్వకిరణములు :** విద్యున్నిరోధక పరిస్థితులను ఎంత సమగ్రముగ సమకూర్చినను, విద్యుదావేశ కారణమున ఎడముగ పోయిన స్వర్ణవిద్యుత్సావకముయొక్క స్వర్ణ పత్రములు, క్రమముగా దగ్గర పడుచుండుట తొలిని భౌతికశాస్త్రజ్ఞులకు ఒకప్రహేళికగ తోచినది. సమాధాన ములు పెక్కులీయబడినవి. సమస్య పరిష్కరింపబడుట లేదు. ఇంతలో 1913 లో వి. ఎఫ్ హెన్స్ అను ఆస్ట్రియా భౌతికశాస్త్రవేత్త స్వర్ణపత్రములు దగ్గర పడుటకు కారణము విశ్వాంతరాళము నుండి మనల సమీపించు వింత ఆవిష్టకణముల ప్రభావమని నిరూపించెను ; ఇవియే విశ్వ కిరణములు. ఇవి వాస్తవికముగ భగోళశాస్త్ర చర్చావిషయములైనను, అతిశయిత శక్తియుత సంఘటనల, పలు విధములగు పరమాణు ద్రవ్యకణముల అనుశీలనయందు శాస్త్రజ్ఞులకు అమిత సహాయమును ఒనగూర్చినవి. పోజిట్రాన్లు, పలురకముల మీసాన్లు, ఇంకను ఇతర విధములగు ప్రాథమిక కణములు ఈ విశ్వకిరణ సంపాతమందే తొలిని కనుగొనబడినవి. శాస్త్రజ్ఞులు అనేక బిలియన్ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులశక్తిగల కణముల కృత్రిమముగ ఉత్పాదించగల ఆక్సిలరేటర్లను సృజింపనేర్చిన నేడు విశ్వకిరణానుశీలన సార్థక్యము, ముఖ్యముగా సిద్ధాంత భౌతిక శాస్త్రానుశీలన విషయములో చాల తగ్గిపోయినది. దృష్టాంతమునకు ఋణప్రోటాన్లు బీవాట్రాన్ నుండి ఉత్పాదితమైన కణపరంపరలో ఆవిష్కరింపబడినవి, కాని విశ్వకిరణములందు కాదు.

అయినను అంతరిక్షమునుండి మనలను అవిరతముగ తాకుచున్న విశ్వకిరణప్రసారము విశ్వాంతరాళ గహనముల జరుగుచున్న ప్రక్రియల రహస్యసందేశమును మన కందజేయుచున్నది. వీటి జన్మ రహస్యము అతి గభీర భగోళశాస్త్ర విషయము. భూమి యొక్క వాతావరణమును ప్రవేశించగనే, మీసాన్లను, ఎలక్ట్రాన్లను జనింపజేయు ప్రాథమిక విశ్వవికిరణసంపాతమందు, స్వల్పసంఖ్య

ఆల్ఫాకణములచే, ఇంకను ఇతరభారయుత కేంద్రకములచే మిశ్రితమై ఉన్న ప్రోటాన్లు ఎక్కువగలవు. కొన్ని బిలియన్ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల స్వల్పశక్తి మొదలుకొని  $10^{18}$  ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు అనగా కణమునకు  $10^6$  అర్గల చొప్పున శక్తిరాశుల వహించుచు, ఈప్రాథమికకణములు, విశ్వాంతరాళమున పయనించుచున్నవి. ఇట్లు అత్యంత ఉన్నత శక్తులకు ప్రోటాన్ల (అయనీకృత హైడ్రోజన్ పరమాణువుల) త్వరింపజేయు ఆవిశ్వవ్యాపకబలముల స్వభావము ఎట్టిది అను ప్రశ్నరాకమానదు. నేటి సిద్ధాంతమును అనుసరించిన సమాధానము ఇది. సూపర్నోవా (ఒక్కమ్మడి విచారణమునకు గురియగు తార)లు, రోదోపీథుల ప్రేలుచున్న వాయుద్రవ్యమేఘములు కలిసి ఈ విశ్వకిరణములను ఉత్పాదించుచున్నవి. భూమి వాతావరణమందు గోచరించు విశ్వకిరణప్రసార తీక్షణ సూర్యగోళోపరితలమున ఉజ్జ్వల కాంతిస్ఫోటము సంభవించునపుడెల్ల, ఎక్కువగుచుండునని ఇటీవలి పరిశోధనలవలన తెలిసినది. దీనివలన ఈషివ్రచారులగు కణములలో కొంత భాగమునకు సూర్యుని ఔజ్జ్వల్యప్రవృత్తి కారణమగుచున్నది. సూర్యుని ఈ పర్యాయప్రవృత్తికి కారణము సౌరగోళమందగపడు మచ్చల సమీపమున అతిశీఘ్రముగ మార్పునొందుచున్న అయస్కాంతక్షేత్రముల ప్రభావమై ఉండవచ్చును. కాని విశ్వకిరణసృష్టియందు, సూర్యునితోపాటు నక్షత్ర మార్గములో ఉన్న తక్కిన తారలన్నియు పాల్గొనుచున్నవని అనుకొనినను, విశ్వగోళపు అన్నిదిక్కుల నుండి భూమిని చేరుచున్న విశ్వకిరణ సంపాత విస్తారమునకు పర్యాప్తమగు వివరణముగ కన్పట్టలేదు. అందువలన ఈసంపాత విస్తారమున కింకను బలవత్తరమైన ప్రభవస్థానము ఉండవలయునను ఊహ అనివార్యము. ఈ ఊహకు అనుగుణముగ మూడు నాలుగు వందల పండ్లకొకసారి అకస్మాత్తుగ అతిశయిత ప్రకాశ ప్రసారకములగుచుండ సూపర్నోవా తారల, దారుణ ఉత్స్ఫోటనముల కారణముగ విశ్వకిరణ విస్తారమందలి చాలభాగము జనించుచున్నదని ఇటీవల నిరూపింపబడినది. ఈ ఉత్స్ఫోటన బలప్రత్యేవముల వలన అంతరాళమందు విషిష్టమైన తప్తతుముల వాయు సమూహములందు ఉండునని ఊహించబడతగిన దారుణ తమప్రవృత్తికములగు అయస్కాంతక్షేత్రములు, ప్రోటాన్లను ఇట్టి ఆశ్చర్యావహవేగోన్నతులకు సుకరముగ త్వరింపజేయగలవు. ఇట్లు అతిక్షిప్రగతులను ఆర్జించుకొనిన ఈ ప్రోటాన్లు అంతరాళమందు పయనించుచు, ఇంతకన్న అధికతరమైన వేగములకు తారాగణ మధ్యవర్తి వాయుమేఘములను ఆశ్రయించిఉండు అయస్కాంత క్షేత్ర

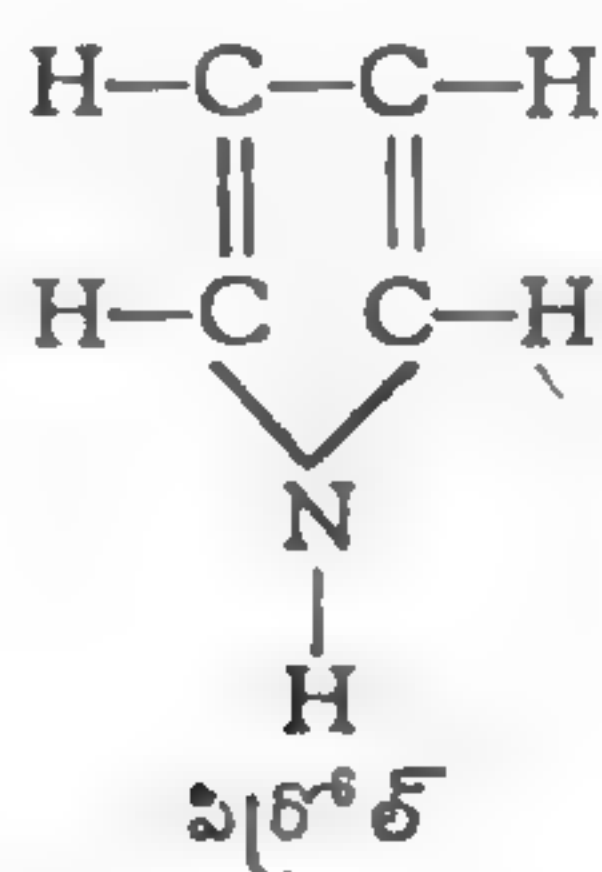
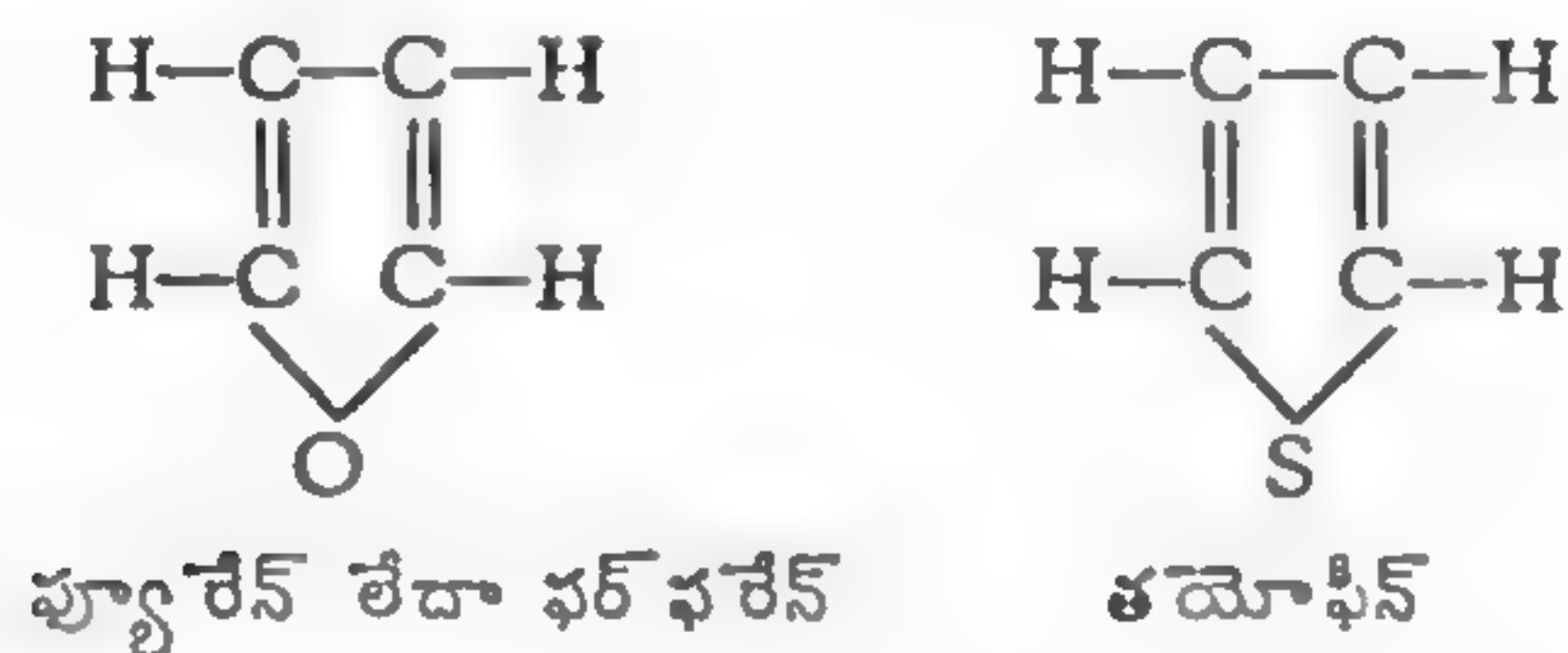


ములచే త్వరింపజేయబడవచ్చును. నేడు మనకు విశ్వకిరణ ప్రసారమందు ప్రత్యక్షమగుచున్న దారుణశక్తిప్రదర్శన ములకు ఇట్లు సమాధానమును కల్పించవచ్చును. ఈ ఊహించిన సన్నివేశము ఇంకను స్పష్టముగా లేదు. కాని విశ్వపులోతులనుండి మనదెస పరువులిడుచు వచ్చుచున్న ప్రచండ శక్తినహిత విశ్వకిరణ లక్షణముల సమయానుగుణపర్యాప్త వివరణము ఇది అనుటకు సందేహము లేదు. మే. వ. న.

**విషమ వలయ యోగికములు :** కార్బన్ వలయ మందు ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని కార్బన్ పరమాణుస్థానములు ఇతర పరమాణువులచే ఆక్రమితమైనపుడు, ఆ యోగికములకు 'విషమవలయ యోగికము' అని పేరు. ఆక్సిజన్, గంధకము, నైట్రోజన్, ఆర్సెనిక్, భాస్వరము, ఆంటిమోని, బిస్మత్తు, నిలికన్, తగరము, సీసము, తాలియమ్ - వీటిలో ఏదైన కార్బన్ పరమాణువుతోపాటు వలయఘటకముగా ఆచరించగలదు. నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, గంధకము, వలయనిర్మాణమందు పాల్గొను యోగికములు విస్తారముగా అనుశీలించబడినవి.

సమవలయ యోగికములందువలెనే విషమవలయములందును వాటితోగాని, సమవలయములతోగాని చేరి వ్యస్త, సంహత వలయయోగికములు ఏర్పడవచ్చును. ఈ వలయములలో ముఖ్యమైనఘటకసంఖ్య అయిదుగాని, ఆరుగాని కావచ్చును:

**పంచఘటకవలయములు :** పంచఘటకవలయ యోగికములకు సరళదృష్టాంతములు :

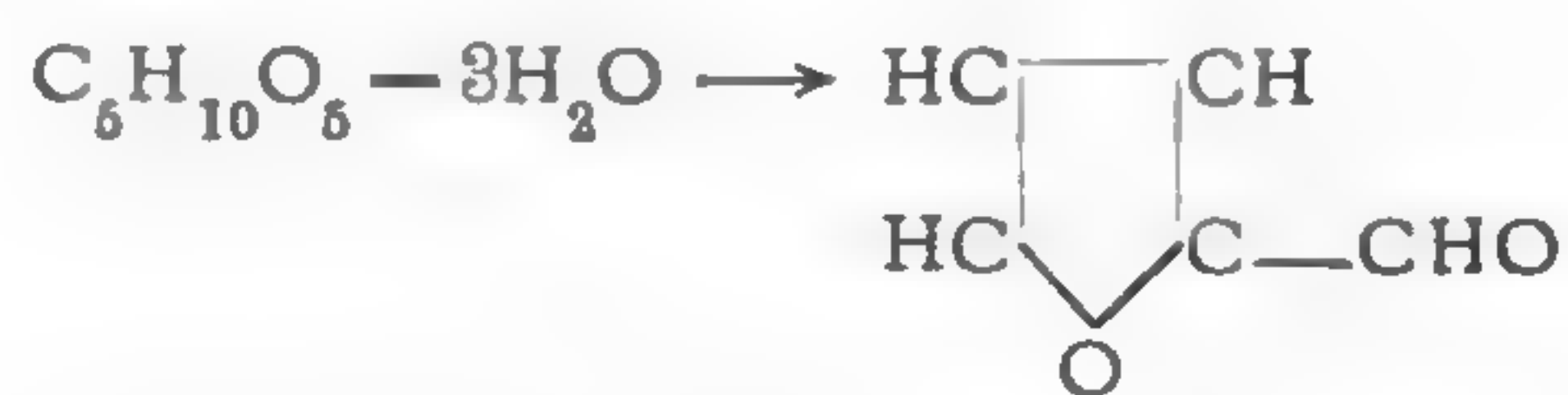


వలయమందున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులస్థానములను క్రిందివిధమున అంకెలచేగాని అక్షరములచే గాని నిర్దేశింతురు.



ఈమూడుయోగికములును ఒకదానిని ఒకటి ఎంతేనియు పోలియుండును. ఆసిటిలీన్ అధికతాపక్రమమునకు వేడి చేసినపుడు షడ్భుటకవలయమగు బెన్జీన్ ఎట్లు జనించునో అట్లే ఫ్యూరేన్ గాక తక్కినరెండును, ఆసిటిలీన్ తో హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ గాని, అమోనియానుగాని చేర్చి వేడి చేయుటవలన ఏర్పడును. ఈయోగికములనుండి హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ఇతరగణములచే ప్రతిస్థాపించుటవలన అనేకములగు వ్యుత్పన్నములు ఏర్పడును.

**ఫ్యూరేన్ ( $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}$ ):** దేవదారుకరనుండి లభ్యమగు తారును స్వేదించగావచ్చినద్రవములో ఇది ఉండును. రంగులేని ద్రవము; నీటిలో కరగదు; దీనివాసన క్లోరోఫార్మ్ వాసనవలె ఉండును. శోధనాగారమందు, పంచదారను సున్నముతోకలిపి స్వేదించిన ఇది లభించును (క్వథనాంకము  $32^\circ\text{C}$ ); దీని  $\alpha$ -ఆల్డిహైడ్ అయిన ఫర్ఫరల్ ను, పెంటోజ్ లపై గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమున సాధించవచ్చును:



సువాసనగలిగి తైలమువలెనుండు రంగులేనిద్రవము (క్వథనాంకము  $162^\circ\text{C}$ ); గాలిలో ఇటుకరంగుగా అగును.

మోటారు ఇంధనము గాను, ప్లాస్టిక్ లను తయారు చేయుట యందును ఫర్ఫరల్ వాడుకలో ఉన్నది. ఇది ద్రావముగాను బూజులను, సస్యములలోని కలుపు మొక్కలను పోగొట్టు సూక్ష్మక్రిమినిరోధకముగాను వాడబడుచున్నది. బూటైల్ ఫ్యూరేట్ అను లక్కరంగుకు అవసరమైన ఫ్యూరోయిక్ ఆసిడ్ ను దీనినుండి తయారు చేయుదురు.

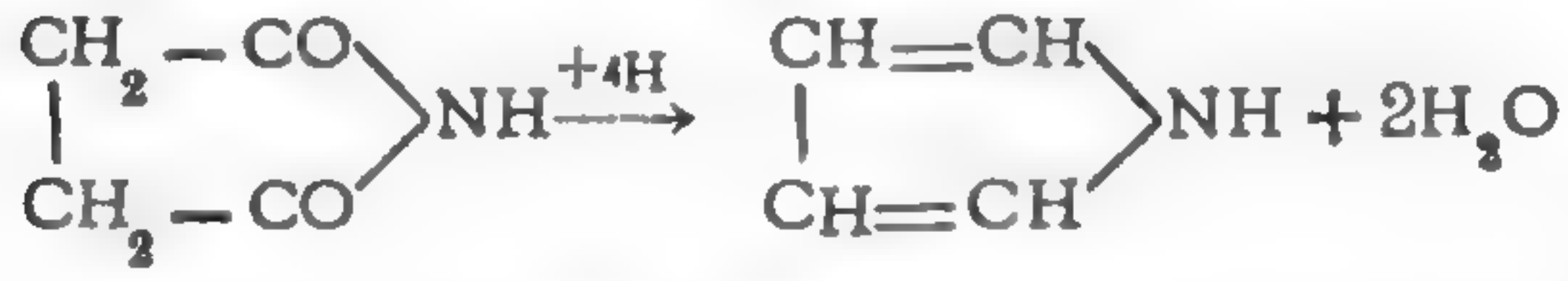
యునైటెడ్ స్టేట్స్ నందు మొక్కజొన్నకంకులను ఆప్లముతో స్వేదనముచేయగా, ప్లాస్టిక్ పరిశ్రమకు కావలసిన ఫర్ఫరల్ తయారగుచున్నది.

**తయోఫీన్ ( $\text{C}_4\text{H}_4\text{S}$ ):** కోల్ తారులో బెన్జీన్ తో కలిసి ఉండును. దీనికి బెన్జీన్ తోగల రాసాయనికగుణ సాదృశ్యము వలన బెన్జీన్ నుండి దీనిని వేరుచేయుట చాల కష్టసాధ్యము. దీని క్వథనాంకము  $84^\circ\text{C}$  (బెన్జీన్ క్వథనాంకము  $81^\circ\text{C}$ ). ఇది గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమువలన ఐసటిన్ తో ఇచ్చు నీలిరంగు దీనిని గుర్తించుటకు సాధనము.

**పిర్రోల్ ( $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}$ ):** కోల్ తారులో ఇది చాలతక్కువగా ఉండును. ఎముకలను స్వేదించునపుడు  $130^\circ\text{C}$  వద్ద సంగ్రహింపబడు ద్రవభాగములో ఇది మెండుగా ఉండును.

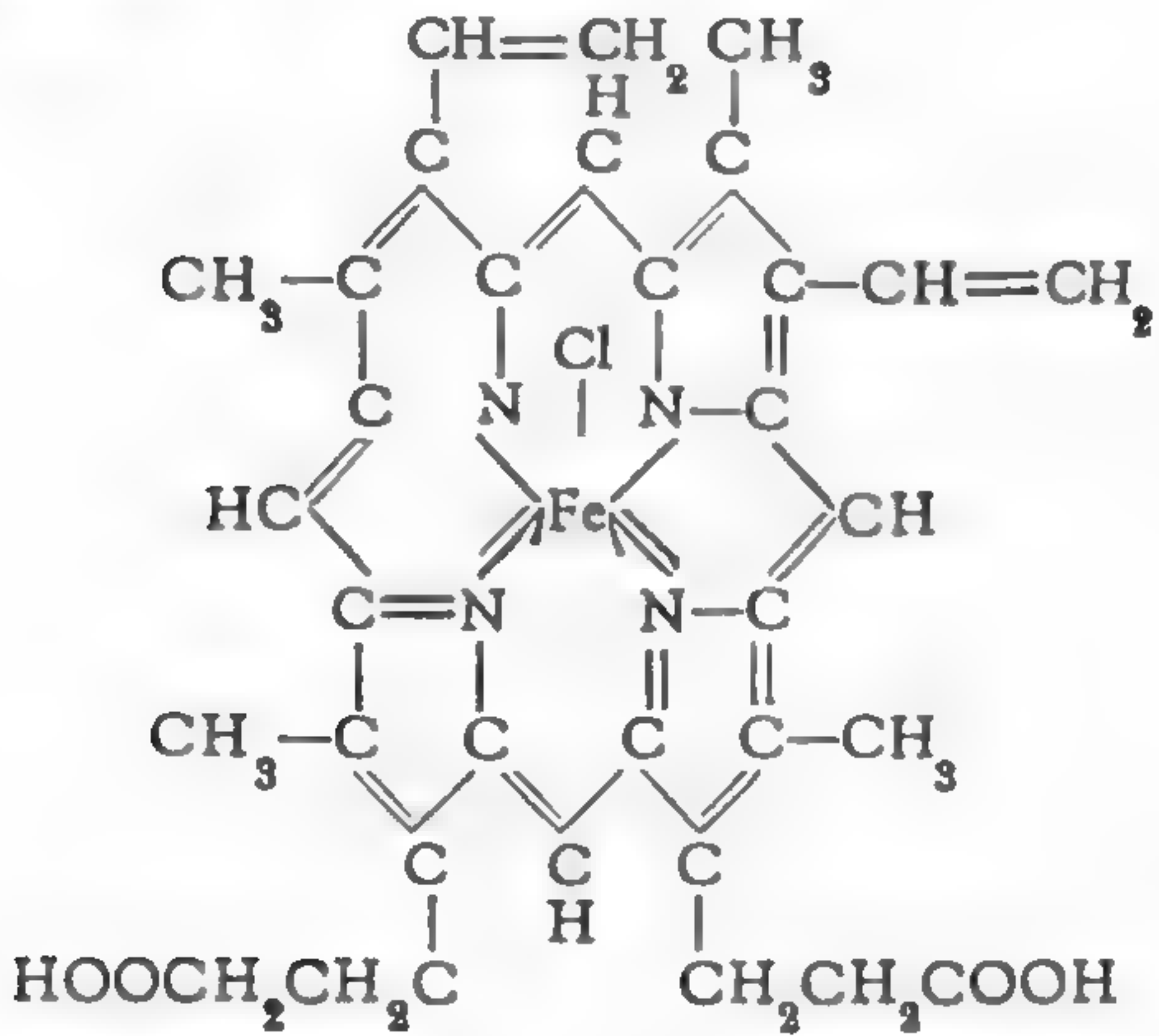


సక్సినామైడ్ ను జింకు థాతువు యొక్క చూర్ణముతో ఆక్సిహరించినచో పిక్రోల్ లభ్యమగును :



రంగులేని నూనెవంటిద్రవము. వాసనలో క్లోరోఫార్మ్ (క్వథనాంకము  $131^\circ\text{C}$ ) ను జ్ఞప్తికి తెచ్చును. వెలుతురులో విశంగవర్ణమును చాల్చి చిక్కువడి, బంకలు సాగును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ తో తడిపిన దేవదారుపుల్ల పిక్రోల్ లో ఎర్రపడును. ఈ ప్రయోగమును దీనిని గుర్తించుటకు వాడుదురు. ఈ గుణమునుబట్టియే దీనికి పిక్రోల్ (గ్రీక్ పైరాన్ = నిప్పు) అని పేరు వచ్చినది.

అతिसంకీర్ణ అణురచనగల హేమటన్ అను రక్తములోని అరుణవర్ణద్రవ్యమునుండి జలవిశ్లేషణమువలన లభ్యమగు హేమిన్ యును, అట్టిదే ఆకులలోని ఆకుపచ్చ వర్ణమునుండి లభ్యమగు క్లోరోఫిల్ అను ద్రవ్యమును పిక్రోల్ అను విషమవలయయోగికము నుండి వ్యుత్పన్నములైనవాటిగా భావించబడుటచే, దీనికింత రాసాయనిక ప్రాముఖ్యము చేకూరినది:

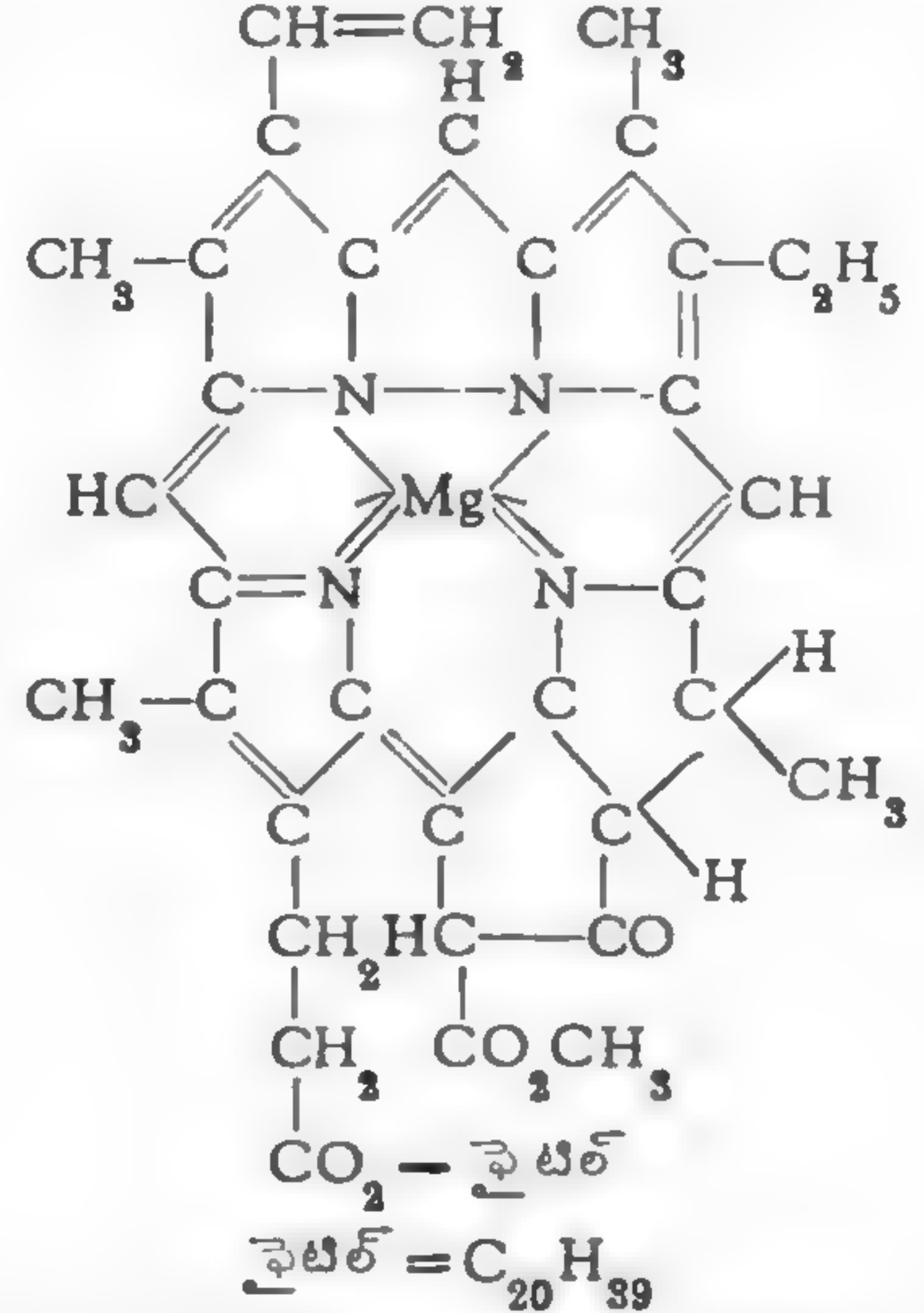


హేమిన్ యొక్క రచనా సాంకేతికము

ఈ సాంకేతికమును నిర్ణయించిన హాన్స్ ఫిషర్ 1930 లో నోబెల్ బహుమానప్రతిగృహీత ఆయెను.

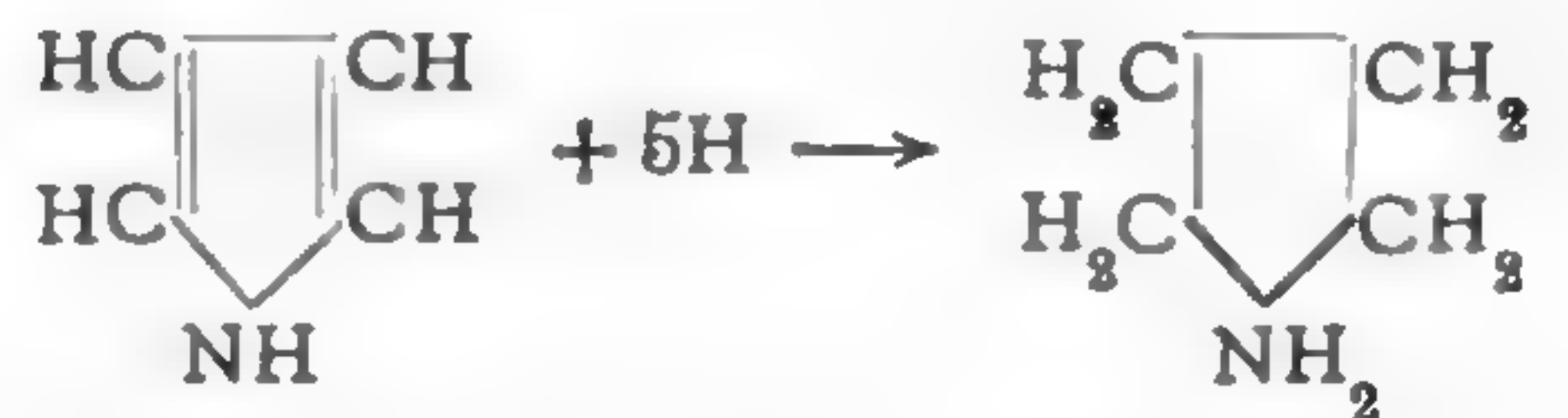
క్లోరోఫిల్ : ఆకులలోనుండు ఆకుపచ్చద్రవ్యములో క్లోరోఫిల్ - (a) ( $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$ ), క్లోరోఫిల్ - (b) ( $\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$ ) అను రెండు అతिसంకీర్ణ యోగికములుగలవు. ఈ రెండు యోగికములును రక్తములోనున్న ఎరుపు రంగుగల హేమటన్ యోగికమును చాలవరకు పోలిఉండును. ఈ యోగికములన్నియును వెర్నర్ చేనిరూపించబడిన సమన్విత యోగికములజాతికి చెందినవి. హేమటన్ యోగికమందు కేంద్రస్థానమున ఇనుముపరమాణువు ఉన్నట్లు, దానిచుట్టును

నాలుగు పిక్రోల్ వలయములు సమన్వితములైనట్లు, సాంకేతికపరీక్షవలన విశదమగును. క్లోరోఫిల్ [a] సాంకేతికమున కేంద్రమందు మగ్నీషియమ్ పరమాణువుఉన్నది. తక్కినదంతయును హేమిన్ రచనకు చెందినదియే.



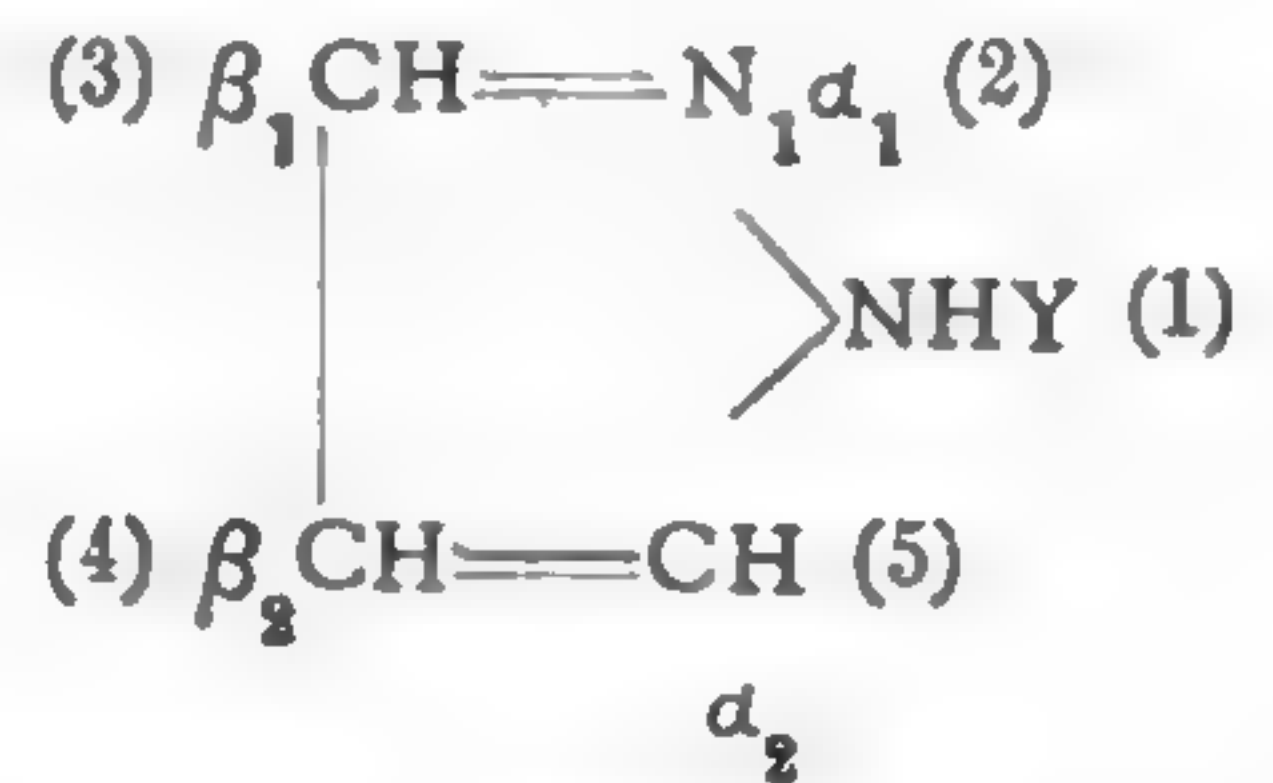
క్లోరోఫిల్ [a] యొక్క రచనాసాంకేతికము

పిక్రోల్ ను సంపూర్ణముగా హైడ్రయాడిక్ ఆసిడ్ భాస్వరమిశ్రముతో హైడ్రోజనీకరించినచో పిక్రోలిడిన్ అను యోగికము లభించును:



ఇది లవణాధారము; విశిష్టస్ఫటిక రూపములుగల లవణములను ఇచ్చును. ఇది కొన్ని ఆల్కలాయిడ్ లకు జనక యోగికముగా ఆచరించును

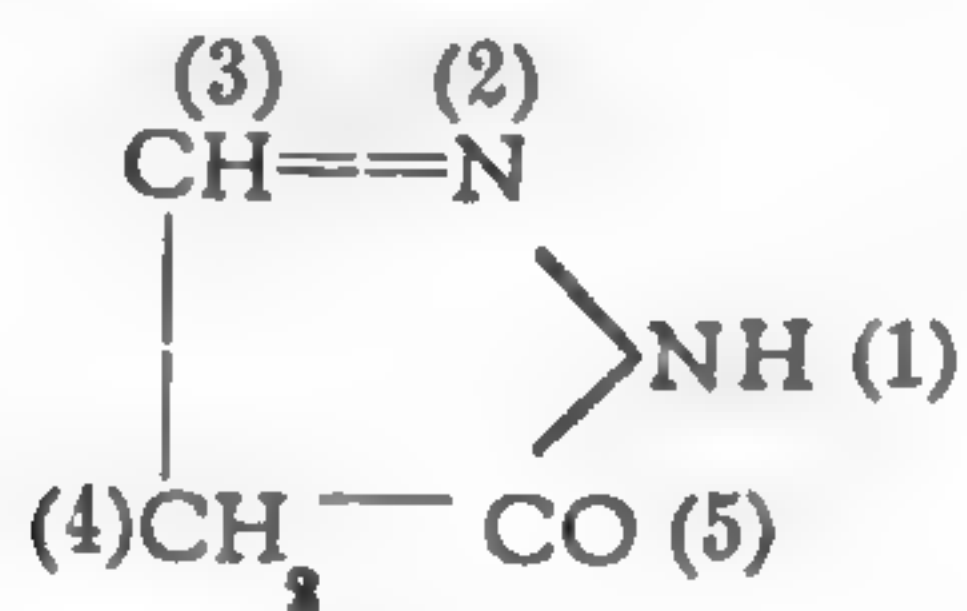
పైరాజోల్ ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2$ ): పిక్రోల్ లో ఒక  $\alpha$ -CH గణమును తొలగించి దానిస్థానమున నైట్రోజన్ పరమాణువు ఆదేశముగావచ్చినపుడు ఏర్పడు యోగికమునకు పైరాజోల్ అని పేరు.



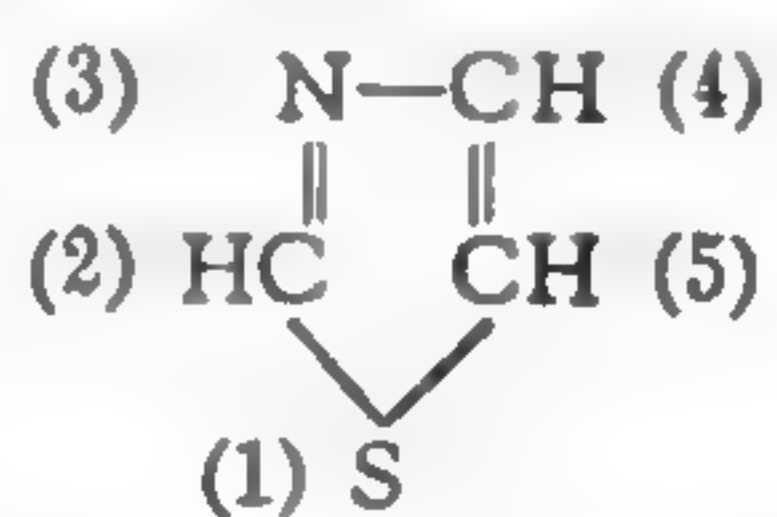
దీనినుండి లభ్యములగు యోగికములకు పైరాజోల్ వ్యుత్పన్నము అని పేరు.  $\alpha_2$  స్థానమందున్న CH గణమునకు



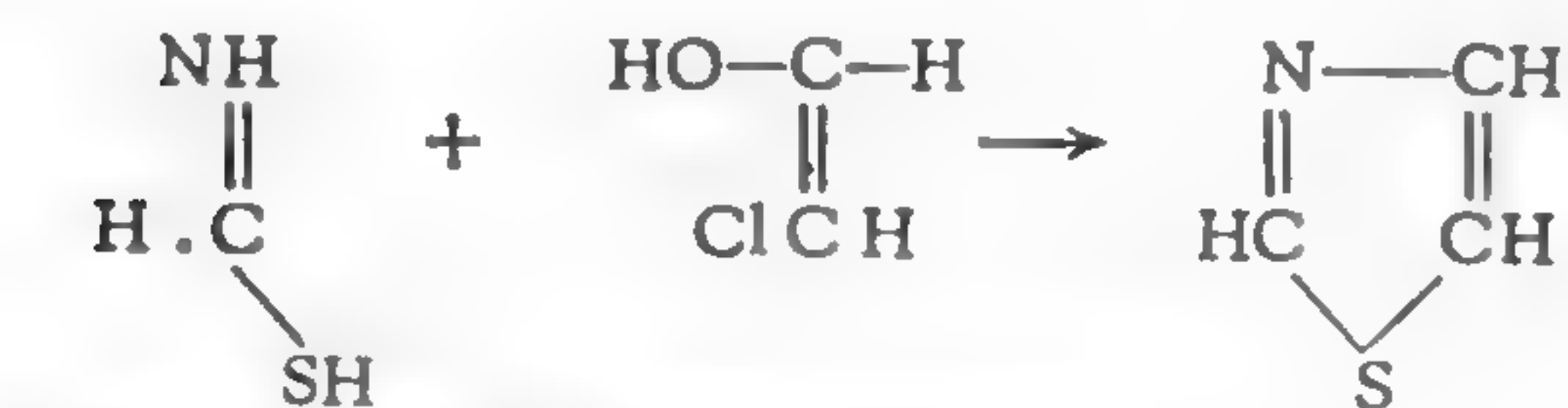
బదులు CO గణమున్నచో సరళరచనగల ప్రైరాజలోన్ లభ్యమగును :



దీని వ్యుత్పన్నమైన 1-ఫీనిల్, 2-3-డైమెథిల్ ప్రైరాజలోన్, ఆంటిప్రైరిన్ అను పేర జ్వరహారిగా వాడుకలో ఉన్నది (దీనిని రచించుటకు వీలైన సంయోజనపద్ధతికై చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 280).



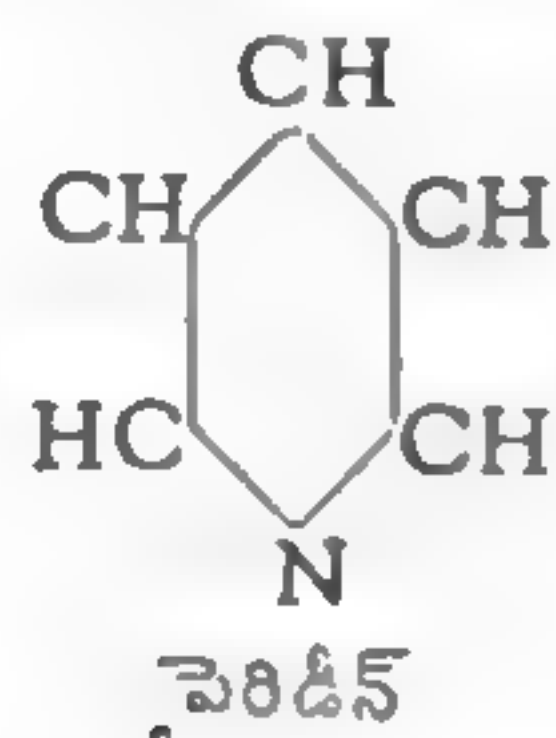
తైఆజోల్ ( $\text{C}_3\text{H}_3\text{NS}$ ): తయోఫోరామైడ్ యోగికముపై క్లోరో ఆసిటాల్డిహైడ్ చర్యచే తైఆజోల్ ను తయారుచేయవచ్చును.



తయోఫోరామైడ్ క్లోరో ఆసిటాల్డిహైడ్

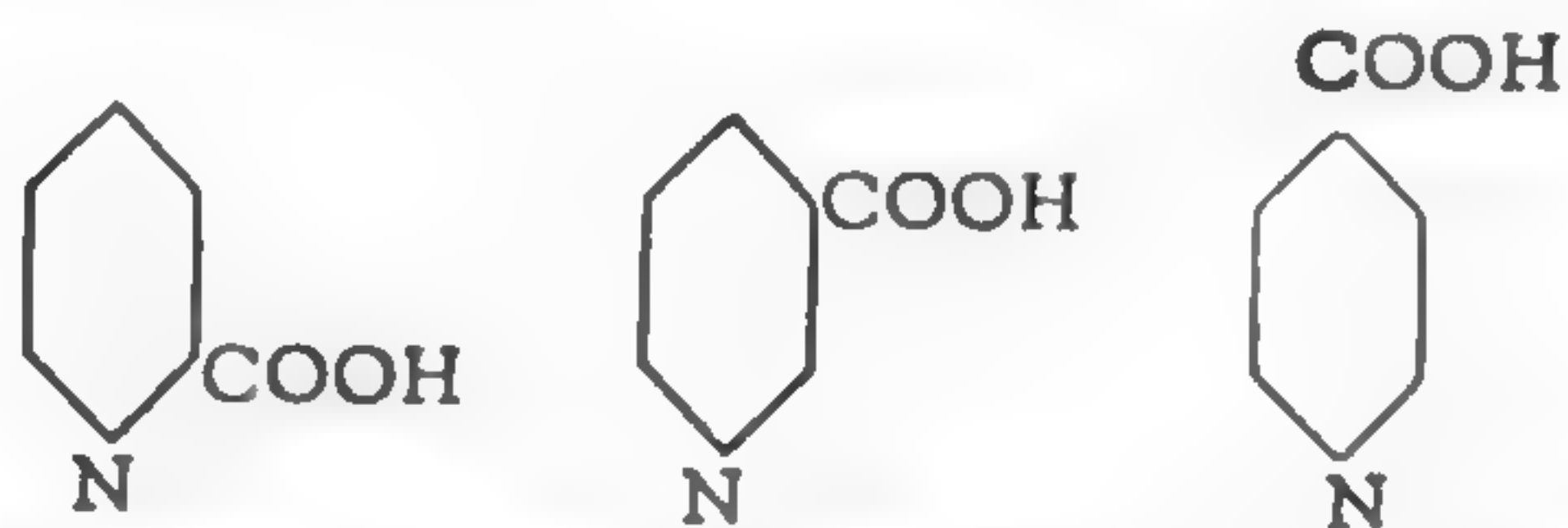
ఈయోగికముతో సంయోజింపజేసిన సల్ఫానమైడ్, సల్ఫాతైఆజోల్ అనుపేర సల్ఫామందులలో చాల ముఖ్యమైనది.

షడ్జటకవలయములు ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}$ ): ఇది అనేక ఆల్క



లాయిడ్ యోగికములకు జనకద్రవ్యము. ఇది ఎముకల నూనెలో ఉండును. పారిశ్రామికముగా దీనిని కోల్ తారు నుండి తయారుచేయుదురు. రంగులేని దుర్వాసనగల ద్రవము (కృతనాంకము  $114.5^\circ\text{C}$ ). నీటితో, ఆల్కహోల్ తో, ఈతర్ తో ధారాళముగా కలిసిపోవును. సారాను మానవులు త్రాగకుండా జేయుటకై సారా (ఆల్కహోల్) తో విషగుణముకల ఈ ప్రైరిడిన్ ను కలుపుదురు. ముడి ఆంత్రిసీన్ ను శుద్ధిపరచుటకు, రబ్బరు, పూత రంగులు మొదలగు పరిశ్రమలయందు దీని ఉపయోగము

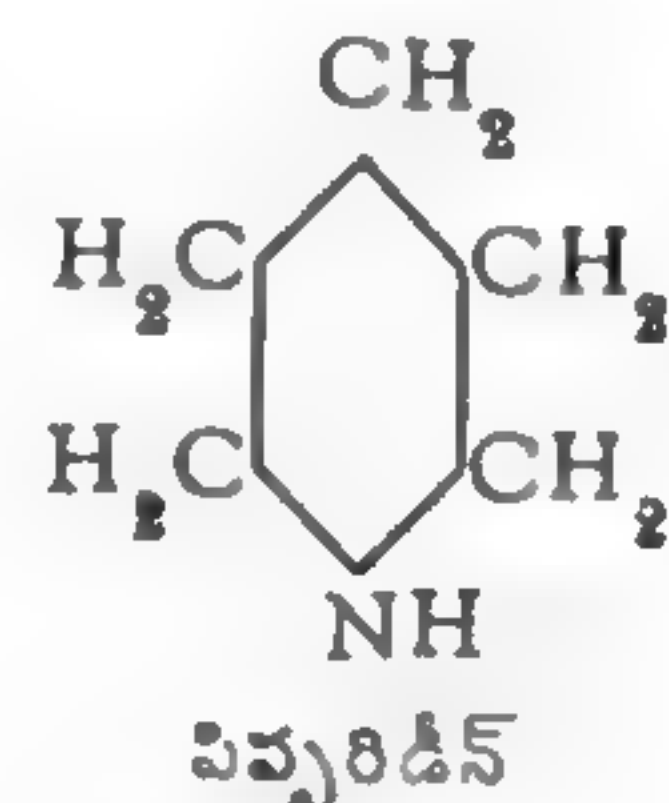
ఎక్కువ. రాసాయనిక ప్రవృత్తిలో బెన్జిన్ కన్న చాల మందకూడిలో ఉండును. మరుగుచున్న ఆల్కహోల్ లో విలీనముచేసిన సోడియమ్ ధాతువుచే ఇది 8 ప్రాడ్రోజన్ పరమాణువులు ఎక్కువగాగల పిప్పరిడిన్ గా ప్రాడ్రోజనీకరించబడును. ప్రైరిడిన్ నుండి వ్యుత్పన్నములగు



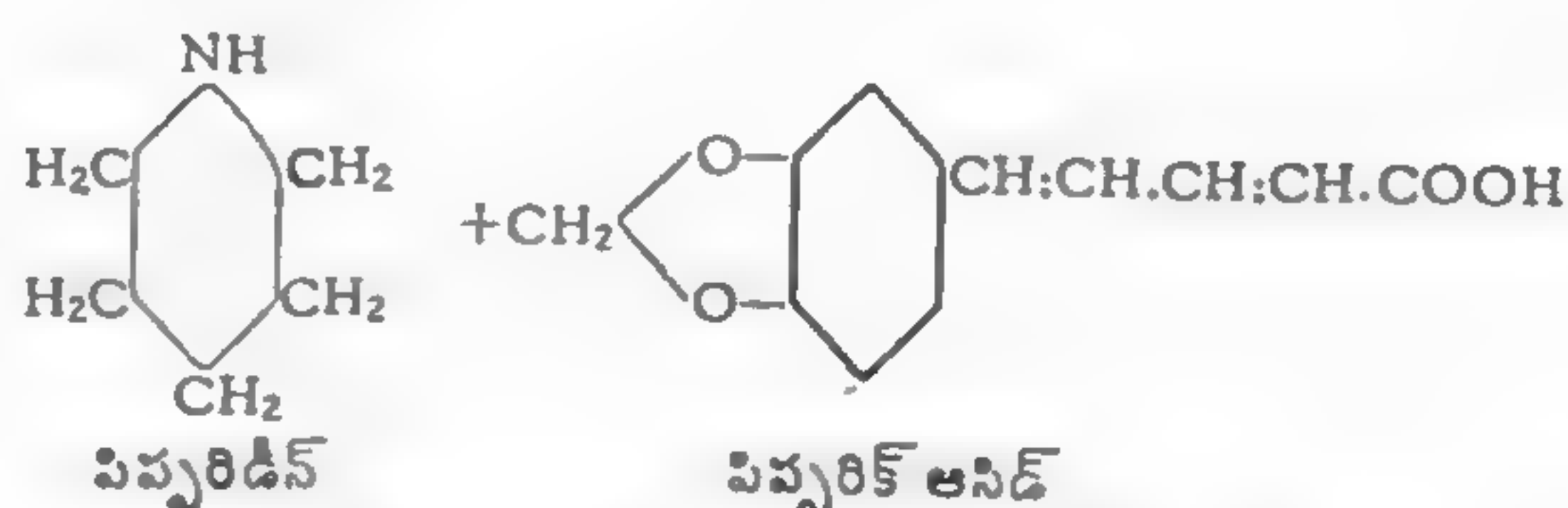
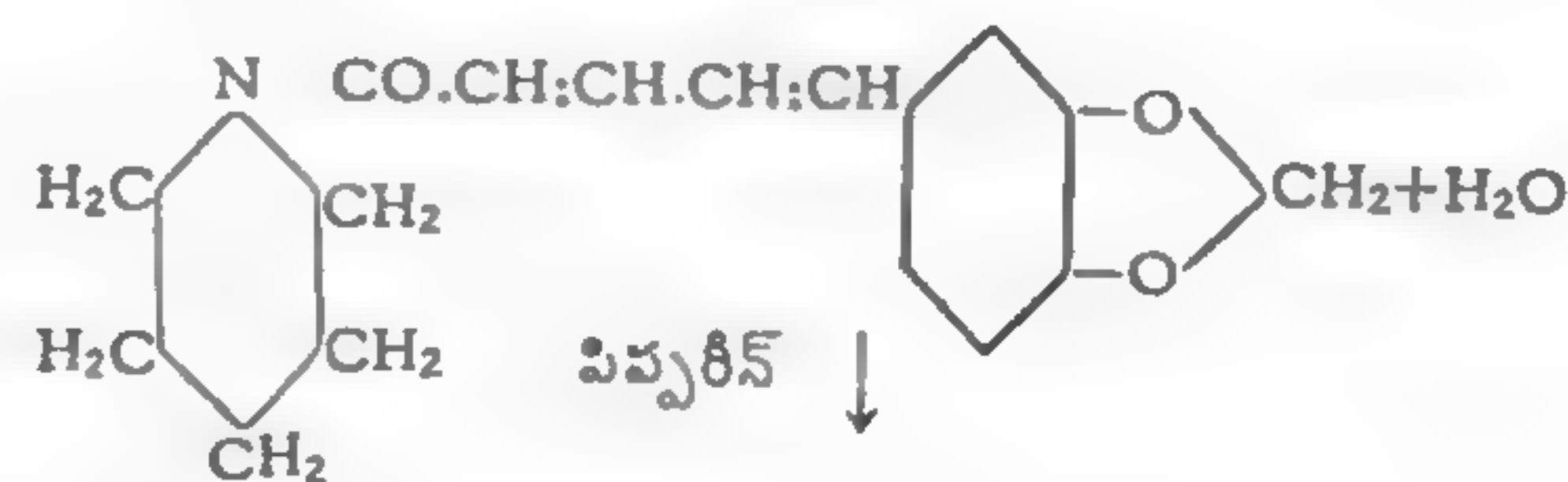
α లేదా 2-ప్రైరిడిన్ β లేదా 3-ప్రైరిడిన్ γ లేదా 4-ప్రైరిడిన్ కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్

మూడు కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ లలో మధ్యనున్న β ఆమ్లము నికొటినిక్ ఆసిడ్ అనుపేర బి-విటమినువర్గమందు ఒకటిగా గుర్తింపబడినది. దీనిని, పొగాకు సారమగు నికొటిన్ అను ఆల్కలాయిడ్ ద్రవమును క్రోమిక్ ఆసిడ్ చే ఆక్సీకరించుట వలన పడయవచ్చును.

ప్రైరిడిన్ యొక్క ప్రాడ్రోజనీకరణముచే తయారగు పిప్పరిడిన్ మిరియములో పిప్పరిక్ ఆసిడ్ తో కలిసి పిప్పరిన్



అను ఆల్కలాయిడ్ యోగికముగా సంభవించును. ఈ ఆల్కలాయిడ్ జలవిశ్లేషణముచే పిప్పరిడిన్, పిప్పరిక్ ఆసిడ్ లక్రింద విడిపోవును.

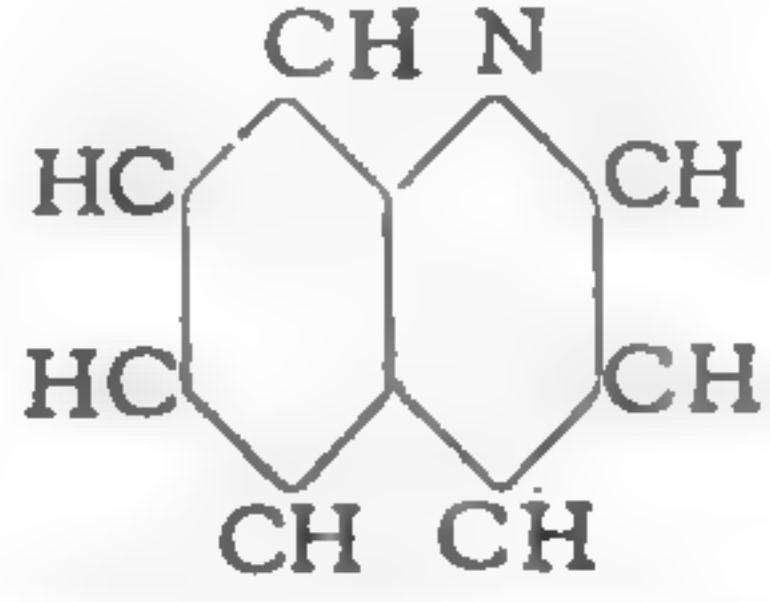


రెండు సంహత షడ్జటకవలయములుగల యోగికము లలో ముఖ్యమైనది క్వినోలిన్, బెన్జిన్ కు నాఫ్తలీన్ కు గల సంబంధమువంటిదే ప్రైరిడిన్ కు క్వినోలిన్ కు గల సంబంధము. దీనిరచనలో ఒక బెన్జిన్ వలయము, ఒక ప్రైరిడిన్



వీషమ వలయ యోగికములు

వలయము ఉన్నవి గనుక, దీనిని బెన్జోపైరిడిన్ అని పేర్కొనవచ్చును :



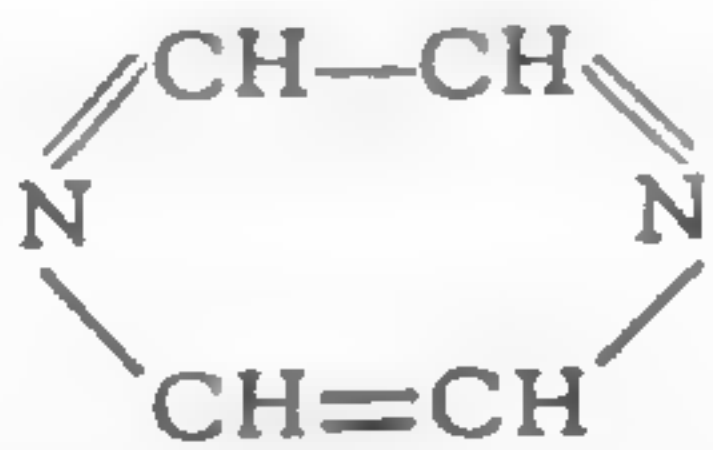
ఇది కోల్ తారులోను, ఎముకలనూ నెలోను దొరకును. క్వినీన్ పట్టలోనుండు సింకోనాఆల్కలాయిడ్ ను పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ తో స్వేదించినచో ఇది లభ్యమగును. కాంతి ప్రక్రియన అధికముగానున్న రంగులేనిద్రవము. దీనికొక నైజమైనవాసన గలదు. (క్వథనాంకము  $238^{\circ}\text{C}$ ) నీటిలో కరగదు, కార్బన్ యోగికద్రవములలో కరగును. ఇది ఏకామ్లవణాధారము. జంతుకళేబరచాంగములను క్రుశ్చిపోకుండ సంరక్షించుటకును, ఔషధముగాను వాడుకలో ఉన్నది.

ఐసాక్వినోలిన్ : ఇది క్వినోలిన్ తోపాటు కోల్ తారులో ఉండును. అద్రావ్యసత్వేట్లవణములను ఇచ్చుటచేత క్వినోలిన్ నుండి సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చే దీనిని వేరుచేయవచ్చును. ఇది రాసాయనికధర్మములలో క్వినోలిన్ ను చాల పోలి ఉండును. ఇది క్వినోలిన్ యొక్క సమాంగ రూపము. (ద్రవాంకము  $21^{\circ}\text{C}$ ; క్వథనాంకము  $237^{\circ}\text{C}$ .) దీనిని,

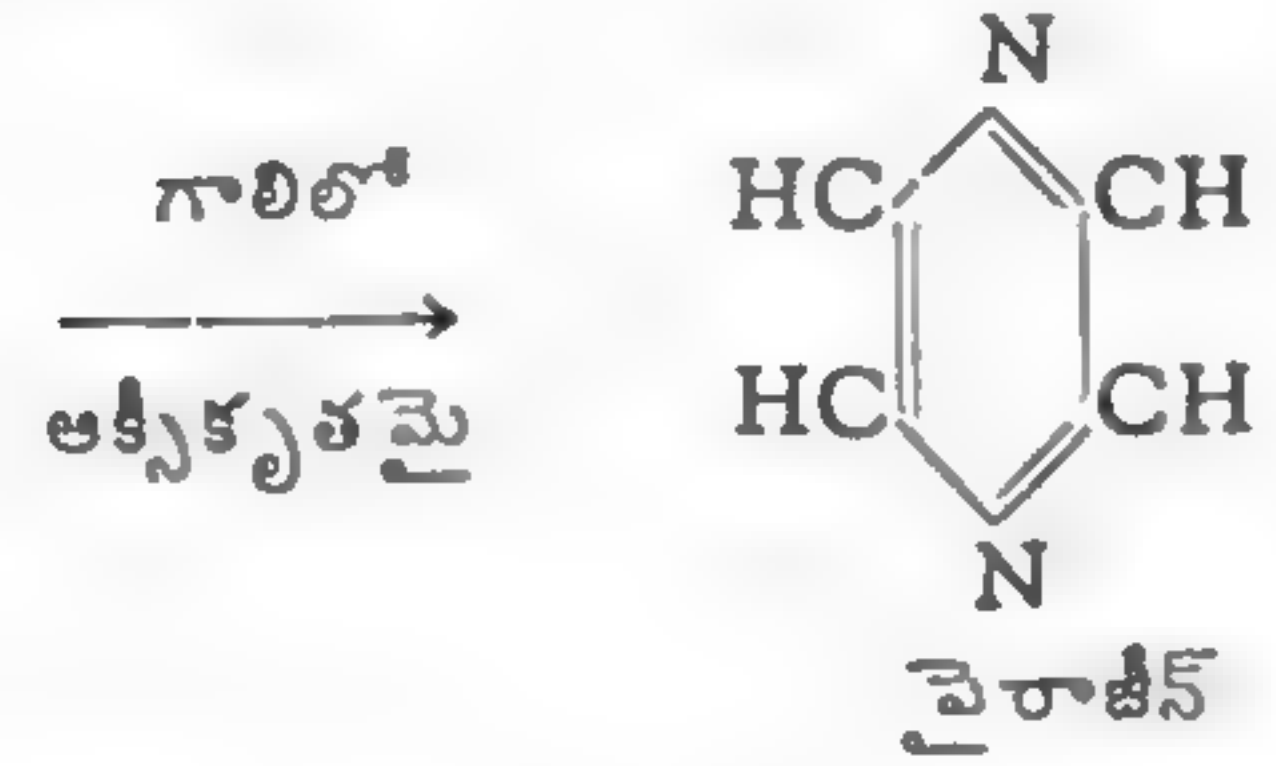
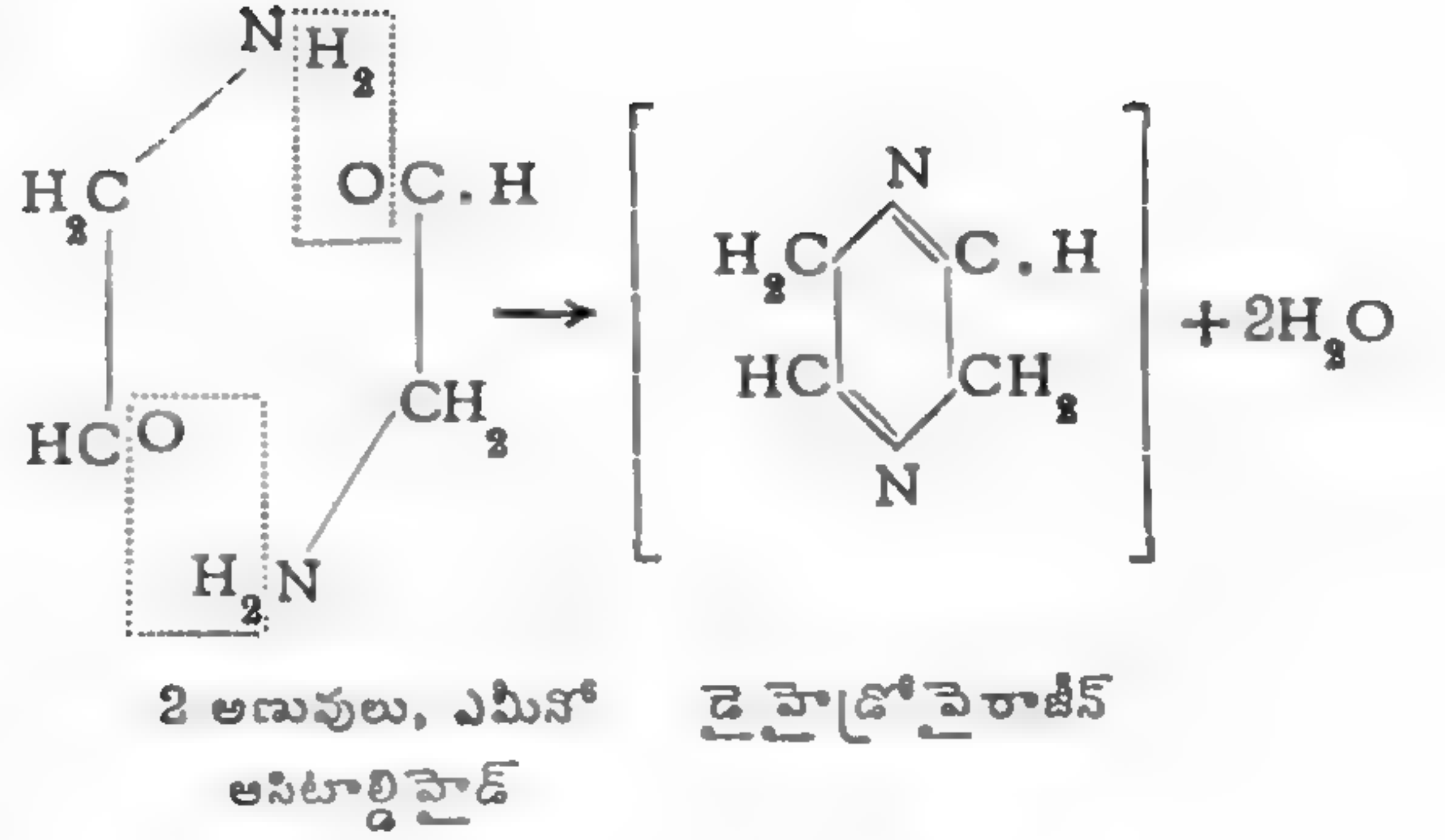


క్వినోలిన్ కును గలభేదము : దీనిలో నైట్రోజన్ వరమాణువు వలయ భుజస్థానమును ఆక్రమించినది; క్వినోలిన్ లో కోటిస్థానమును స్వీకరించినది.

పైరాజిన్ ( $\text{C}_4\text{H}_4\text{N}_2$ ) : ఎమీనో ఆసిటార్డిహైడ్ నుండి సంహననప్రక్రియాఫలితముగా పైరాజిన్ ను సాధించ

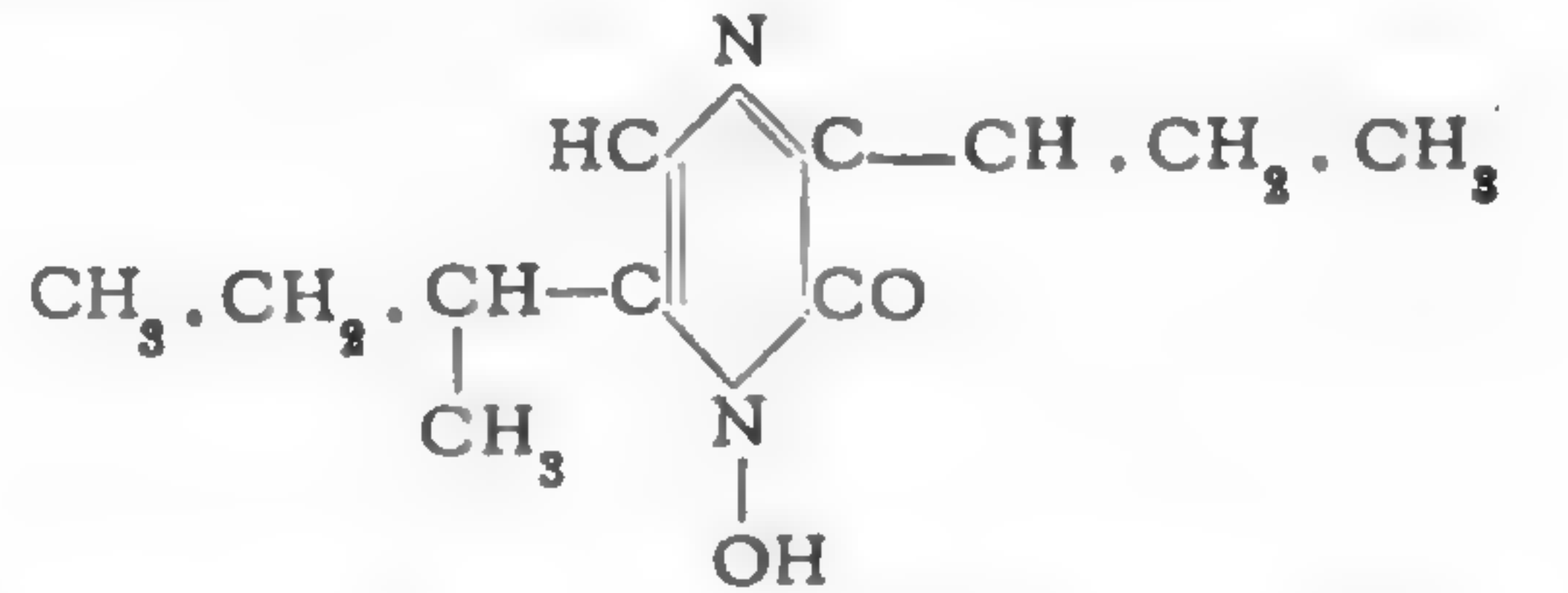


వచ్చును. స్ఫటికద్రవ్యము (ద్రవాంకము  $47^{\circ}\text{C}$ , క్వథనాంకము  $118^{\circ}\text{C}$ ). సోడియమ్ ఆల్కహాల్ మిశ్రముతో ఆక్సిహరించబడినపుడు పిపరాజిన్ గా మారును. యూరిక్ ఆసిడ్ శరీరమునుండి వెళ్ళగొట్టుటకు పిపరాజిన్ చికిత్సాసాధనముగా వాడుకలో ఉన్నది.



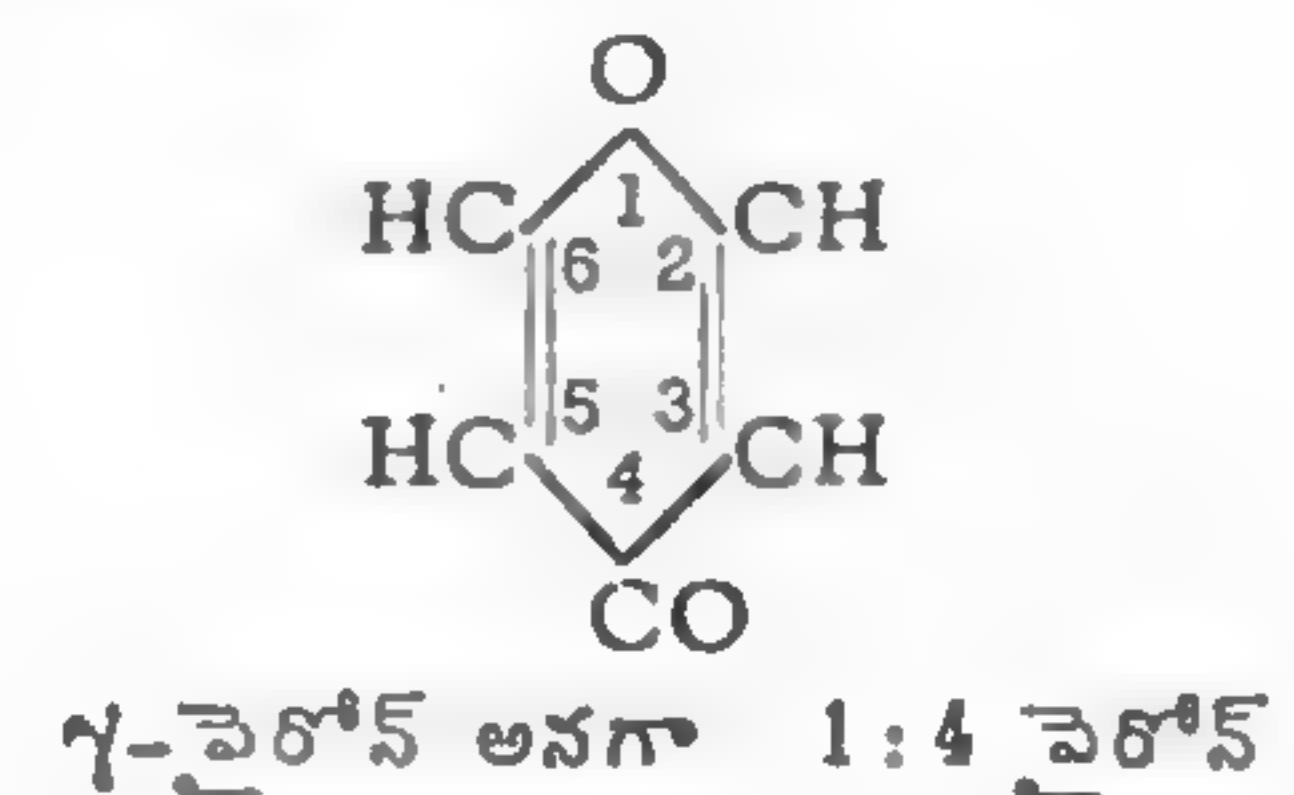
బెన్జిన్ వలయముతో సంహతమైన పైరాజిన్ వలయము నుండి అనేకవిధములగు (ఫినాజిన్, ఇండాంత్రిన్ మొదలగు) వర్ణద్రవ్యములు ఉత్పత్తిచేయబడుచున్నవి.

ప్రకృతిలోదొరకు పైరాజిన్ పుష్పన్నములలో ఆస్పర్జిల్లిక్ ఆసిడ్ చాలవిచిత్రమైనది. ఇది ఊయరోగచికిత్సకు వాడుకలోనున్న ప్రొప్రోమైసిన్. ప్రైఫాయిడ్ జ్వరచికిత్సాసాధనముగు క్లోరోమైసిటిన్ వంటి ఆంటిబయాటిక్ ఔషధముల వర్గమునకు చెందినది. దీని సాంకేతికము :



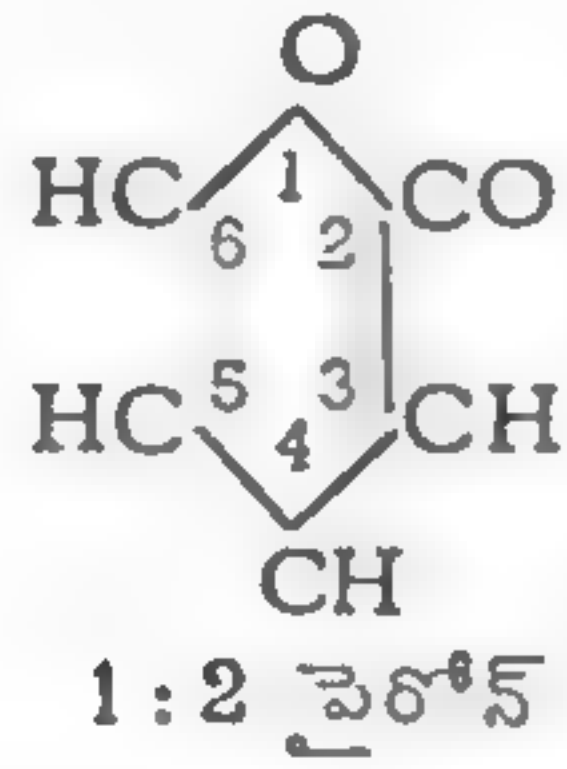
దీనిని ఆస్పర్జిల్స్ ఫ్లేవస్ అను సూక్ష్మజీవినుండి తయారు చేయుదురు.

షడ్భుజకవిషమవలయయోగికములలో ౧-పైరోన్ అను ఆక్సిజన్ ఘటకముగల యోగికము చాల ప్రధానమైనది. ఏలన దీనినుండి ప్రకృతిలోదొరకు అనేకవర్ణద్రవ్యములు పుష్పన్నమైనవి. వీటిలో ఫ్లావోన్లు, జాన్తోన్లు, ఆంతసైనిన్లు చాలముఖ్యములైనవి.



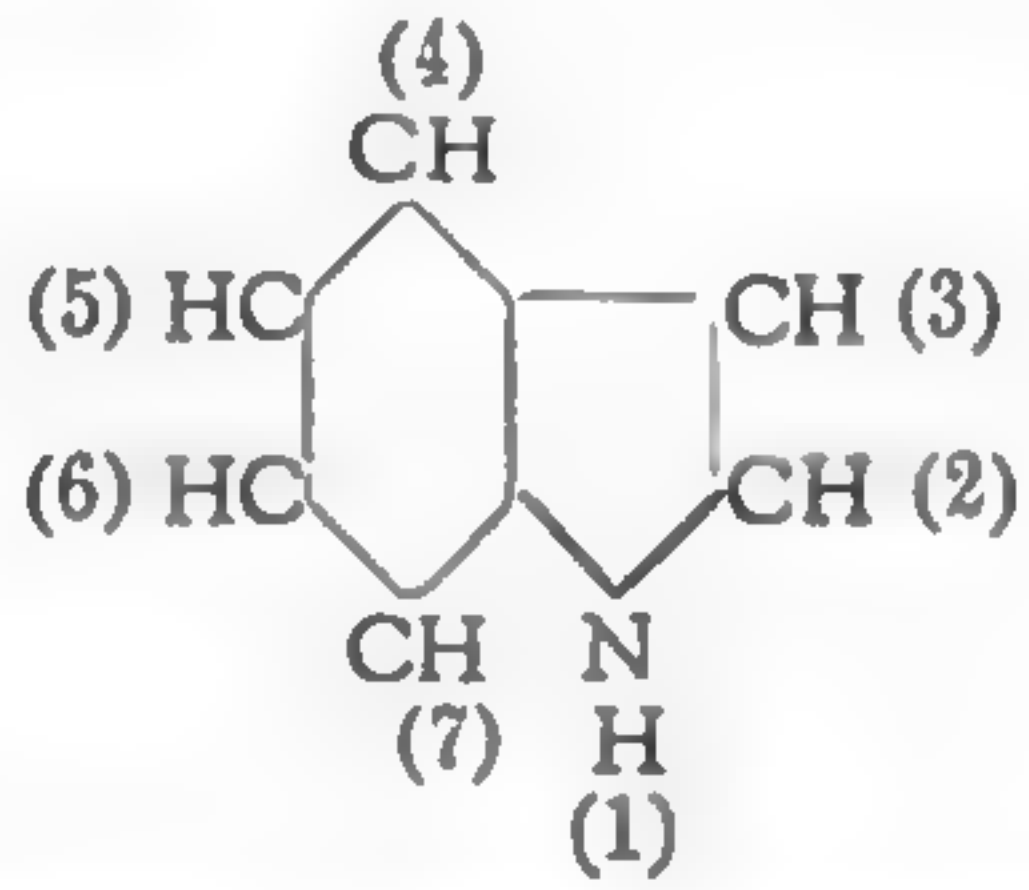


4-పైరోన్ లోవలె కోటిమీదగాక CO గణము భుజము పైనున్న యోగికమునకు α-పైరోన్ లేదా 1:2 పైరోన్ అని పేరు.

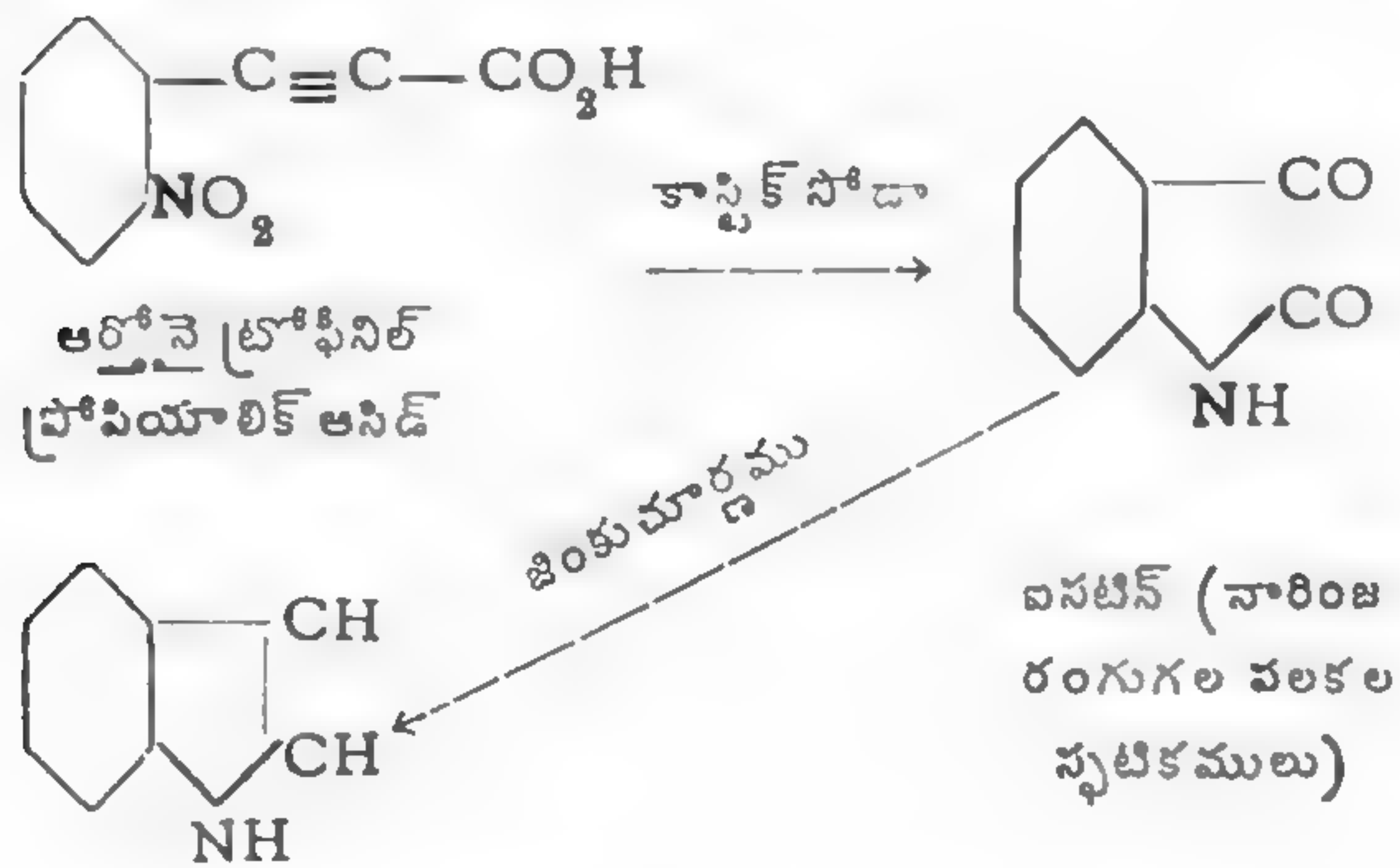


ఈ రెండవ యోగికమునుండి సుగంధయుతములగు వ్యుత్పన్నములు ఉద్భవించినవి.

ఇండోల్ : ఒక బెన్జిన్ వలయము ఒక పిర్రోల్ వలయ ముతో సంహతమైనపుడు ఇండోల్ సంహతవలయము ఏర్పడును :



ఇది కోల్ తారులో ఉండును. మల్లెపువ్వులసారమువంటి కొన్ని పరిమళ సారములలోను, మానవునిమలములోను కూడ ఇది సంభవించును. నీలిమందుతో దీనికిగల రాసాయనిక రచనాసంబంధముచేతను, శరీరమందు ప్రోటీన్ విచ్ఛేదనమువలన కలుగు ద్రవ్యములలో ఒకటి అగుట చేతను ఇది చాల ప్రాముఖ్యమును గడించినది. నీలిమందును ఆక్సికరించి దీనిని తయారుచేయవచ్చును ; లేదా క్రిందివిధమునకూడ దీనిని సంయోజన పద్ధతిచే నిర్మించవచ్చును :



ఇండోల్ తెల్లనిరేకులుగా స్ఫటికీకరించును. (ద్రవాంకము 52°C) రాసాయనిక ధర్మములలో పిర్రోల్ ను పోలియుండును ; అసహ్యమైన దుర్వాసనగలది.

నీలిమందును (చూ. వర్ణద్రవ్యములు-పు. 610) దీనినుండి ఉత్పన్నమైనదానిగా భావించవచ్చును. కె. ఎస్. మూర్తి.

వీన్, కార్ల్ మాక్స్ (1866-1938) : జర్మనుభౌతిక విజ్ఞాని. వీన్ కొన్నాట్ల వుర్ట్జ్ బర్గ్ లో రస్టజన్ కు సహాయకుడుగా పనిచేసి డాన్సిగ్ లో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా 1904 లో నియమితుడయ్యెను. తరువాత 1911 మొదలు 1935 వరకు ఈనాలో అట్టి ఉద్యోగమునే నిర్వహించెను. అధిక పౌనఃపున్యముగల విద్యుత్ అయస్కాంతవికిరణములు, ఆహారోత్తేజనము, అత్యధికశక్తవ్యత్యాసములో విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యముల ప్రవర్తన, ఈవిషయములన్నిటియందును మహత్తరమైన పరిశోధనలను కావించెను. విల్ హెల్మ్ వీన్ కు (చూ. దిగువ) ఈయన పెదతండ్రి కొడుకు. పం. న. నా.

వీన్, విల్ హెల్మ్ (1864-1928) : గాటింజన్, హైడిల్ బర్గ్, బెర్లిన్ విద్యాసంస్థలలో విద్యనభ్యసించి కొన్నాట్ల హెల్మ్ హూల్ట్స్ విజ్ఞానికి సహాయకుడుగా పనిచేసెను. తరువాత ఎయ్ లాషాపిల్ లో ఆచార్యుడుగా ప్రవేశించి క్రమముగా గీసెన్, వుర్ట్జ్ బర్గ్, మ్యూనిక్ యూనివర్సిటీలలో ఆచార్యపదవులను స్వీకరించెను. కృష్ణవస్తువికిరణాను శీలనయందు ప్రామాణికవైదుష్యమును సంపాదించినవాడు. ఈ పరిశోధనరంగములో ఈయనచే ప్రకాశితమైన నియమము వికిరణశాస్త్రమందు ప్రసిద్ధము. గరిష్ఠశక్తి సాంద్రతగల తరంగముయొక్క పొడవును, పరమమానములో తాపక్రమముచే గుణించగా వచ్చిన ఫలము ఒకస్థిరాంకమై ఉండును అనునది ఈ నియమము. పం. న. నా.

వెండి : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 47; సంకేతము Ag; పరమాణుభారము 107.88; విశిష్టగురుత్వము 10.5; ద్రవాంకము 980.8°C, క్వథనాంకము 2180°C. ఇంగ్లీషులో దీనిని 'సిల్వర్' అందురు. దీనికి మరొక పేరు 'రజతము'. ప్రకృతిలో వెండి విడిగాను, సంయుక్తస్థితిలోనుకూడ దొరకును. ప్రాచీన కాలమునుండి వెండి ఉపయోగమున కలదు. ముఖ్యమైన ఖనిజములు : ఆర్జెంటైట్ (సిల్వర్ సల్ఫైడ్ Ag<sub>2</sub>S), హార్నెసిల్వర్ (సిల్వర్ క్లోరైడ్ AgCl). వెండి తరుచుగా బంగారముతో కలిసి దొరకుచుండును. ప్రపంచమందు నేడు సాధింపబడుచున్న వెండిలో అధికభాగము సీసము, రాగి, జింకు ఖనిజములనుండి ఆయాధాతువులను సాధించుటలో ఉపద్రవ్యముగా లభ్యమగుచున్నది.

ధాతుసాధన : ఖనిజముయొక్క స్వభావమునుపట్టి అనేక విధములగు సాధనవిధానములు విస్తరించబడినవి.



వెండి

ఇందు సైనైడ్ విధానము, రసమిశ్రవిధానము, విరజతీ కరణ (డి-సిల్వరైసింగ్) విధానము, విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానము అనునవి ముఖ్యములు. కాని నేడు కేవలరజత ఖనిజముల నుండి వెండిని సాధించుటలో ఎక్కువ ఆచరణలోనున్నది సైనైడ్ విధానము ఒక్కటియే. వెండి గాని, దానియోగికములుగాని సోడియమ్, పొటాసియమ్ సైనైడ్ల ద్రావణములలో విలీనమగుననువిషయము ఈ విధానమునకు ఆధారము. ఖనిజమును చూర్ణముగానొనర్చి సోడియమ్ సైనైడ్ ద్రావణములో ఉంచుదురు. విలయన కార్యమునకు గాలి మెండుగా ఆవశ్యకము కనుక ద్రావణములోనికి గాలిని పైనుండి ప్రవహింపజేతురు. వెండి ఖనిజములను విలయనమొనరించుటకు బంగారము ఖనిజములకు ఆవశ్యకమైనదానికన్న హెచ్చుగాఢమైన సోడియమ్ సైనైడ్ ద్రావణము కావలయును. ద్రావణమును యంత్రములతో వడపోసి, నిర్మలమైన ద్రావణము నుండి బంగారము సాధనలోవలె జింకుముక్కలనుగాని, అల్యూమినియము ముక్కలనుగాని ద్రావణములో ఉంచుటచే వెండి అవశేషముగా లభించును. అవశిష్టమైన వెండి బూడిద రంగు కలిగి ఉండును. దీనిని సురేకారముతో కరగించి శుద్ధిచేయుదురు.

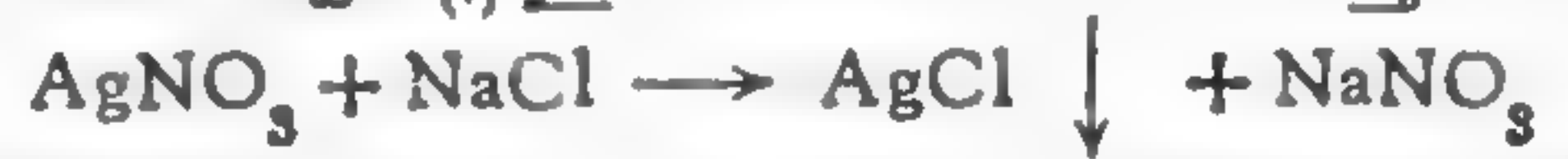
మూసవిధానము (కూ పెలేషన్): విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానమునగాని, మూసవిధానమునగాని వెండి శుద్ధముకావించవచ్చును. మూసవిధానమందు మలినములతో కూడియున్న వెండిని సీసముతో కలిపి కరగించి ధాతుమిశ్రమముగా చేయుదురు. ఎముకలపొడితో తయారైన పల్లెమువలెనుండు మూసపై ఈ ధాతుమిశ్రమమును ఉంచి మూసను కొలిమిలో వేడిచేయుదురు. వేడిచేయుకాలమందు గాలి ధారాశముగా ధాతుమిశ్రమమునకు తగులునట్లు చూతురు. వెండిలోనున్న రాగి ఆక్సీకరించబడి కాపర్ ఆక్సైడ్, సీసము గాలిలో కాలుట వలన ఏర్పడిన లెడ్ ఆక్సైడ్ లో కరగిపోవును. ఈ ఆక్సైడ్ మిశ్రమము మూసయొక్క సూక్ష్మరంధ్రములలో విలీనమైపోయి తళతళమను పరిశుద్ధమైన వెండి మూసలో మిగిలి యుండును.

ఉపయోగములు: బంగారమువలె వెండికూడ నాణెములకు విస్తారముగా ఉపయోగపడుచున్నది. నాణెములకు గట్టదనమును ఇచ్చుటకై వెండితోపాటు కొంచెము రాగిని కూడ కలుపుదురు. పాత్రలకు, నగలకుకూడ వెండిని విరివిగా వాడుచున్నారు. వస్తువులను వెండి మలామా చేయుటలో చాలవెండి ఖర్చగుచున్నది. కొన్ని విశిష్ట ధాతుమిశ్రమములను వెండిసోల్డ్లను తయారుచేయుట యందు, అద్దములకు కళాయిపూయుటకు, హేలోజన్

లవణరూపమున ఛాయాచిత్రఫలకములను, ఫిల్ములను తయారుచేయుటకు వెండి చాల వాడుకలో ఉన్నది. వెండి యోగికములు ప్రబలమైన క్రిమిహరములగుటచే, వీటికి చికిత్సలోకూడ కొంతవాడుక ఉన్నది. చెరిగిపోని సిరాలను తయారుచేయుటకుకూడ కొంతవెండి ఉపయోగపడుచున్నది. పరిశోధనాగారమందు విశ్లేషణప్రక్రియలతో సిల్వర్ నైట్రేట్ లవణము చాలముఖ్యమైనసాధనము.

యోగికములు : రజత లవణములలోకెల్ల సిల్వర్ నైట్రేట్ చాలముఖ్యమైనది. వెండిధాతువుపై నైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్క చర్యవలన సిల్వర్ నైట్రేట్ లభ్యమగును. ద్రావణమును ఇగురపెట్టి సాంద్రీకరించినచో లవణస్ఫటికములు లభించును. సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును వెలుతురుకు ఎదురుపెట్టినపుడుగాని, లేదా కాగితము, మన చర్మము మొదలగు కార్బన్ యోగికముల సంపర్కమున కాని నల్లటిసూక్ష్మవిభక్తమైనధాతుకణములు ద్రావణము నుండి విడివడును. ఈగుణమే బట్టలకుగురుతువేయుటకై చెరిగిపోని సిరాను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించును. ఛాయాచిత్రఫలకములను, ఫిల్ములను తయారుచేయుటకు వలయు సిల్వర్ హేలోజన్ యోగికముల నిర్మాణమునకు సిల్వర్ నైట్రేట్ యొక్క వాడుక హెచ్చగుచున్నది. ఏలన నేటి సినిమా పరిశ్రమలో సిల్వర్ ఛాయాగ్రహణ లవణములచే పూయబడియుండు సెల్బ్యులాయిడ్ ఫిల్మ్ అపరిమితముగా తయారగుచున్నది.

సిల్వర్ క్లోరైడ్ : సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణముచే ద్విపరివర్తనకార్యమును జరిగించినపుడు సిల్వర్ క్లోరైడ్ విరుగువలె అవశిష్టమగును.



ఇది నీటిలో కరగదు. కాని అమోనియాలో సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ లవణద్రావణముతో ధారాశముగా విలీనమగును. వెలుతురులో దీనిరంగు ఊదాగా మారి, ఇది కొంత రాసాయనికపు మార్పును చెందును. ఫోటోగ్రఫికి కావలసిన చిత్రముద్రణ (పి.ట.పి.) కాగితములను తయారుచేయుటయందు ఈలవణము ఉపయోగించును.

సిల్వర్ సల్ఫేట్ : ధాతువును గాఢసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో వేడిచేసిన లభ్యమగును. ఈలవణము నీటిలో చాల స్వల్పముగా కరగును. శీఘ్రముగ వేడిచేసినపుడు ఈలవణము రాసాయనికముగా విడిపోయి ధాతువు మిగిలియుండును. (చూ. రాగివర్ణము - పు. 587). బి. గో. కృ.

వెనేడియమ్ : రాసాయనికమూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 23; సంకేతము V; పరమాణుభారము 50.95. విశిష్ట గురుత్వము 5.9; ద్రవాంకము 1720°C. దీనిని



1831 లో నిల్స్ గేబ్రియల్ సెఫ్ స్ట్రమ్ కనుగొనెను. పాట్రానైట్ [వెనేడియమ్ పెంటాసల్ఫైడ్ ( $V_2S_5$ )] పెరుదేశమందు, కార్నెలైట్ (పాటాసియమ్ యరేనిక్ వెనేడేట్) కొలారాడో లభించును; వెనేడినైట్ (లెడ్ వెనేడేట్) అనునది మరొక ముడిఖనిజము.

వెనేడియమ్ పెంటాక్సైడ్ సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ నిర్మాణములోను, నాఫ్తలిన్ నుంచి తాలిక్ ఆసిడ్ ను తయారు చేయుటలోను చాలప్రసిద్ధిగాంచిన ప్రేరకద్రవ్యము. (చూ. వెనేడియమ్ వర్గము). మే. ప. న.

**వెనేడియమ్ వర్గము :** ఇందు వెనేడియమ్, నియోబియమ్, టాంటాలమ్ ఉన్నవి. ఇవి చాల అరుదుగా దొరకు థాతువులు. ఉక్కులను తయారుచేయుటలో వెనేడియమ్ ముఖ్యముగా వాడుకలోనున్నది. ఆప్లుములకు లొంగని ఉక్కులను తయారుచేయుటలో నియోబియమ్, టాంటాలమ్ ఉపయోగపడుచున్నవి. అందుకు పాచ్చు సుకరముగాలభించు టాంటాలమ్ యొక్క ఉపయోగము నియోబియమ్ కన్న ఎక్కువ.

ఇవి IVa వర్గమునకు చెందిన థాతువులంత చురుకైనవి కావు. అయినను పాచ్చుతాపక్రమములవద్ద హేలోజన్లు, ఆక్సిజన్, గంధకము, నైట్రోజన్, కార్బన్ మొదలైన మూలద్రవ్యములతో ఇవి సంయోగించును.

వెనేడియమ్ నైట్రైట్ ఆసిడ్ లో కరగును. వెనేడియమ్ వివిధ ఆక్సికృతస్థితులను స్వీకరించగలదు. వెనేడస్ ఆక్సైడ్ ( $VO$ ) ఘాసరవర్ణము గలది. వెనేడిక్ ఆక్సైడ్ ( $V_2O_3$ ) నలుపురంగు. వెనేడియమ్ డై ఆక్సైడ్ ( $VO_2$ ) నీలిరంగు - ఇవన్నియు ఘనద్రవ్యములే. వెనేడియమ్ పెంటాక్సైడ్ ఎర్ర రంగు. నీచఆక్సికృతఆక్సైడ్లు ఆక్సిహారక ద్రవ్యములు ఉన్నతస్థితులు ఆక్సికారకములు. త్రియోజనియ నియోబియమ్ ఆక్సిహారకము. పంచయోజనియస్థితిలో మూడుథాతువులును జలవిశ్లేషణముజెంది ఆసిడ్ అయిన్ లను ఇచ్చును. వెనేడేట్లు గుణములో ఫాస్ఫేట్లను పోలి ఉండును.

థాతుసాధనకు చూర్ణవిధానముమిక్కిలి ఉపయుక్తము (చూ. థాతు సాధన - పు. 534; టాంటాలమ్ పు. 348; వెనేడియమ్ పు. 710; నియోబియమ్ - పు. 435). మే. ప. న.

**వెర్నర్, ఆల్ఫ్రెడ్ (1868 - 1919) :** స్విడన్ రాసాయనికుడు. జన్మఫ్రెంచ్ దేశమున. 1893 నుండి 1919 వరకు జ్యూరిక్ యూనివర్సిటీలో రాసాయనికశాస్త్రాచార్యుడుగా ఉండెను. 1913 లో నోబెల్ బహుమతిని పొందెను. కార్బన్ యోగికరచనానుశీలనయందు తనకు గల అభినివేశము ఈతని అణుయోగికముల (మోల్ క్యులర్ కాంపౌండ్స్)

పరీక్షకు ప్రేరించినది. 1893లో అణుయోగికముల గురించి తను చేపట్టిన విచారసరణి అంతయు ఒక స్వప్నములో ఒక సమగ్రసిద్ధాంతరూపమున నిబద్ధమైనది. స్వప్నము మరునాడు మధ్యాహ్నమగుసరికి సిద్ధాంత విప్లవాత్మకమగు వ్యాసరూపమున వెలువడినది. తరువాత 20 సంవత్సరముల కాలము తన సిద్ధాంతమునకు తాను స్వీకరించిన కల్పనల ప్రాయోగికనిరూపణయందు నిమగ్నుడై నాడు. ఈకల్పనల యథార్థత తన చేతనేగాక స్వతంత్రపరిశోధనలను సల్పిన పలువురు ఇతరులచేకూడ రుజువుచేయబడినది. మే. ప. న.

**వోల్టా, కొంట్ ఆలిసాండ్రో (1745 - 1827) :** ఇటలీ భౌతిక విజ్ఞాని. పావియా యూనివర్సిటీలో ఆచార్యుడుగా పనిచేయుచున్న కాలములో ప్రవాహవిద్యుత్ షేత్రమందు గాల్వనీ కావించిన పరిశోధనలతో పరిచయము సంపాదించి, ప్రవాహవిద్యుత్ జననసిద్ధాంతమును ఒకదానిని ప్రతిపాదించెను. వోల్టాపేర్చు అను ప్రవాహవిద్యుత్ జనక సాధనమును నిర్మించెను. విద్యుత్ శక్త్యూనిట్ 'వోల్ట్' ఈయనపేరును మోయుచున్నది. 1791 లో కోస్టి పతక బహుమానమును ఇచ్చి లండన్ రాయల్ సంఘము ఈయనను అభినందించినది. అ. వెం. సూ. రా.

**శక్తిశాస్త్రము (థెర్మోడైనమిక్స్) :** తొలిని ఈ శాస్త్రము ఉష్ణతాశక్తికిని, యాంత్రికశక్తికిని గల పరస్పర సంబంధమును చర్చించుటతో మొదలుపెట్టుటచే దీనికి థెర్మోడైనమిక్స్ (తాపగతి శాస్త్రము) అను పేరు వచ్చినది. తరువాత విద్యుత్ శక్తి, రాసాయనికశక్తి, కాంతిశక్తి మొదలగు శక్తిరూపములన్నియు తాపము క్రింద మారుననియు, ఆ మారుటలో ఈ శక్తులన్నియు పరస్పరాన్వయ ధర్మములను పాటించుననియు కనుగొనిన తరువాత 'శక్తిశాస్త్రము' అను పేరు సమంజసముగా తోచినది.

శక్తిశాస్త్ర ప్రధాన సూత్రములు మూడు. మనకు ఇది వరకు పరిచితమైన శక్తి నిత్యతానియమము (చూ. సమీక్ష - పు. 99). శక్తి ఒక రూపమునుండి ఇంకొక రూపమునకు మారుప్రక్రియ యందే అది మనకు గోచరించును. ఒక ద్రవ్య వ్యవస్థ శక్తిని కోలుపోవునపుడు, అనగా వేడినీరు చల్లారు నపుడు ఆశక్తి పరిసరముల ప్రవేశించును. ద్రవ్య వ్యవస్థ కోలుపోయిన శక్తి, పరిసరము లార్జించిన దానికి నిశ్శేషముగ సమానము. అనగా శక్తి ఎన్నడును నాశనమొందదు. ఒక రూపమున తిరోభవించిన శక్తి ఇంకొక రూపమున సమాన రాశిలో ప్రాదుర్భవించును. ఈ తిరోభావ ప్రాదుర్భావ సంబంధమును సూత్రీకరించునదియే ఈ ప్రథమశక్తి శాస్త్రనియమము.



## శక్తిశాస్త్రము

ఉష్ణత వేడి ఎక్కువగనున్న వస్తువునుండి వేడితక్కువగ ఉన్నదానిలోనికి (ఆ రెండును పరస్పర సంపర్కమున తేబడినపుడు) ప్రవహించును. ఎన్నడును అటునుంచి ఇటు జరుగదు. మంచుముక్కను ఒకదానిని ఒక పాత్ర నీటిలో పడవేసితిమేని, నీటి వేడిమి మంచుముక్కను ప్రవేశించుట వలన మంచు కరుగును. ఈ విషయమును శక్తి నిత్యతా నియమమునుండి నిగమించ వీలులేదు. ఏలన మంచుముక్క యొక్క చల్లదనము ఆత్యంతికముకాదు. దానియందు ఇంకను చాల వేడిమి గుప్తమై ఉన్నది. అందుచే అది దాని ఉష్ణతలో కొంతభాగమును పరిసర జలమునకు పంచియిచ్చి, దాని వేడిని ఎక్కువచేసి, తాను పూర్వముకన్న మరింత ఎక్కువ చల్లదనమును స్వీకరించవచ్చును. మంచుముక్క కోలుపోయినవేడి, జలము గ్రహించిన వేడితో సమానరాశి సంబంధములో ఉండు పరిస్థితులలో, అట్టి ప్రక్రియశక్తి నిత్యతా నియమమును ఉల్లంఘించదు. కాని ఇట్టి ప్రక్రియ ఎన్నడును సంభవించదు. ఉష్ణత ఎల్లప్పుడును ఒకేదిక్కుననే అనగా ఎక్కువ తాపక్రమమునుండి తక్కువ తాపక్రమముకు చలించును అను విషయము ఒక స్వతంత్రసూత్రముగా స్థాపించబడి ఉన్నది. దీనిని భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు అపరివర్తనీయతా నియమమని పేరిడిరి. ఇదియే ద్వితీయ నియమము.

ఈ పరివర్తనీయతా నియమనిర్వచనము కడు జాగరూక తతో నిర్వహించబడవలెను. ఏలన, ఉష్ణత ఎల్లప్పుడును ఎక్కువ తాపక్రమమునుండి తక్కువదానికి ప్రవహించును అనునది సర్వేసర్వత్ర నిజముకాదు. ప్రతిశీతక యంత్రమును దీనికొక విరుద్ధదృష్టాంతము. మంచు తయారుచేయు యంత్రము మంచుపెట్టెలోనున్న ఉష్ణతను బయటికితోడి వేసి, పెట్టెలోపలి భాగమును శీతలతరముగను, పరిసరములను ఉష్ణతరముగను చేయును. కాని అది అట్లు చేయుటకు విద్యుత్ మోటారునుండి లభ్యమగు యాంత్రిక శక్తిని ఉపయోగించుకొనును. ఈ శక్తియంత్రమున్న గది యొక్క సగటు తాపక్రమములోఉన్న ఉష్ణత క్రింద మారును. తాపముగా మారిన యాంత్రికశక్తిరాశి, శీతలీకరణోపకరణముయొక్క ఆంతరమునుండి తొలగించబడిన ఉష్ణతాశక్తి రాశికన్న చాల ఎక్కువ అని భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు రుజువుచేయగలిగెను. ఎక్కువ తాపక్రమములోనున్న ఉష్ణతను లేదా యాంత్రిక, విద్యుచ్ఛక్తిని ఉన్నత తర సోపానము క్రమములోనున్న శక్తిగా పరిగణించినచో, శీతలీకరణయంత్రమునందు ఉపయోగ్యశక్తికన్న అనుపయోగ్యముగా అకార్యకరముగ మిగులుశక్తి చాల ఎక్కువ అని తెల్లమగును. ఈ అపరివర్తనీయతా నియమ

మును ఈక్రిందిరీతిని నిర్వచించుట యుక్తము. మార్పునందు పాల్గొను ప్రక్రియలన్నియు సమూహముమీద పరిగణింపబడినచో, మొత్తపుశక్తి అనుపయోగ్యముగ మారును. అనగా మొత్తముమీద, ప్రక్రియ ఉతిపూరకముగ సంఘటిల్లుటకుంకించును. అనగా చాలశక్తిఉపయోగ్యతా సోపానశ్రేణియందు క్రిందకు దిగజారినగాని, కొంత శక్తిని సోపానములపైకి ఎక్కించలేము. బోల్ట్స్మాన్ అను వియన్నా భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు ఈ పరివర్తనీయతా నియమమును సాంఖ్యిక శాస్త్రదృష్టిలో వివరించగలిగెను. ఒక వస్తువునందు అంతర్భూతమగు ఉష్ణత, దాని అణువుల చలనఫలము. అణువుయొక్క సగటువేగము ఎక్కువైన కొలది, ఆ వస్తువు తాపక్రమము అధికమగుచుండును. కాని ఈ శక్తి అణువుయొక్క సగటు చలన వేగమునకు అన్వయించునన్న విషయము మరువరాదు. ప్రత్యేకాణువుల వేగములు అత్యంత భిన్నములు. వేడివస్తువులు శీతల వస్తువుతో సంపర్కమునకు తీసికొని రాబడినపుడు, వాటి అణువులు ఒకదానితో ఒకటి సంఘర్షించుకొనును. అప్పుడప్పుడు మందగతిగల ఒక అణువు తీవ్రగతిగల దానితో డీకొని దానికి తన వేగమునంతను సమర్పించి తీవ్రత గల అణువును మరింత తీవ్రగామిగా చేయవచ్చును. కాని ఇది చాల అరుదుగాజరుగు సంఘటన. మొత్తముమీద పరస్పర సంఘర్షణ ఫలముగ అణువుల వేగములు సమానీకృతము లగుటకు ఎంతేనియు సంభావనకలదు. ఇట్లు ఉష్ణతా ప్రక్రియల అపరివర్తనీయతను పేకముక్కలు కలుపుట, లేదా రెండు వాయువులను, లేదా రెండు ద్రవములను కలుపుటవంటి మిశ్రీకరణ సంఘటనముగ వివరించవచ్చును.

కాని ఈ వివరణ అపరివర్తనీయతా నియమమును సమంజసముగ దోచునట్లుచేసినను అది ఒక అనపేక్షిత, సంకట పరిణామమునకు దారితీసినది. ఏలన దీనివలన ఈ నియమము దాని అశిథిలకార్యకారణ సార్థక్యమును కోలు పోయి, సంభవనీయతా యాదృచ్ఛికధర్మముగ రూపొందినది. పేకముక్తలు కలుపగా కలుపగా ఎట్టకేలకు ఎర్రముక్తలన్ని పై సగములోను నల్లముక్తలన్ని దిగువ సగములోను అమరుకొనుట దుస్సాధ్యమని అనలేము. కాని సంఘటన అసంభవ నీయమనియే చెప్పగలము. సాంఖ్యికశాస్త్ర నియమములు అన్నియు ఇట్టి ప్రకృతికలవియే. అవి, క్రమ రహిత విన్యాసముల సంభవనీయత చాల ఎక్కువనియు, క్రమయుత విన్యాసములు అత్యంత విరళముగ సంఘటిల్లుననియు చెప్పును. వస్తువ్యవస్థలో అణుసంఖ్య ఎక్కువైన కొలది, క్రమవిశిష్ట విన్యాసముల సంభవనీయత తగ్గుచుండును. కాని ఈ సంభవనీయత ఎన్నడును శూన్యము



కానేరదు. దృష్టాంతమునకు ఒక గదిలోని గాలిలో ఉన్న ఆక్సిజన్ అణువులు ఒక ప్రక్కకును నైట్రోజన్ అణువులు ఎదురుప్రక్కను యాదృచ్ఛికముగ ప్రోగగుటను జరుగనే జరుగదనలేము. కాని అది అతి విరళముగ జరుగు సంఘటన  $10^{10}$  సంవత్సరముల వ్యవధిలో ఒకసారి ఈ యాదృచ్ఛిక సంఘటన జరుగగలదని లెక్కించబడినది. ఈ నియమము యొక్క గణిత వ్యాఖ్యానము సామాన్య ప్రేక్షావంతుని బోధపరిధిలోనికి ఎక్కువది కాదు గనుక దీని వైజ్ఞానిక దార్శనిక సార్థకతనే ఇచ్చట ముచ్చటించితిమి.

ఇక మూడవ నియమము: ఇది 20 వ శతాబ్దాదిమ దశకములలో శక్తిశాస్త్రమున నెర్నెస్ట్ చే చేర్చబడినది. దీనిని బోధపరచు కొనుటకై, రెండవ నియమ చర్చా పథమందు ఆవిర్భవించిన ప్రకృతినియమములన్ని సాంఖ్యిక శాస్త్రదృష్టిలో సంభవనీయతా కలనములను భావము నుండి, నిగమించబడిన 'ఎంట్రోపీ' అను క్లాసియన్ చే ప్రవేశపెట్టబడిన నూతన భావము ఒకటి బోధపరచు కొనుట అవసరము. పరివర్తనీయ పరిణామమును చెందుచున్న ఒక ద్రవ్య వ్యవస్థ T అను ఒక నియత తాపక్రమమువద్ద  $dS$  అను తాపరాశిని గ్రహించినచో  $\frac{dS}{T}$  దాని ఎంట్రోపీ అతిశయము అని వ్యవహారము. ఇది

మొదట క్లాసియన్ చే శక్తిశాస్త్రీయ గణితావసరములకై సాంకేతికముగ ప్రవేశపెట్టబడినది. సహజ సంభవమగు ప్రక్రియలు అన్నియు అపరివర్తనీయములు. అట్టి ప్రక్రియా పర్యవసానముగ ఎల్లప్పుడును ఎంట్రోపీ అతిశయించుచుండునని చూపవచ్చును. ఎంట్రోపీ అతిశయమనగా, వ్యవస్థయొక్క కారోపయోగ్యశక్తి దిగజారునన్నమాట. అందువలన, రశ్మిప్రసారము, తాపప్రాపణము, తాపవహనమువంటి వాటంతట అవియే జరుగు ప్రక్రియలన్నిట, ద్రవ్య ప్రపంచము యొక్క ఎంట్రోపీ అతిశయము, దాని సహచరమగు ఉపయోగ్యశక్తి క్షీణతవిశ్వమందు సతతము జరుగుచునే ఉండును. అనగా విశ్వముయొక్క ఎంట్రోపీ సతతము అతిశయించుచునే ఉండును; ఉపయోగ్యశక్తి క్షీణించుచునే ఉండును. ఇట్లు విశ్వము యొక్క ఎంట్రోపీ, అందలి తాపక్రమము భేదము లన్నియు, అడుగంటిన తరువాత గరిష్ఠమూల్యము నందుకొనును. అప్పుడు విశ్వము శాంతాంగారమువలె ఉపశాంతము, నిష్ప్రయోజనము, నిష్క్రియము అగును. దీనినే జీన్స్ విశ్వము యొక్క 'తాపనిర్వాణము' (హీట్ డెత్) అనినాడు.

ఈ ఎంట్రోపీ భావమును సంభవనీయతా కలనముతో ముడిపెట్టినవాడు మరల బోల్ట్స్మాన్. ఈతని వివరణ భాషలో ఎంట్రోపీ అతిశయమన సంభవనీయతా క్షీణత. ఈ సంభవనీయతాక్షీణతయొక్క లాగరితమ్ ఎంట్రోపీ యొక్క గణితమూల్యము. అనగా ఎంట్రోపీకి మానము ఈయన దృష్టిలో విశ్వములో క్రమ విన్యాసయుతములు క్రమరహితముగా మారుటకునున్నవి. క్రమము క్రమరహితముగా మారుటయే ఎంట్రోపీ అతిశయము. ఇట్టి మారుటయందే శక్తిఉపయోగ్యతారూపమున ప్రాదుర్భవించును. ద్రవ్యముల తాపక్రమము తగ్గుకొలది, వాటి యందంతర్భూతములగు అణు ఆకర్షణశక్తుల కారణమున క్రమ వివర్థమానమగు క్రమ విన్యాసము గోచరించుచుండును. స్ఫటిక ఘనరూపమట్టి క్రమసన్నివేశమునకు పరాకాష్ఠ. ఇట్టిక్రమ విన్యస్తదశలో, ద్రవ్యముయొక్క ఎంట్రోపీ కనిష్ఠమూల్యస్థితిలో ఉండును. తాపక్రమము పరమశూన్యమును చేరుకొలది క్రమ విన్యాసమెక్కువై, ఎంట్రోపీ తగ్గుచుండును. శూన్య తాపక్రమము వద్ద ఎంట్రోపీ శూన్యము. అచ్చట అన్ని స్ఫటికఘనద్రవ్యముల ఎంట్రోపీ సమాన మూల్యములో గలవి అగును.

నిమ్న తాపక్రమము పరిస్థితులలో ద్రవ్యలక్షణముల పరీక్షయందు ఆరితేరిన నెర్నెస్ట్ శూన్యతాపక్రమము సమీపమున ఆయతనము, విశిష్టోష్ణత మొదలగు ఘనద్రవ్య ధర్మములు కొన్ని తాపక్రమ తంత్రములై ఉండవనియు, ఇవి గరిష్ఠక్రియారాశ్యపకల్పకములనియు, అందువలన అవి అత్యంత నిమ్నతాపక్రమ పరిస్థితులలో వాటి ఆంతర గుప్తశక్తిని అంతటిని క్రియారూపమున వెలిబుచ్చగలవనియు నిరూపించెను. కాని క్వాంటం వాదముచే అభ్యుపగతమైన ప్రమేయములు శూన్యతాపక్రమము అనునది ఎన్నటికిని చేరరానిదను భావమునకు దారి తీసినవి. ఈ పై ఉక్తుల సారాంశమును నెర్నెస్ట్ తన తృతీయశక్తి శాస్త్రనియమ రూపమున క్రింది విధమున సంక్షేపించెను :

1. నిరంతరముగ వేడినిగాని బాహ్యక్రియాశక్తినిగాని శూన్యము నుండి ఉపకల్పించగల తాపయంత్రమును నిర్మించుట సాధ్యముకాదు ;

2. నిరంతరముగ పరిసరములవేడిని పనిక్రింద మార్చగల పరమతాపయంత్రనిర్మాణము దుస్సాధ్యము ;

3. ఒక వస్తువునుండి నిశ్శేషముగ వేడిని వెళ్లగొట్టి ఆవస్తువును శూన్యతాపక్రమము వరకు శీతలీకరించు శీతలీకరణయంత్రముయొక్క నిర్మాణము అసాధ్యము. రాసాయనికమైత్రి స్థిరాంకము K (చూ. రాసాయనిక మైత్రి -



శక్తిసమవిభాగ సూత్రము

పు. 580). తాపకమముపై ఆధారపడి ఉండుటను సమీకరణ రూపమున వెర్నోస్ వివరించెను.

ఈ సమీకరణసహాయమున రాసాయనికమైత్రిని ఏతాపక్రమము వద్దనైనను నిర్ణయించవచ్చును. ఇది ఈ తృతీయనియమ సార్థక్యము. మే. వ. న.

శక్తిసమవిభాగ సూత్రము : ఏదేని ద్రవ్యాణువునకు ఉష్ణతారూపముననున్న శక్తిని చేర్చిన, ఆ అణువు చలించు ప్రకారములెన్ని ఉన్నవో ఆప్రకారములన్నిటికిని ఆచేర్చిన ఉష్ణతాశక్తి సమముగా పంచబడును. దీనికే 'శక్తిసమ విభాగసూత్రము' (ప్రిన్సిపిల్ ఆఫ్ ఈక్విపార్టిషన్ ఆఫ్ ఎనర్జీ) అనిపేరు.

చలనప్రకారములు అననెవ్వి? ఒకవస్తువు అంతరాళములో యాదృచ్ఛికముగా ఏదిశను చలించినను గతిశాస్త్ర సిద్ధాంతప్రకారము ఆ చలనమును, పరస్పరము లంబములుగా నున్న మూడు దిశల (అనగా క్రిందు-మీదు, కుడి-ఎడమ, ముందు-వెనుక) జరుగు చలనముక్రింద విడదీసి చూపవచ్చును. దీనికి చలనవృథక్కరణమని పేరు. సాధారణముగా అంతరాళములో చలించు ఏవస్తువునకైనను, మూడుప్రత్యేకదిశలలో మూడు చలన ప్రకారములు కలవు. ఈ చలన ప్రకారమునకు శాస్త్రీయనామము 'స్వేచ్ఛాంశ'. అనగా చలించు ప్రతివస్తువునకు మూడు స్వేచ్ఛాంశలు గలవు. కాని ఈ ప్రతిపాదనము ఒక స్థానాంతరచలనమునకే అన్వయించును. స్థానాంతరచలనము కాక వస్తువులకు ఇంకను రెండువిధములగు చలనప్రకారములు అందుబాటులో ఉన్నవి. అందొకటి భ్రమణము: అనగా బొంగరమువలె తనలో తాను గిరగిరతిరుగుట; మరియొకటి కంపనము: అనగా ఒక విశ్రాంతిస్థానమును ఆశ్రయించి గోటమీటిన వీణతీగవలె ఇటునటు కదలుట.

ఈ గతిప్రకార భావము లన్నియు వాయు ద్రవ్యధర్మములు వివరించుటకై నిర్మించబడిన చలదణుసిద్ధాంతములో స్పష్టములయినవి. అందుచే ఇచ్చట మనము చలన ప్రకారనిరూపణము వాయుఅణువులకే ప్రసక్తించునటుల నిర్వహింతము.

చలదణుసిద్ధాంత ప్రకారము ఒకపాత్రయందు ఇమిడి ఉన్న వాయుద్రవ్యము ఏదియైనను, కోట్లకొలదిగానున్న విడివిడి అణువుల సముదాయము. ఈ అణువులు సంతతము చలించు స్వభావము కలవి. పైనుండి నిర్బంధమేమియు లేకపోయిన ప్రతిఅణువు ఋజుమార్గములోనే చలించును. ఇట్టిమహత్తర సంకులస్థితిలో అణువులు పరస్పరము డీకొనుట తప్పదు. ఆ డీకొనుటలో అణువుల చలనదిశ మారవచ్చును. ఇట్టిస్థితిలో ఆపాత్రలోనున్న అణువులకు ఏప

ప్రకారముల చలనము అందుబాటులో ఉన్నదో కొంచెము పరిశీలింతము. ముందుచెప్పిన (ప్రతివస్తు నియతమైన) స్థానాంతర చలనము అణువులకుండుటను సులభముగా ఊహించవచ్చును. ఇదిగాక తక్కినరెండురకముల చలనములు, అనగా భ్రమణము, కంపనముకూడ అణువులకుండునట్లు మనము ఊహించగలమా? మొదట సరళ రచనగల ఆర్గాన్ అణువు వంటి అణువును తీసికొందము. ఈఅణువుయందు బలానీ గింజవలె గుండ్రముగానున్న ఒకే పరమాణువు ఉండుట దీని సారళ్యసూచకము. ఇట్టిఅణువులు కోటానుకోట్లు ఆపాత్ర యందు ఇటునటు కదలుచు, ఒకదానితోఒకటి డీకొనుచు అతिसంకులముగా ఉన్నవి. డీకొనినప్పుడేకదా చలనమందు మార్పుకలుగునని మనము ఊహించవలసినది. ఆమార్పులో స్థానాంతర చలనము భ్రమణముక్రింద మారుటకు అవకాశము ఉన్నదా అని మనము ఆలోచించవలసి ఉన్నది. అంతరాళములో తేలికదలుచున్న ఒకగోళము, అట్లే తేలుచు కదలుచున్న మరియొకగోళమును ఏవిధమున డీకొనినను, స్థానాంతర చలనమునే కలిగించునుకాని గోళమును తనలో తాను తిరుగునట్లుచేయలేదు. అనగా భ్రమణమును కలిగించలేదు. ఇక ఏక పరమాణు ఘటితాణువునకు కంపనవిధ చలనము ఉండునా? కంపనము అనగా ఒకస్థిరస్థానమును ఆశ్రయించి జరుగు చలనమని ఈవరకే చెప్పియుంటిమి. అనగా ఆ వస్తువు తన స్థిరస్థానమునుండి కొంచెము ఆవలకు జరిగినపుడు ఆవస్తువును మరల తొంటిస్థానమునకు తీసికొనిరా ప్రయత్నించుబలము ఉండవలెను. వీణతీగ రెండు వైపులకు బిగింపబడియుండి చేతితో మీటినపుడు తీగ తొంటి స్థానము నుండి మొదట కదలినను దాని రెండుకొనలను బిగించుటచే కలిగిన స్థితిస్థాపకబలప్రభావమున తీగ మరల మరల తన స్థిరస్థానమునకు వచ్చుచుండును. అట్టి స్థిరస్థానమునకు బంధించుపరిస్థితు లెవ్వియు ఈ అణువునందు లేవు. అందుచే ఏకపరమాణుక అణువు వాయుస్థితిలో కంపనమును స్వీకరించలేదు. అందుచే ఏకపరమాణుక అణువునకు అందుబాటులో నున్నవి స్థానాంతర చలనప్రకారములే.

ఇక అణువు ద్విపరమాణుకరచనను (హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ మొదలుగా గలవి) కలిగి ఉన్నచో

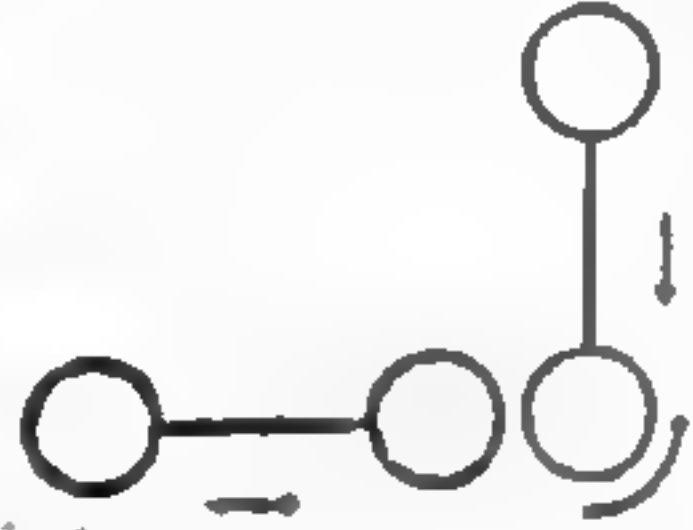
○—○ దానికి ద్విముండా కారమే (చూ. 1 వ 1 వ పటము పటము) కాని గోళాకారము సిద్ధించదు. డంబెల్రచన ఇట్టి రెండు అణువులు, 2 వ పటము (చూ. పు. 715)లో చూపిన విధముగా డీకొనిన వైఅణువు భ్రమణమును స్వీకరించుటకు సంభావనచాల కలదు. అనగా ద్విముండాకృతిగల ద్విపరమాణుకాణువులు భ్రమణమును



కూడ గ్రహించగలవు. ఆ భ్రమణము రెండు పరమాణువులను కలుపు అక్షరేఖకు లంబములుగా నుండు మరి రెండు అక్షముల అనగా ఊర్ధ్వలంబాక్షము,

క్షితిజ లంబాక్షము (ఈ అక్షము ఈ పుటయొక్క తలమునకు లంబముగా ఉండునని ఊహించ వచ్చును)

చుట్టును జరుగునని ఊహించ వచ్చును. 3వ పటములో భ్రమణ తలము పత్రతలమునకు లంబముగా ఉండును. 4వ పటమునందు



2వ పటము  
రెండు ద్విపరమాణుకముల సంఘట్టనము

భ్రమణము పత్రతలములోనే జరుగును. అయితే రెండు పరమాణువులను కలుపుచున్న రేఖను అక్షముగా స్వీకరించి

అణువు పల భ్రమించకూడదు అని ప్రశ్న రావచ్చును. కొంచెము ఆలోచించిన సంధానాక్షము చుట్టు అణువు భ్రమించుట అసంభవమని మనకు సులభముగా తోచును. దీని సంగతార్థము ఏమన



3వ పటము  
ఊర్ధ్వలంబాక్షము

ద్విముండాకృతిగల ప్రతిఅణువునకు భ్రమణప్రకారములు రెండు కలవు. అనగా భ్రమణ స్వేచ్ఛాంశలు రెండు.

స్థానాంతర చలనము కలిగి ఉండియు ఈ అణువు భ్రమణమును కూడ స్వీకరించగలదు; గనుక దీనికి మొత్తము మీద అయిదుచలన ప్రకారములు లేదా అయిదు స్వేచ్ఛాంశలు గలవు.

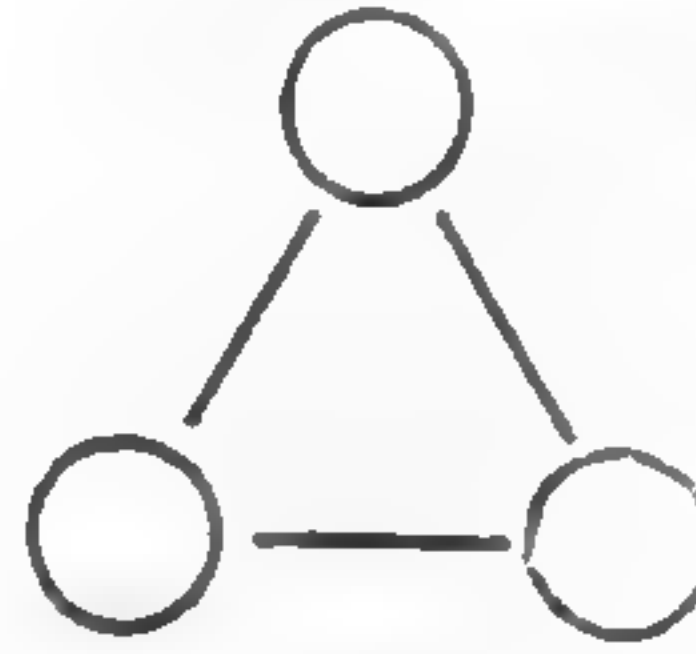


4వ పటము  
క్షితిజలంబాక్షము

అయితే ద్విపరమాణుకాణువునకు కంపనము ఉండవచ్చునా? ఉండవచ్చుననియే తోచుచున్నది. ఏలన ఇందు రెండుపరమాణువులు పరస్పరబంధితములై ఉన్నవి. ఒక పరమాణువు కొంచెముదూరముగా పోనుంకించిన రెండవదాని ఆకర్షణబలము మొదటిపరమాణువును పూర్వస్థానమునకు మరల వచ్చునట్లు చేయుచుండును. అనగా ఇచ్చట ఈరెండు పరమాణువుల మధ్యనున్న ఆకర్షణ బలము పూర్వావస్థాప్రాపకముగా పనిచేయును. అందుచే ఈ రెండింటికిని కంపనమునకు అవకాశము కలదు. కంపనము ఎప్పుడును సంధానాక్షమును అనుసరించి జరుగును గనుక ద్విపరమాణుకములోనున్న ప్రతిపరమాణువునకును కంపనమును మరియొక చలనప్రకారము ఉన్నది. అనగా ద్విపరమాణుకమునకు ఒక కంపన స్వేచ్ఛాంశకూడ కలదు. అయితే మొత్తముమీద ద్విపరమాణుకమునకు స్థానచలన స్వేచ్ఛాంశలు మూడు, భ్రమణస్వేచ్ఛాంశలు రెండు, కంపనస్వేచ్ఛాంశ ఒకటి మొత్తము ఆరు స్వేచ్ఛాంశలు కలవు. కాని, స్వేచ్ఛాంశలన్నియు ఉపయోగములోనికి

రావలయునను నియమములేదు. ఎన్ని స్వేచ్ఛాంశలు ప్రవృత్తిలోనున్నవో అనువిషయము ప్రయోగమే నిర్ధారించవలెను. ఏలన ఆరు స్వేచ్ఛాంశలకు అవకాశము ఉన్నను ద్విపరమాణుకము కంపన స్వేచ్ఛాంశను ఉపయోగించుకొనదు. తక్కిన అయిదు స్వేచ్ఛాంశలతోనే తృప్తి చెందును.

ఇంకను క్లిష్టమైన అణువు త్రిపరమాణుకము. దీనికి



5వ పటము  
త్రిపరమాణుకము

ఒజోన్  $O_3$  దృష్టాంతము. ఇందులో త్రిభుజాకారముగా మూడు పరమాణువులు ఉన్నవి (చూ. 5వ పటము).

ఇచ్చట ఈ అణువుకు స్థానచలన స్వేచ్ఛాంశలు మూడని సులభముగా ఊహించవచ్చును. దీని ఆకారము

త్రికోణ ఫలకమువలె ఉండును. అంతరాళములో మూడు ప్రధానదిశలలో నున్న మూడు అక్షములను అనుసరించియు, ఈ ఫలకము భ్రమించుటకు అవకాశమున్నది. అందుచేత ఈ అణువునకు భ్రమణస్వేచ్ఛాంశలు మూడు. ఇందు మూడు పరమాణువులు రెండేసి చొప్పున ఒండొంటితో బద్ధమై ఉన్నవి గనుక ఆమూడు సంధానరేఖలనుసరించి పరమాణు కంపనము జరుగవచ్చును. అనగా మూడురకముల కంపనమునకు అవకాశము ఉన్నది. అందుచే ఈ త్రిపరమాణుకమునకు కంపన స్వేచ్ఛాంశలు మూడుకలవు. స్థానచలన స్వేచ్ఛాంశలు మూడు, భ్రమణస్వేచ్ఛాంశలు మూడు, కంపనస్వేచ్ఛాంశలు మూడు - మొత్తముపై తొమ్మిది స్వేచ్ఛాంశలు త్రిపరమాణుకమునకు అంధు బాటులో ఉన్నవి. కాని ఇచ్చటకూడ కంపనస్వేచ్ఛాంశలు ఉపయోగములోనికి వచ్చినట్లు ప్రయోగము చూవదు. అందుచే త్రిపరమాణుకమునకు ప్రవృత్తిలోనున్న స్వేచ్ఛాంశలు ఆరుమాత్రమే. ఇంతకన్న క్లిష్టరచనగల అణువుల విషయమున స్వేచ్ఛాంశలను ఊహించుటకు వలనుపడదు.

అణువురచననువట్టి దాని చలనప్రకారములు లేదా స్వేచ్ఛాంశలు ఊహించగలము. రచనాక్లిష్టత ఎక్కువగుకొలది స్వేచ్ఛాంశలుకూడ ఎక్కువగుచుండును. ఈపరిజ్ఞానముతో మాక్స్ వెల్ ప్రతిపాదించిన శక్తి సమవిభాగసూత్రమును నిర్వచించవచ్చును. ఒక అణువునకు పైనుండి అందజేసిన ఉష్ణతాశక్తి దాని స్వేచ్ఛాంశలన్నిటియందును సమముగా విభజించబడును. ఒకదానికి ఎక్కువయును, వేరొకదానికి తక్కువయును రాదు. ఇక సమవిభాగసందర్భమన నేదియో చూతము. ఒక గ్రాముద్రవ్యపు తాపక్రమమును ఒక అంశ హెచ్చించవలెననిన పైనుండి ఆద్రవ్యమునకు చేర్చవలసిన ఉష్ణతారాశికి 'విశిష్టోష్ణత' (చూ. ఉష్ణతామితి -



## శక్తిసమవిభాగ సూత్రము

పు. 217) అని పేరు. ద్రవ్యతాపక్రమమును పాచ్య చేయుట రెండు వేర్వేరు పరిస్థితులలో జరుగవచ్చును. ఒకవస్తువును వేడిచేసిన దాని ఆయతనము పాచ్యగునని మనకీవరకే తెలియునుగదా. ఆయతనమందట్టిమార్పు రాకుండనుండు పరిస్థితులలో ద్రవ్యమునకు వేడి అందజేసినప్పుడు ఆ విశిష్టోష్ణతకు స్థిరాయతన (పరిస్థితులలో) విశిష్టోష్ణత ( $C_v$ ) అని పేరు. లేదా వస్తువుయొక్క ఆయతనవృద్ధిని ప్రతిఘటించకుండా స్థిరప్రేషపరిస్థితులలో దానిని పెరగనిచ్చుచు వేడిమిని వస్తువునకు అందజేసిన ఆ విశిష్టోష్ణతకు స్థిరప్రేషవిశిష్టోష్ణత ( $C_p$ ) అని పేరు. సాధారణముగా ఘనద్రవపరిస్థితులలో వస్తువుల ఈ రెండువిధములగు విశిష్టోష్ణతలమధ్య గణించతగినంత వ్యత్యాసము ఉండదు. అదిగాక ఒక ఘన లేదా ద్రవ ద్రవ్యమును వేడిచేయుచు, దాని ఆయతనమందు వేడిచేయుటవలన కలుగు వృద్ధిని ప్రతిఘటించుట అసాధ్యము. ఏలన ఆవస్తువు యొక్క ఆయతనము మారకుండునట్లు మరియొకవస్తువులో దానిని దృఢముగా బంధించివైచినను ఈ ఆధారవస్తువు నందు వేడిమివలన అగు ఆయతనవృద్ధిని ఆపుట ఎట్లు? అందుచే మొదటి రెండుద్రవ్యావస్థలవిషయమై స్థిరాయతన పరిస్థితులలో వేడిని అందజేయుట ప్రాయోగికముగా పొసగదు.

కాని వాయుద్రవ్యవిషయమున వేడిచేయుచు ఆయతనము మారకుండనుంచుట ప్రాయోగికముగా అంతకష్టమైనపని కాదు. ఇచ్చట ఆయతనమును స్థిరముగా ఉంచుటకై ఉపయోగించుపాత్రకూడ వేడిచేసినపుడు కొద్దిగా నైన వ్యాకోచించక మానదు. కాని వాయుద్రవ్యపు ఆయతనమందు వృద్ధితో పాత్రాయతనవృద్ధిని సరిపోల్చిచూచిన, మొదటిది రెండవదానికన్న చాలఎక్కువగా ఉండుటచే రెండవదానిని మనము లెక్కలోనికి తీసికొనిరానక్కరలేదు. కావున వాయుస్థితిలో ద్రవ్యమునుగురించి ఈరెండు విధములగు విశిష్టోష్ణతలను ప్రాయోగికముగా సులభ సాధ్యములగుటయేగాక చాలభిన్నముగా ఉండును.

$C_v$ ,  $C_p$  అనునవి ఒకగ్రాము వాయుద్రవ్యమునకు చెందిన విశిష్టోష్ణతలు. వీటిని వాయువుయొక్క అణుభారముచే గుణించిన అణువిశిష్టోష్ణతలు లభించును :

$C_v \times M$  (అణుభారము) =  $C_v$  (అణుస్థిరాయతన విశిష్టోష్ణత)  $C_p \times M$  (అణుభారము) =  $C_p$  (అణుస్థిరప్రేష విశిష్టోష్ణత) ఈ రెండింటిమూల్యములను వేర్వేరుగా ప్రయో

గమువలన సాధించవచ్చును; లేదా వీటి నిష్పత్తి  $\frac{C_p}{C_v}$  ని ఒకేప్రయోగమువలన నిర్ణయించవచ్చును.

ఈనిష్పత్తి వాయు అణురచనాక్లిష్టతనుపట్టి క్రింది విధమున మారుచుండును:

| అణురచన         | $C_p/C_v$<br>నిష్పత్తిమూల్యము |
|----------------|-------------------------------|
| ఏక పరమాణుకము   | 1.6                           |
| ద్వి పరమాణుకము | 1.4                           |
| త్రి పరమాణుకము | 1.3                           |

ఈ ఫలములు పలుమారులు ప్రయోగ నిశ్చితము లైనవి. అందువలన ఈఫలములు వాయుధర్మములను నిరూపించు ప్రకృతినియమములలో ఒకదానిని సూచించుచున్నవని శాస్త్రవరిశీలకుని విశ్వాసము. కావున ఈ ఫలములు సూచించు నియమమునందలి నిగూఢార్థమును బయట పెట్టుటకై అనేకప్రయత్నములు జరిగినవి. ఈ ప్రయత్నమందు బయల్పడలినదే పైచెప్పిన శక్తిసమవిభాగ సూత్రము. అణురచనకును,  $\frac{C_p}{C_v}$  నిష్పత్తికిని గల సంబంధమును ఇక విచారించము. వాయుద్రవ్యధర్మములను శాస్త్ర విధిని సంగ్రహించుటలో  $pV = RT$  అను సమీకరణమును గూర్చి మరొకచోట వివరించితిమి (చూ. వాయువులు - పు. 628). ఈ సమీకరణము ఒక అణుభారము వాయువునకు అన్వయించునని మనకు ముందుగనే తెలియును. ఈ సమీకరణమును చలదణువాయు సమీకరణము ( $pV = \frac{1}{3}nm\bar{u}^2$ ) తో పొందుపరచిన వచ్చుఫలము క్రింది విధమున చూపవచ్చును :

$$pV = RT = \frac{1}{3}nm\bar{u}^2$$

$$\therefore \frac{1}{3}nm\bar{u}^2 = RT \dots \dots \dots (1)$$

ఇచ్చట ఇదివరకే తెలిపినట్లు  $n$  = అణుసంఖ్య;  $m$  = అణు ద్రవ్యరాశి;  $\bar{u}$  = అణువేగము;  $R$  = వాయుస్థిరాంకము;  $T$  = వాయుతాపక్రమము. పై 1 వ సమీకరణమును ఈ క్రిందివిధమున మార్చవచ్చును :

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} nm\bar{u}^2 = RT \dots \dots \dots (2)$$

కాని  $\frac{1}{2}m\bar{u}^2$  = అణువుచలనశక్తి. దీనిని అణుసంఖ్య 'n' తో గుణించిన అణుభారచలనశక్తి లభించును.

$$\frac{1}{2}m\bar{u}^2 \times n = \frac{1}{2}nm\bar{u}^2$$

$$n \times m = M \text{ (అణుభారము)}$$

$$\therefore RT = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} M\bar{u}^2$$

$$T_1 \text{ తాపక్రమమువద్ద } RT_1 = \frac{2}{3} \left( \frac{1}{2} M\bar{u}_1^2 \right)$$

$$T_2 \text{ తాపక్రమమువద్ద } RT_2 = \frac{2}{3} \left( \frac{1}{2} M\bar{u}_2^2 \right)$$



కుండలీకరణములలో ఉన్న అణుచలనశక్తిని  $E$  అని, గుర్తించిన :

$$\left. \begin{aligned} RT_1 &= \frac{2}{3} \cdot E_1 \\ RT_2 &= \frac{2}{3} \cdot E_2 \end{aligned} \right\} \text{ అను రెండుసమీకరణములు సిద్ధించును.}$$

వీటిలో రెండవదానినుండి మొదటిదానిని తీసివేసిన

$$R(T_2 - T_1) = \frac{2}{3}(E_2 - E_1)$$

రెండుతాపక్రమములు  $T_1, T_2$  ల మధ్య భేదము ఒకటికి సమానమైనపుడు :

$$R = \frac{2}{3}(E_2 - E_1); \therefore \frac{3}{2}R = E_2 - E_1$$

ఈసమీకరణభావము ఏమన ఒక అణుభారపు వాయు ద్రవ్యమునకు, స్థిరాయతనపరిస్థితులలో తాపక్రమమును ఒకఅంశచే హెచ్చించవలసినప్పుడు  $\frac{3}{2}R$  కేలోరీల ఉష్ణతను వినియోగించవలెను.

$E_2, E_1$  లు  $T_2, T_1$  ల వద్ద వాయువుయొక్క అణుభార చలనశక్తిని తెలుపుచుచేయునుకదా. ఆ వరువడినే  $E_2 - E_1$  చలనశక్తియందలి వ్యత్యాసమును తెలియజేయును. అనగా  $T_1$  దగ్గర వాయువు సంగ్రహించిన ఈ చలనశక్తి  $E_1$  ని  $T_2$  దగ్గర వాయువు సంగ్రహించిన చలనశక్తి  $E_2$  గా హెచ్చించుటకు  $\frac{3}{2}R$  కేలోరీల ఉష్ణత ఆవశ్యకము. ఈ ఉష్ణతయే స్థిరాయతన విశిష్టోష్ణత. అనగా ఒక అణుభారపు స్థిరాయతన విశిష్టోష్ణత  $= C_v = \frac{3}{2}R$ .

వాయుఅయతనము మారుటకు వీలులేనిపరిస్థితులలో ఈ చేర్చిన  $\frac{3}{2}R$  కేలోరీల ఉష్ణతయు ఎట్లు వినియోగింపబడినదో విచారించుము.

అణురచన అత్యంతసరళమైనపరిస్థితులలో అనగా ప్రతి అణువునకును ఒకేపరమాణువున్నచో అట్టి అణువునకు అందుబాటులో నున్న స్వేచ్ఛాంశలు మూడనియు, ఈ మూడును ఆ అణువుస్థానచలనమునకు సంబంధించినవే అనియు తెల్పియుంటిమి. శక్తినమవిభాగ సూత్రము ననుసరించి ఈ చేర్చిన  $\frac{3}{2}R$  కేలోరీల ఉష్ణతయును, వాయు అణువుయొక్క మూడు స్వేచ్ఛాంశలమధ్యను సరిగా పంచబడును. అనగా ఒక్కొక్క స్వేచ్ఛాంశకు  $\frac{1}{2}R$  కేలోరీల వేడి దక్కును. ఈ నిష్కర్షను మనము సాధారణముగా ప్రయోగించవచ్చును. అనగా ఇప్పుడు తేలినదేమన ఏకపరమాణుకమైన వాయువునకు  $C_v = \frac{3}{2}R$  కేలోరీలు.

ప్రతివాయువిషయమునను,  $C_v$  కన్న  $C_p, R$  కేలోరీలు హెచ్చని వాయుసమీకరణమును ఆధారముచేసికొని చూపవచ్చును. వాయుప్రేషమును మారకుండనుంచి వేడిని చేర్చినపుడు వాయువును వ్యాకోచింపనీయవలెను. ఈ వ్యాకోచము పై నున్న వాతావరణ ప్రేషమును ప్రతిఘటించి జరుగును. కనుక వ్యాకోచించుచున్న వాయువు, తనపై

నున్న వాతావరణప్రేషమును పైకెత్తుపనిని చేయవలసి వచ్చును. ఈపనిని చేయుటకు వలయుశక్తిని, చేర్చబడుచున్న వేడిమినుండియే వాయువు గ్రహించును.

అందుచేతనే  $C_p, C_v$  కన్న ఎక్కువ అని తెలిసినది. వ్యాకోచకార్యమందు ఆవాయువు వాతావరణప్రేషమును నిరోధించుచు చేసినపనిని ఈక్రిందివిధమున గణించవచ్చును. వాయువుయొక్క మొదటిస్థితికి వాయుసమీకరణమును అన్వయింపచేసిన :

$$pv_1 = RT_1$$

రెండవస్థితికి అన్వయింపచేసిన :

$$pv_2 = RT_2$$

ఇచ్చట  $p$  యందలి మార్పులేకుండుట గమనించవలెను.

$$(pv_2 - pv_1) = R(T_2 - T_1)$$

అనగా స్థిరప్రేషపరిస్థితులలో ఒక అణుభారము వాయువు, ఒకతాపక్రమము  $T_1$  వద్దనుండి ఒకఅంశ ఎక్కువగానున్న మరియొక తాపక్రమము  $T_2$  కు వేడిచేయబడునప్పుడు వ్యాకోచించు వాయువు పైవాతావరణమున కెదురుగా చేయుపని  $R$  కేలోరీలకు సమము. ఆవాయువునకు స్థిరప్రేషపరిస్థితులలో చేర్చిన విశిష్టోష్ణత ఈపనిచే ఎక్కువగును. అందుచే  $C_p - C_v = R$  అగును.

సరళతమరచనగల అణువునకు :  $C_v = \frac{3}{2}R$

$$C_p = C_v + R = \frac{3}{2}R + R$$

$$\therefore \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{3}{2}R + R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3} = 1.67$$

ద్విపరమాణుకమగు వాయుఅణువు విషయమై మొత్తముమీద అయిదు స్వేచ్ఛాంశలు ఉన్నవని నిరూపించితిమి గదా! అందు స్వేచ్ఛాంశకు  $\frac{R}{2}$  చొప్పున  $C_v = \frac{5}{2}R$

$$\text{కాని } C_p = C_v + R \therefore C_p = \frac{5}{2}R + R$$

$$\therefore \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}R + R}{\frac{5}{2}R} = \frac{7}{5} = 1.4$$

తరువాత త్రిపరమాణుకవాయు అణువువిషయములో మొత్తపు స్వేచ్ఛాంశలు ఆరు అని చెప్పియుంటిమి.

$$\text{అందుచే } C_v = \frac{6}{2}R = 3R$$

$$C_p = C_v + R = 3R + R = 4R$$

$$\therefore \frac{C_p}{C_v} = \frac{4R}{3R} = \frac{4}{3} = 1.3$$

మే. ప. న.

శూన్యము : సంపూర్ణముగా ఏవాయువును లేకుండ చేసిన ఆవరణకు 'శూన్యము' అని పేరు. కాని అట్టి



శూన్యము

సంపూర్ణ శూన్యప్రదేశమును నిర్మించుట అనుభవములో సాధ్యముకాదు. నూతన పటుతరపరికరముల చేనైనను అట్టి సంపూర్ణ శూన్యము లభించదు.

మనము ఊపిరితీయుగాలిలో, ఒక ఘనఅంగుళములో 40 లక్షలకోట్లకోట్ల గాలిఅణువులు ఉండును. నూతన పరికర సహాయమున నిర్మించవీలగు అత్యధిక శూన్యములో నైతము ఇంకను కొన్నిలక్షలకోట్ల అణువులు మిగిలి యుండును. అందువలన ఏ అవృతప్రదేశము నుండియైన గాలిని తీసివేసి ఆప్రదేశమందలి వాయుప్రేషమును 1 మిల్లి మీటరునుండి, ఒకమైక్రాన్ (మిల్లిమీటరులో వెయ్యవ భాగము) వరకు తగ్గించగలిగిన ఆ ప్రదేశమును శూన్యమని వ్యవహరింతుము. అందువలన మనము నిర్మించ గలుగునది ఆంశికశూన్యమే కాని సంపూర్ణశూన్యముకాదు.

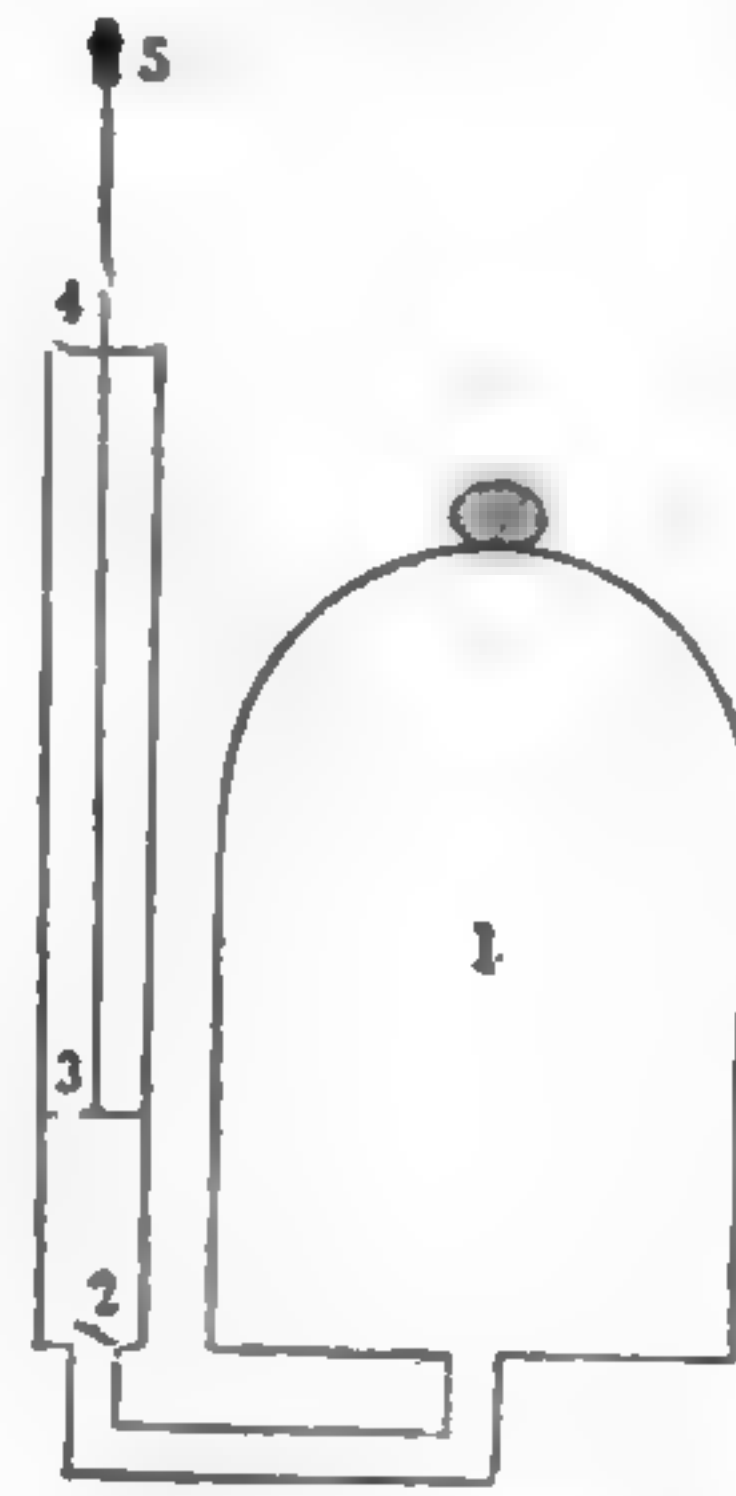
‘ప్రకృతి శూన్యమును ఒప్పుకొనదు’ అను ఆరిస్టాటిల్ ప్రాచీనభావమును, సత్యదూరము అనిపించి, గెలిలియో శిష్యులలో ఒకడగు టారిసెల్లి 1643 లో భారమితినాళో ర్వమున శూన్యప్రదేశమును నిర్మించగలిగెను. తరువాత 1650 లోగేరికె వాయు రేచక ముషలకపంపును ఒకదానిని నూతనముగా నిర్మించెను. కొంచెము మార్చిన ఈయంత్రమునే ఉపయోగించి రాబర్ట్ బోయిల్ స్వీయనామాంకిత మైన వాయునియమమును స్థాపించెను. గేరికెపంపులో ముషలకమునకు అందని చోటును నూనెతోనింపి రేచక యంత్రమును ప్లూస్ మరియు కార్యకారిగా ఒనర్చెను. తరువాతికాలమందు టారిసెల్లి శూన్యమును ఆధారము చేసికొని గైస్లర్ (1855), టప్లర్ (1862) అనువారు రేచక పరికరములను కల్పించిరి. భారమితి ఎత్తునకు పైనున్న గొట్టములో నుండి క్రిందికివడు పాదరసపుబిందు వులచే నాళములోని గాలిని పైకి నెట్టుచు, ఈ పరికరము నకు తగిలించిన పాత్రలో శూన్యమును సృజించగల సాధన మును ఒకదానిని స్పెంగెల్ నిర్మించెను. ‘స్పెంగెల్’, ‘టప్లర్’ పరికరములు నేటికిని శోధనాగారములలో వాడుకలో ఉన్నవి.

నవీన భౌతికశాస్త్రయుగమునందు అత్యధిక శూన్యమందు ద్రవ్యముయొక్క ప్రవర్తనను పరిశీలించు సందర్భమున, పూర్వపు వాయురేచక పరికరములకన్న కాయిత్రమ లేకుండ, శీఘ్రముగా సమర్థముగ పనిచేయు పరికరముల నిర్మించుట ఆవశ్యకమైనది. ఇట్టి నూతన కాలపు పరికరములలో ‘గేడే’ అణుపంపు, ‘లాస్గ్మ్యూర్’ ప్రసారక పంపు ముఖ్యమైనవి.

ఇక నేడు భౌతికశాస్త్ర ప్రయోగ మందిరములలో వాడుకలో నున్న వాయురేచకయంత్రములు పనిచేయు

క్రమమును క్రమముగా పరిశీలంతము. ఈ పనికై ఈ యంత్రములను సామాన్య సామర్థ్యము గలవి, అధిక సామర్థ్యము కలవి అని రెండు తరగతులుగా విభజించుట మేలు.

వాయురేచకపంపులు (సామాన్య ముషలకపంపులు). గేరికెచే 1654 లో నిర్మించబడినపంపు నేటి ముషలకపంపు



1 వ పటము

గేరికె పిస్టన్ పంపు

లన్నిటికిని మాతృక. ఇది చాల సరళమైన రచన గలది. 1 వ పటములో చూపినట్లు ఇది బిగుతుగా అమర్చిన ముషలకము గల ఒక స్తూపాకార ధాతునాళము: దీని యందు పిస్టన్ లోఒకటి (3), అడుగున ఒకటి (2) రెండు కవాటములు కలవు. నాళపు శీర్షమందు కూడ ఒక కవాటము (4) కలదు. స్తూపపు క్రింది చివరను గొట్టము ద్వారా శూన్యము కావింపనున్న పాత్ర (1) కలిపి యుండును. పరి

కరము, పనిచేయుటకు ముషలకమును క్రిందికిని, మీదికిని ఆడించుచుండవలయును. ముషలకము స్తూపపు అడుగున ఉన్నపుడు పరికరము పనిచేయుటకు మొదలిడినదనుకొందము. ముషలకము పైకి లేచునపుడు దానికిని, స్తూపపు అడుగు భాగమునకు మధ్యను ఆంశిక శూన్యము ఏర్పడును. అందువలన స్తూపపు క్రింది భాగమునకు క్రిందనున్న గొట్టములోని వాయుప్రేషము అడుగు కవాటమును తెరచి పాత్రలోను, దానితో సంధించి యున్న నాళములోను ఉన్నగాలి ముషలకము వెంట స్తూపములోనికి పైకిపోవును. స్తూపములో ముషలకము మీదనున్న గాలియొక్క ప్రేషము అదుముడువలన ఎక్కువై, మీది కవాటమును తెరుచుకొని, పంపునుండి బయటకు పోవును. సంపూర్ణముగ మీదికి లేచిన ముషలకమును మరల క్రిందికి నెట్టుటవలన దానికిని, స్తూపపు అడుగు భాగమునకు మధ్యనున్నగాలి అదుముబడి ప్రేషము ఎక్కువ అగుటవలన, ముషలకములో నున్నకవాటమును తెరచుకొని, ముషలకము మీదికి తప్పించుకొని పోవును. ఇట్లు ఒకసారి ముషలకము మీదికి, క్రిందికి ఆడుటలో పాత్రలోను, దానితో కలిసియున్న నాళములోను, ఉన్న గాలిలో కొంతభాగము పైకిపోవును. ఇట్లే ముషలకమును తిరిగి తిరిగి క్రిందికిని, మీదికిని ఆడించుట వలన ప్రతి ఆవృత్తికిని ఒకే ఆయతనముగాలి క్రమముగా తగ్గుచున్న ప్రేషములలో, పైకి నెట్టబడును. పాత్రయందు మిగిలి

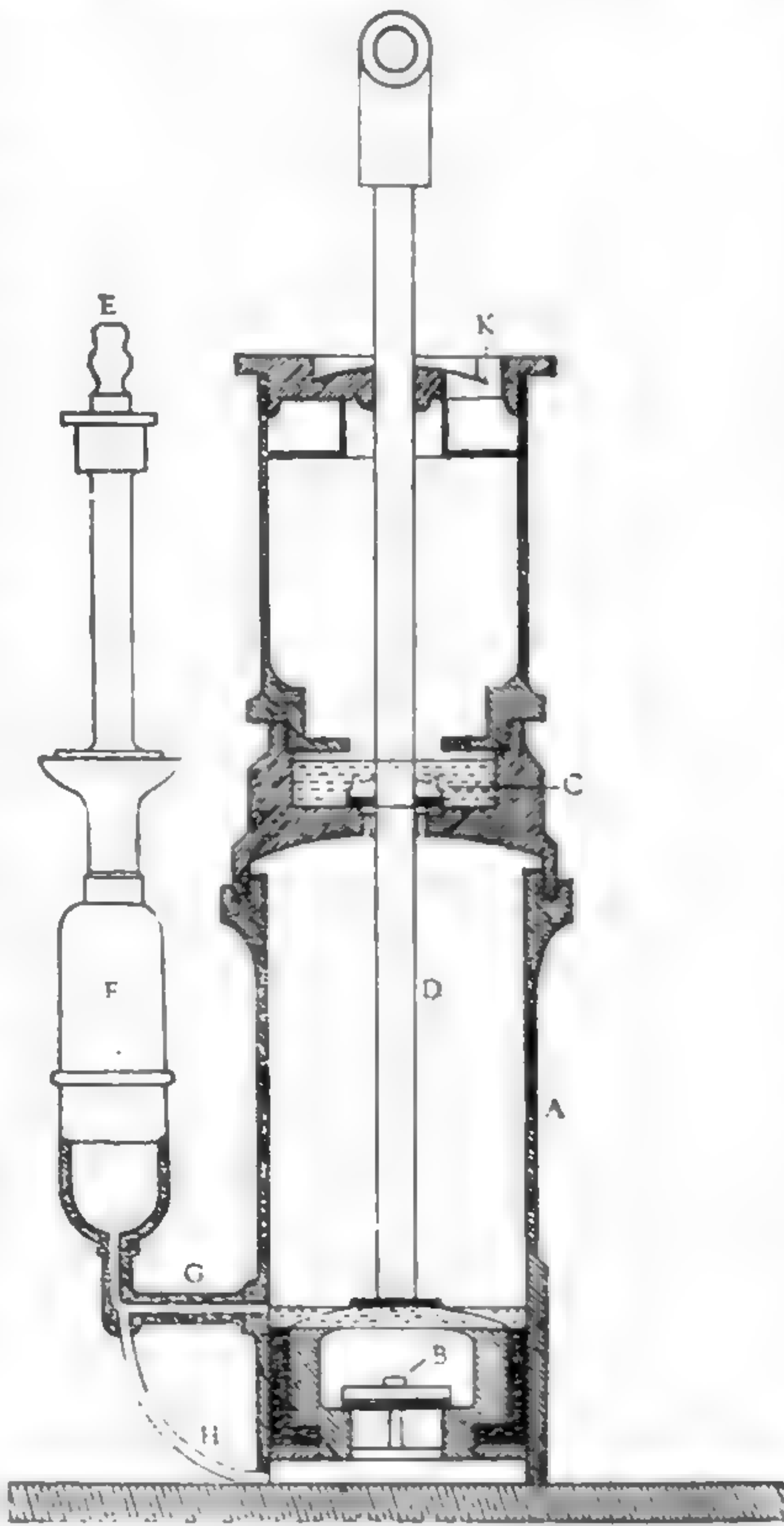


పోయిన గాలియొక్క ప్రేషము కవాటములను తెరువ లేనంతవరకు, గాలి పాత్రలలో పలుచబడును. అటుపైని వంపు పనిచేయలేదు.

వ్యవహారములో ఈవంపును ఉపయోగించి ప్రేషమును విస్తారముగా తగ్గించుటకు వలనుపడదు. ఏలన కవాటములు కొంతబరువు గలవి అగుటచే మిగిలిపోయినగాలి వీటిని తెరువలేదు. అది గాక ముషలకము యొక్క ప్రక్కలనుండి గాలి తప్పించుకొని పోవచ్చును.

ముషలకవంపు, నూతన : A అను స్తూపములో D అను ముషలకము బిగుతుగా ఆడుచుండును (చూ. 2వ పటము).

ఈ ర్వ ము ఖ ముగా తెరువ బడగల కవా టము ఒకటి B ముషలకము లోపల ఉన్నది ఈ క వా ట ము ం డు ట వలన ముషల కము క్రింద నున్న గాలి దాని పైకి పోగలుగునే కాని అటు నుండి ఇటు పోవుటకు వీలులేదు. ఇట్టి మరొక కవా టము (C) స్తూపక మధ్య భాగమున కూడ అమర్చ బడి ఉన్నది.



2 వ పటము :  
నూతన పిస్టన్ వంపు

ముషలకమును పైకిలాగుట, క్రిందికి నెట్టుట పటములో చూపని ఉచ్చాలకమువలన జరుగును. ఈ ఉచ్చాలక సాధనము ముషలకపు కడ్డీపై చివరకు తగిలించి ఉండును. శూన్యము కావించవలసిన పాత్ర, రబ్బరునాళము ద్వారా పరికరమునకు E వద్ద సంధించబడును. వాయువులు E దగ్గర పరికరమును ప్రవేశించి, F ద్వారా చొచ్చి, ముఖ్య మార్గముగు G ద్వారా గాని, లేదా H అను ఉపనాళము గుండాగాని స్తూపమును ప్రవేశించును. పరికరము నుండి

వాతావరణములోనికి పోవు వాయువు K వద్దనున్న చిన్న కన్నము ద్వారా బయటికి పోవును.

పనిచేయువిధము : ముషలకము స్తూపముయొక్క అడుగును తాకియున్నస్థితిలో శూన్యముకావించునున్న పాత్ర లోనిగాలి G, H అను రెండునాళములద్వారా ముషలకము పైకిగాని క్రిందికిగాని వ్యాపించగలదు. అందువలన ముషల కము క్రిందిమీదుల వాయుప్రేషము సమానమగును. ఈ పరిస్థితి స్తూపములో ముషలకము సులభముగా ఆడుటకు సహకరించును. ముషలకపు కడ్డీని పైకి లాగుటలో, ముషల కము G నాళపు ద్వారమును దాటిన వెంటనే, C కవా టము ముషలకము ఈరెండింటి మధ్యనున్నగాలిని ముషల కము నొక్కుట ప్రారంభించును. ఈ సంకోచన కార్యము స్తూపములోనిగాలి శాహ్య వాతావరణ ప్రేషమును స్వీక రించువరకు జరుగును. దానికి పైని C కవాటము తెరుచు కొని గాలి K ద్వారా పైకి పోవును. ముషలకము స్తూపము పై మూతవరకు పోలేదు. కనుక కొంతగాలి దానితో ఉండిపోవును. ముషలకమునకు పైన నూనెను పోయుటచే, గాలిని పూర్ణముగా బయటికి నెట్టి వేయ వచ్చును. ముషలకము పైకిలేచుచు స్తూపపుపై భాగమును దగ్గరించుచున్న సమయమున పోసిన నూనె స్తూపపు ఊర్ధ్వార్ధము నంతయును నింపివేయును. అందువలన అందు ఇదివరకున్న గాలి అంతయు పైకి పోవును. కొంత నూనె C గుండా ప్రవేశించి ముషలకము క్రిందకు దిగు సమయమును ఈ కవాటముపై నిలువయగును. ఇట్లు ముషలకమును మీదికి లాగుటలో, మరికొంతగాలి G, H నాళములగుండా A యొక్క క్రిందిభాగమును ప్రవేశించును. ముషలకము క్రిందికి దిగునపుడు, C మూతపడి, B పైనున్న చోటు దానిక్రిందనున్న చోటు కన్న ఎక్కువ వాయుశూన్యము అగును. అందువలన B కవాటము తెరచుకొని, ముషలకము పూర్తిగా క్రిందికిదిగు సరికి B కి మీద, క్రింద మరల సమాన వాయుప్రేషము పర్పడును. ముషలకము G ని దాటి క్రిందికిదిగు సమయములో ముషల కము క్రిందను ఇరుకుకొనిన నూనెగాని, గాలిగాని H అను ఉపమార్గముద్వారా తప్పించుకొని B పైన చేరును, అందువలన స్తూపపు అడుగును తాకువరకును, ముషలకము క్రిందికి దిగును. అనగాప్రారంభ స్థితికి ముషలకము మరల వచ్చి, రెండవ ఆవృత్తమునకు సిద్ధముగా ఉన్నది. ఇట్లు ముషలకమును క్రిందికి, మీదికి నెట్టుట వలన పాత్రలోని గాలిని తీసివేయ వచ్చును. ముషలకమును పైకి నెట్టినప్పు డెల్ల G పైనున్న స్తూపపు ఆయతనమునకు సమమగు ఆయతనము గల వాయువు పైకి పోవును. ముషలకమును



## శూన్యము

పైకినెట్టుటకు ప్రారంభించక ముందు ఈ గాలియొక్క ప్రేషము నిర్వాతము చేయవలసిన పాత్రలోనున్న ప్రేషమునకు సమానము.  $V =$  నాళపు ముఖద్వారము  $G$  వరకు పాత్రయొక్క ఆయతన మనియు,  $v = B, C$  ల మధ్య స్తూపకభాగపు ఆయతనమనియు,  $P =$  ప్రారంభమున వాతావరణ ప్రేషమునకు సమానముగానున్న పాత్రలోని ప్రేషమనియు అనుకొందము.

తాపక్రమము స్థిరముగానున్నదనుకొని ముషలకము ప్రతి ఆవృత్తము తరువాత పాత్రలో నున్న వాయు ప్రేషము బోయిల్ నియమమును అనుసరించి క్రింది విధమున లెక్కించ వచ్చును. ముషలకము తొలిసారి క్రింద నున్నప్పుడు, గాలి మొత్తపు ఆయతనము (పాత్ర + పరికరము)  $= (V + v)$ . ఈ ఆయతనము  $p$  ప్రేషములో ఉన్నది. ముషలకము పైకిలేచినపుడు పైకిపోయినగాలి ఆయతనము  $p_1$  ప్రేషములో  $v$  అగును. ముషలకము పైకి లేచుచున్నపుడు, పాత్రలోనిగాలి  $p_1$  ప్రేషములోనున్న  $V$  నుండి  $p_2$  ప్రేషములోనున్న  $(V + v)$ కి వ్యాకోచించును.

$$\therefore p_1 V = p_2 (V + v)$$

$$p_2 = \left( \frac{V}{V + v} \right) p_1 \dots \dots \dots (1)$$

ఈ సమీకరణము ముషలకము మొదటిసారి పైకిలేచినప్పటి ప్రేషమును సూచించును. తరువాత ముషలకము క్రిందికి దిగుసమయములో ప్రేషమందు మార్పేమియు ఉండదు. కనుక మరల ముషలకము అడుగున ఉన్నప్పుడు  $(V + v)$  ఆయతనము  $p_2$  ప్రేషములో ఉండును.

రెండవసారి ముషలకము పైకిలేచుటలో  $p_2$  ప్రేషములో  $v$  ఆయతనము పైకితీసివేయ బడును. అందువలన పాత్రలోని గాలి  $p_2$  దగ్గర  $V$  నుండి  $p_3$  వద్ద  $(V + v)$ కి వ్యాకోచించును :

$$\therefore p_2 V = p_3 (V + v)$$

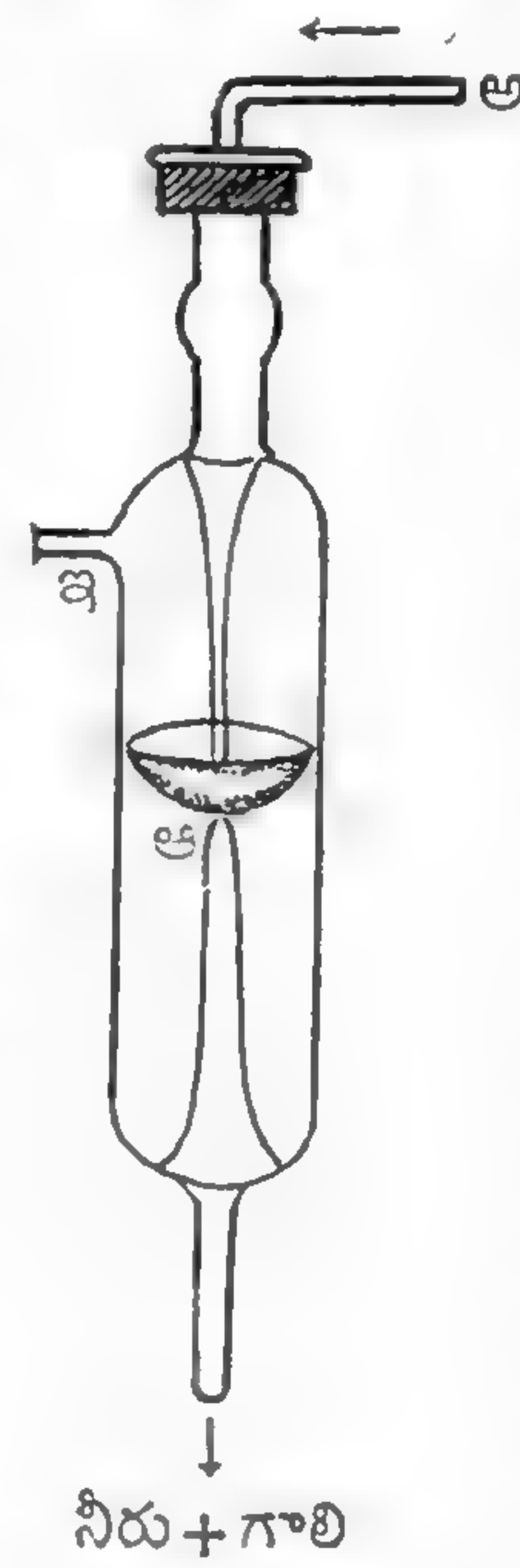
$$p_3 = \left( \frac{V}{V + v} \right) p_2 = \left( \frac{V}{V + v} \right)^2 p_1$$

ఇటులనే ముషలకము 'n' వ మారు పైకి లేచిన తరువాత ప్రేషము :

$$p = \left( \frac{V}{V + v} \right)^n p_1 \text{ ఉండును.}$$

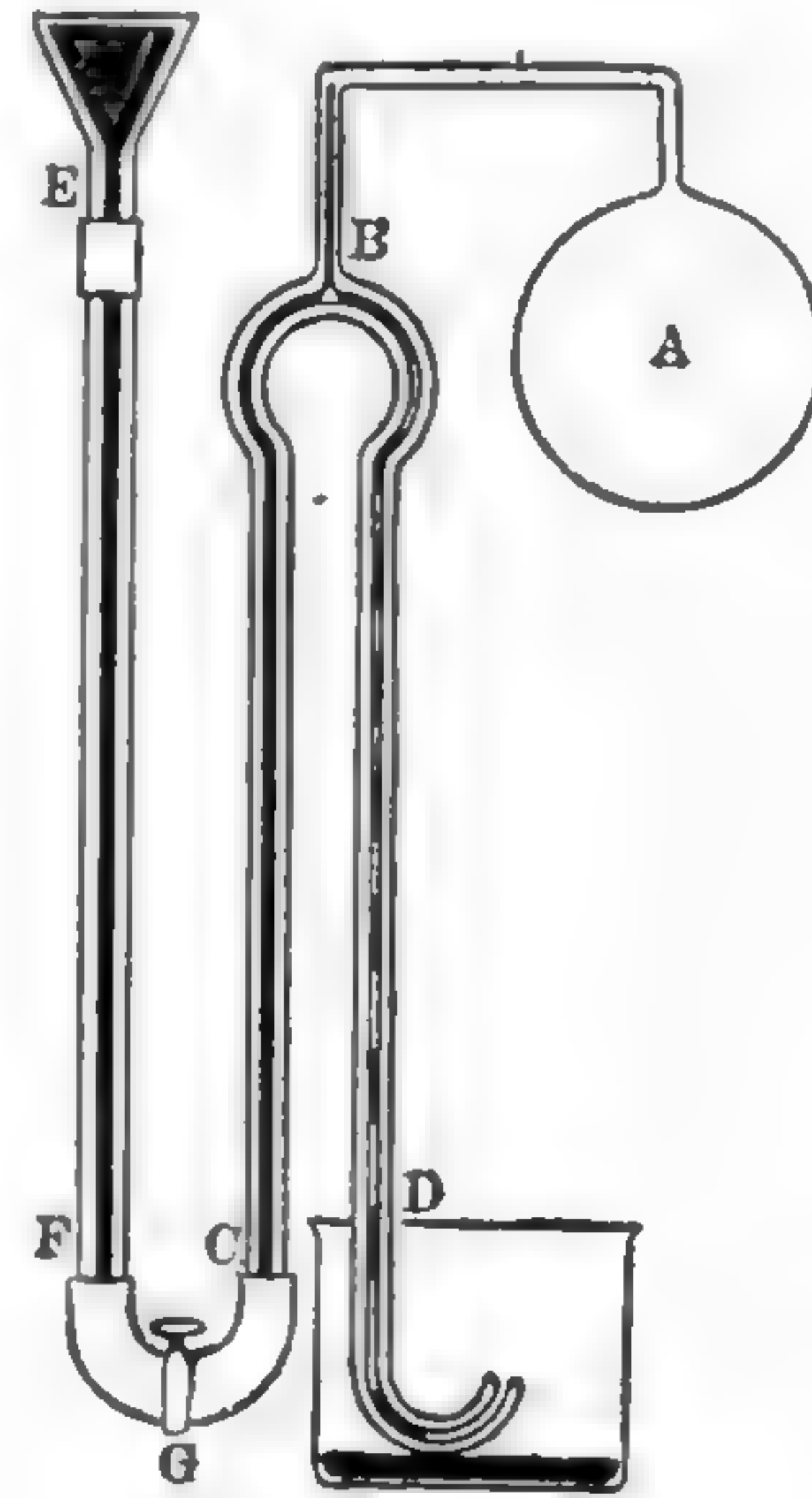
'గెయ్స్లర్' నీటిపంపు : దీనిని నీటిధారపంపు లేదా వాయు చూషకము (ఆస్పిరేటర్) అనికూడ అందురు. 'అ' అను ప్రవాహనాళము, 'ఆ' అను నిరోధక నాళము, ఈ రెండును మరి ఒక వెడల్పాటి గొట్టములోని 3వ పటములో

చూపినట్లు అతికి ఉండును. బాహ్యనాళము పై భాగమున, శూన్యముకావించవలసిన పాత్రను తగిలించుటకు 'ఇ' అను



3వ పటము  
గెయ్స్లర్ నీటిధారపంపు

తగ్గదు. ఈ పంపుయొక్క కార్యదక్షతను పొచ్చుచేయ



4వ పటము :

స్ప్రింగెల్ పాదరసపు పంపు : శూన్యము కావించవలసిన పాత్రను 4వ పటములో చూపినట్లుపంపుకు A వద్ద తగిలించురు. తలక్రిందులుగా నున్న U నాళపు పై భాగమునకు B వద్ద A నాళము అతికించబడి ఉన్నది. U నాళపు వివరము ఒక మిల్లిమీటరు కన్న ఎక్కువ

ప్రక్కగొట్టము ఉండును. మిక్కిలి వేగముతో ప్రవహించు నీటిధార ప్రవాహనాళము గుండా నిరోధక నాళమును ప్రవేశించి, దానితో కలిసియున్న అధోనాళము గుండా పైకి పోవును. నిరోధకనాళపు ద్వారమందు ఉన్న గాలిని నీటిధార దానితోపాటు క్రిందికి నెట్టుకొని పోవును. ఆ వాయు లోపమును పూర్తిచేయుటకు, ప్రక్కనాళము నుండి పాత్రలోని గాలి నిరోధకనాళపు ముఖద్వారమును చేరును. ఇది మరల నీటిధారచే క్రిందికి నెట్టి వేయబడును. ఇట్లే ఈ పరికరమునకు చేర్చియున్న పాత్రలోని గాలి పంపుచే తీసివేయబడును. ఈ పంపు నీటితో పనిచేయుటచే ఇది కల్పించగల శూన్యము పరిసర తాపక్రమములో నీటియావిరి ప్రేషముకన్న

తక్కువది. ఈ పంపుయొక్క కార్యదక్షతను పొచ్చుచేయవలయుననిన పంపుకును, పాత్రకును మధ్య నీటి ఆవిరిని విచూషించుకాల్సి యమ్ క్లోరైడ్ వంటి ద్రవ్యమును చేనినైనను ఉంచిన 7 మిల్లిమీటరుల పాదరసపు ఎత్తువరకు ప్రేషమును తగ్గించవచ్చును.

స్ప్రింగెల్ పాదరసపు పంపు : శూన్యము కావించవలసిన పాత్రను 4వ పటములో చూపినట్లుపంపుకు A వద్ద తగిలించురు. తలక్రిందులుగా

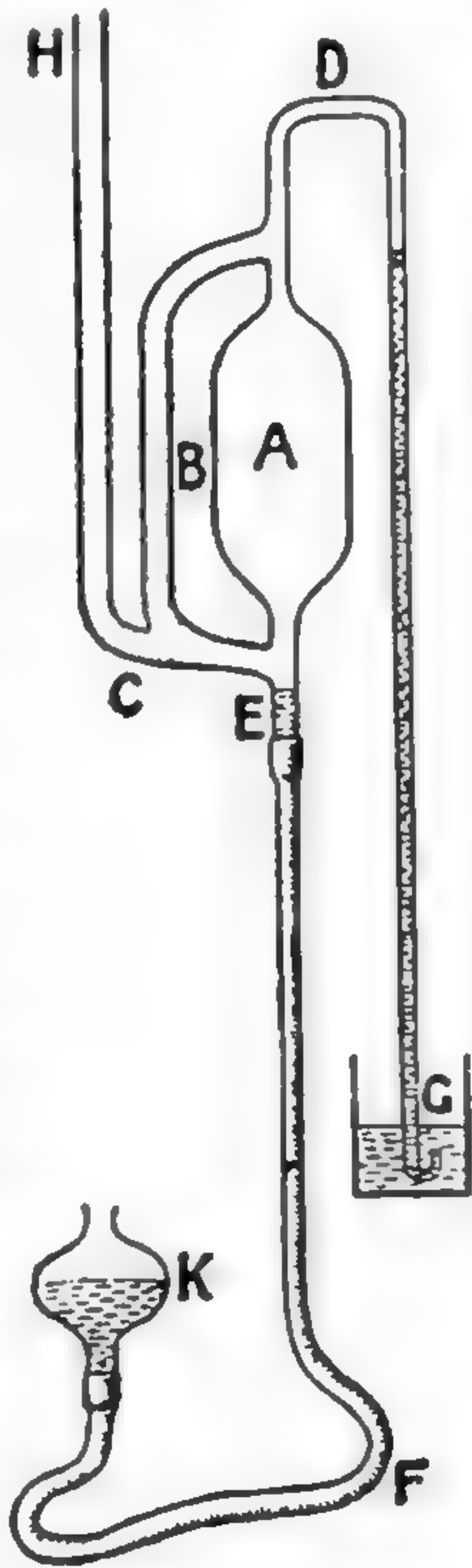
నున్న U నాళపు పై భాగమునకు B వద్ద A నాళము అతికించబడి ఉన్నది. U నాళపు వివరము ఒక మిల్లిమీటరు కన్న ఎక్కువ



ఉండదు. EF అను వేరొక నాళము రబ్బరుగొట్టము 'FC' తో U నాళపు ఒక భుజమునకు. తగిలించి ఉండును. EF నాళపు పైచివర ఒక గలనికతో కలిపి యుండును. గలనిలో పాదరసమును పోసి దాని ప్రవాహమును FC ల మధ్యనున్న G అను బిరడాతో నియంత్రించెదరు. U నాళపు శావ్యాభుజము BD ఒక మీటరు పొడవునకు తక్కువగా ఉండకూడదు.

పనిచేయువిధానము : గలని నుండి పారుచున్న పాదరసము EF గొట్టమువెంట క్రిందికిదిగి, CB గుండా పైకి ఎక్కి, B నుండి మరల క్రిందికి U నాళపు రెండుభుజముల వెంట దిగునపుడు పాదరసపుధార బిందువుల క్రింద విడిపోయి BD వెంట క్రిందికి దిగి, క్రిందిపాత్రలోనున్న పాదరసములో పడును. శూన్యము కావించవలసిన పాత్రనుండి A ద్వారా గాలి పాదరసపు బిందువులమధ్య ఇరుకుకొని BD వెంటపైకిపోవును. గాలి ఇట్లు పైకిపోవుకొలది, పాత్రయందలి గాలి తగ్గుచు, పాదరస బిందువుల మధ్య ఇరుకుకొనిన గాలిబుడగల ఉరపు తగ్గుచుండును. చివరకు BD నాళములోని పాదరసపు మట్టము భారమితిలోని మట్టమునకు సమానమగును. ఇట్టి స్థితిలో, శూన్యముకావించుటకు తీసికొనిన పాత్ర, సాధారణ భారమితి నాళములో ఉండు టారిసెల్లి శూన్యముతో సమానస్థితిలో ఉండును.

టప్లర్ పాదరసపు పంపు : ఈ పంపు అంతయు గాజుతో చేయబడినది. 5 వ పటములో చూపినట్లు ఇందులో ప్రధాన భాగము A అను గోళకము. B అను ప్రక్కనాళము రెండు చివరలును A తో అతుకబడి ఉన్నవి. శూన్యము కావించవలసిన చోటును పరికరముతో సంధించుటకై, CH అను గొట్టము B క్రింది భాగమునకు అతికించియున్నది; దీనిని రేచక నాళమని అనవచ్చును. రేచక నాళపు దిగువ భాగమున పటములో చూపని పాదరసముతో తేలునట్టి గాజుకవాటము ఒకటి ఉండును. దీనిప్రయోజనము రేచక



5 వ పటము : టప్లర్ పాదరసపుపంపు

నాళములోనికి పాదరసము ప్రవేశించకుండ చేయుట. 60 సెంటీమీటరుల పొడవు, 1 మిల్లీమీటరు రంధ్రము గల పతన

నాళము, A పై చివరకు అతికించి ఉన్నది. పతననాళపు క్రిందిచివర G ఆవశ్యకమైనప్పుడు పైకిపోవు వాయువులను సంగ్రహించుటకై, పైకి వంపు చేయబడి ఉన్నది. ఈ చివర, ఒకపాత్రలో పాదరసముక్రింద మునిగియుండును. పతననాళముతో సమానమైన పొడవుగల E అను ఇంకొక నాళము A క్రిందచివరకు అతుకబడియున్నది. ఒకరబ్బరు గొట్టము E నాళపు క్రిందిచివరనుండి E ని K అను పాదరసాళయముతో కలుపుచున్నది. ఈ రబ్బరుగొట్టము సహాయమున K ని పైకి ఎత్తుటకుగాని, క్రిందికి దింపుటకుగాని వీలగును. పాదరసాళయమును పైకెత్తినచో పాదరస స్తంభము E నాళములో పైకెక్కి C అను సంధివద్ద A నుండి రేచకనాళమును వేరుచేయును. A సంపూర్ణముగ పాదరసముతో నిండిపోయి D ద్వారా ప్రవహించువరకు K ను పైకెత్తినచో ఇంతకు ముందు A లో నున్న గాలి DG ద్వారా పైకిపోవును. పైనిచెప్పిన కవాటము ఉండుటచే K ను పైకెత్తినపుడు పాదరసము రేచకనాళమును ప్రవేశించదు. ఇప్పుడు C అను సంధిక్రిందను పాదరసస్తంభము భారమితి స్తంభపు ఎత్తుకన్న కొంచెము ఎక్కువ ఎత్తుగలుగునట్లు K ని దింపినచో, A గోళకమందు D నాళమందు ఉన్న పాదరసము భారమితి మట్టమునకు దిగిపోయి, A లో టారిసెల్లి శూన్యమును కల్పించును. E నాళములో పాదరసము C ఎత్తునకు క్రిందికి దిగినప్పుడు, రేచకనాళము మరల A లో నున్న శూన్యముతో సంబంధము ఏర్పరచుకొనును. అందువలన రేచకనాళము, దానిని అంటిపెట్టుకొనియున్న పాత్ర, ఈ రెండింటిలో ఉన్నగాలి A లోనికి జవముతో ప్రవేశించును. మరల K ను పైకెత్తినచో రేచకనాళము మూసికొని పోవుట వలన A లో బంధితమైనగాలి మరల DG గుండా బయటికిపోవును. మరల K ను దింపిన యథాప్రకారముగ A వాయుశూన్యము అగును. ఇట్లు K ను అనేకసార్లు పైకెత్తుచు, దించుచుండినచో అత్యధిక శూన్యమును పాత్రలో కల్పించ వచ్చును. ఈ పంపులో పాదరసము గాలిని ఇటు అటు కదల్చుటకు ముషలికమువలె ఆచరించును.

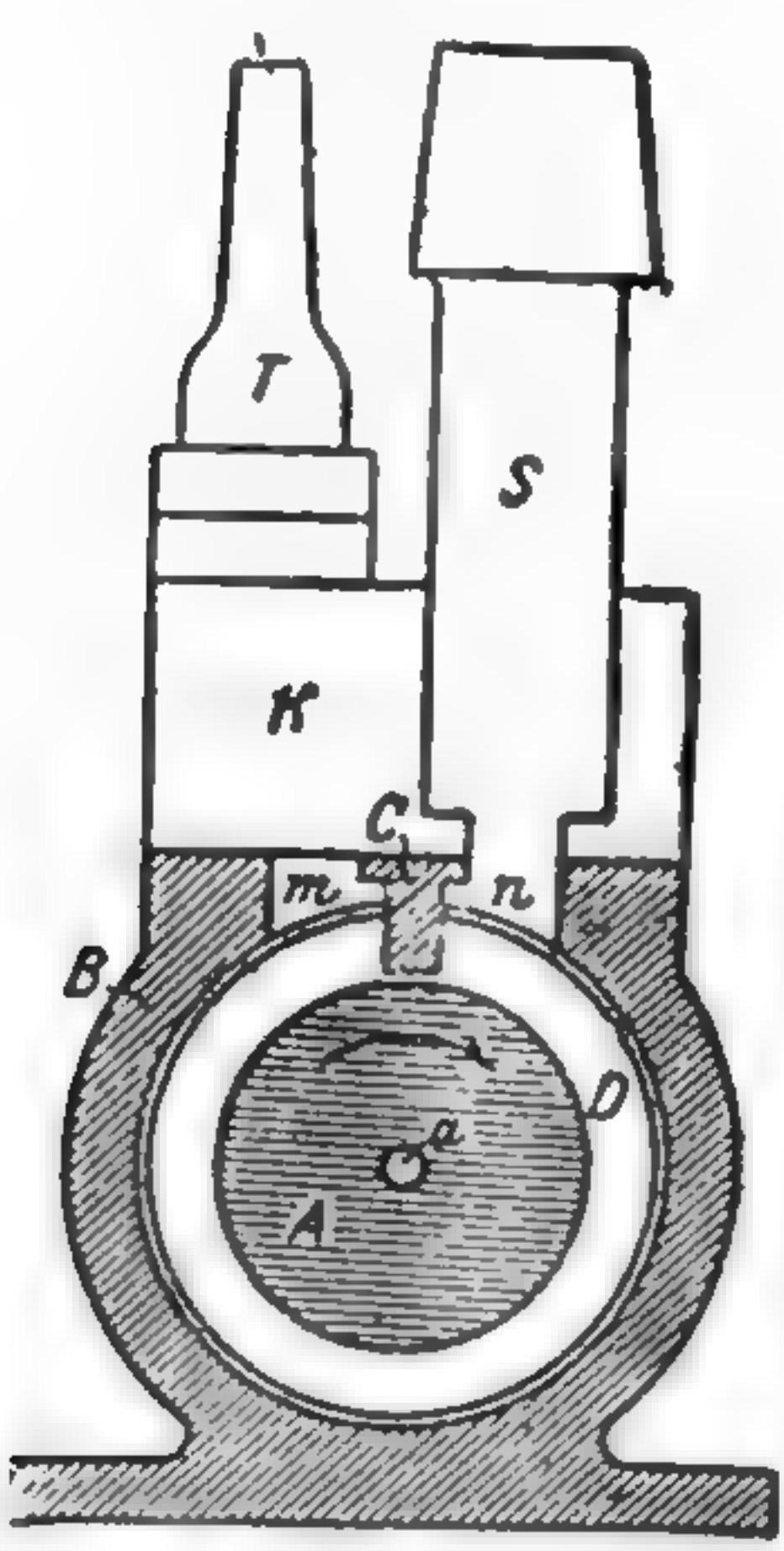
గేడే అణువాయురేచక పంపు : అత్యధిక శూన్యమును కల్పించుటకు ఉపయోగపడు సాధనము అతిశీఘ్రముగా భ్రమించుచున్న స్తూపాకారతలమును డీకొను గాలి అణువులను స్తూపము తనతోకూడ కొంతవరకు తీసికొనిపోవుటకు ప్రయత్నించును. ఈ ప్రయత్నము గాలి అణువులకు, భ్రమించుతలమునకు మధ్యగల ఆకర్షణగా భావించవచ్చును. ఆకర్షణనూత్రమును అనుసరించి, గేడే



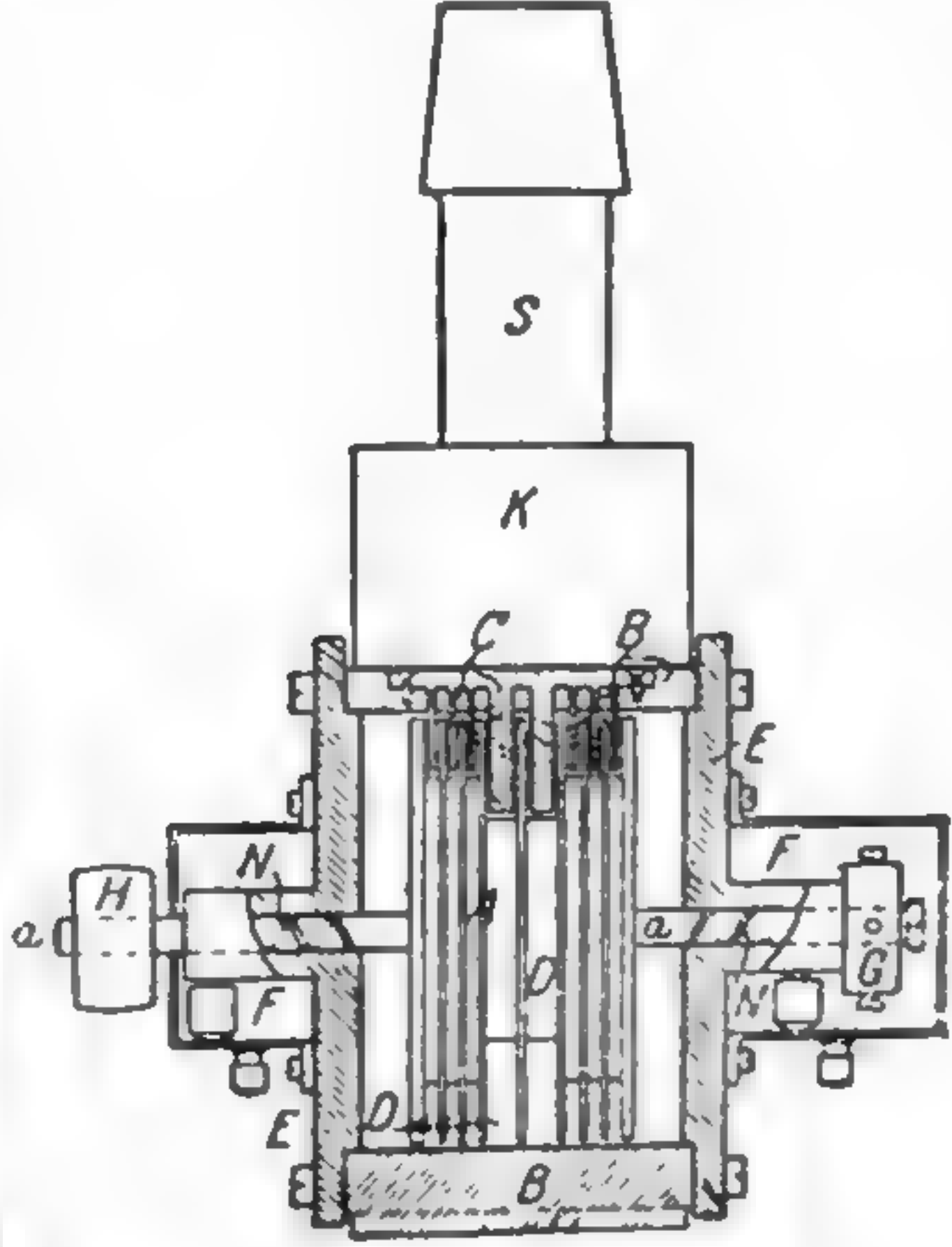
## శూన్యము

తన అణుపంపును నిర్మించెను. ఈ పంపు పనిచేయుటకు దానికి ముందు మరియొక సాధారణపంపు కొంతవరకు శూన్యమును కల్పించి దీనికి అందియ్యవలెను.

ఈపంపుయొక్క ప్రధానాంగము పరిధిచుట్టు చాల నరదల వరుసగల ఒకస్తూపము (చూ. 6, 7 పటములు). ఈ నర



6 వ పటము :  
గేడేఅణుపంపు



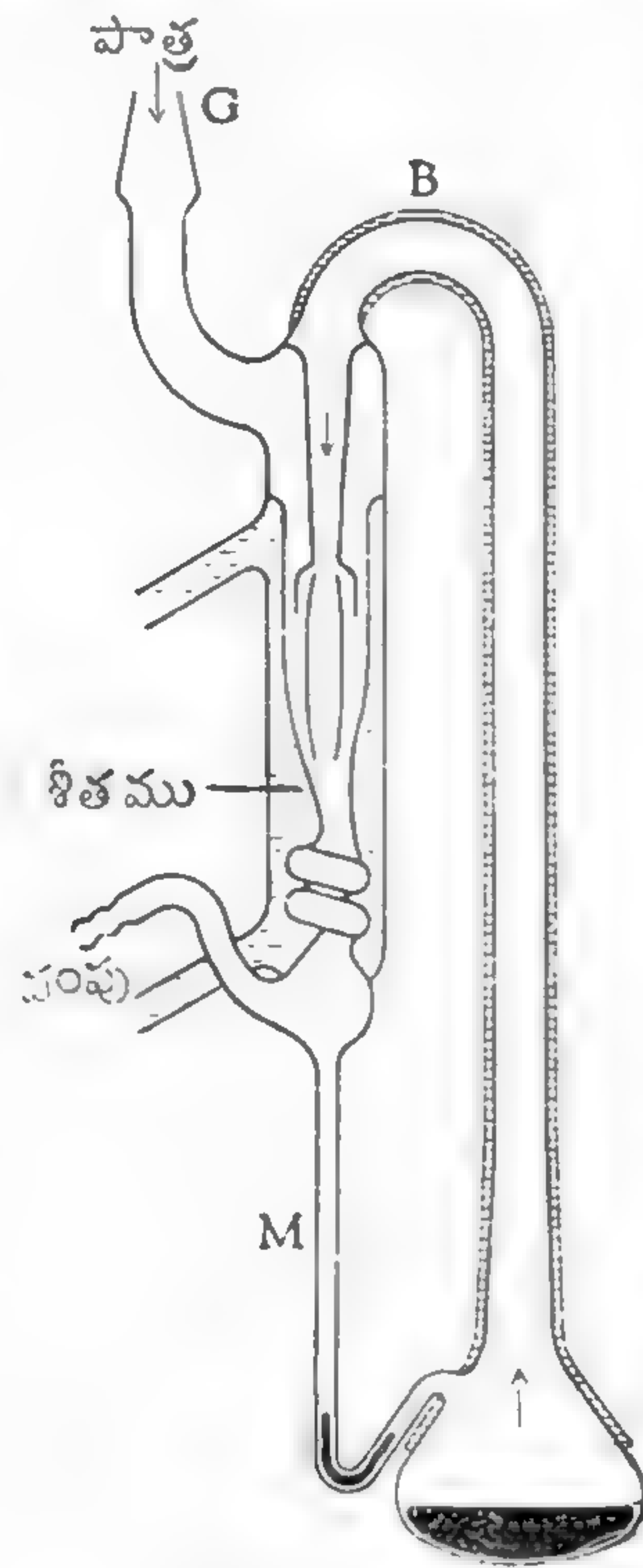
7 వ పటము :  
హాత్వెల్ న మోనా

దల వెడల్పు, లోతు, నరదనరదకును మారుచుండును. స్తూపము మధ్యనుండు నరద పెద్దది. దానికి ఇరుప్రక్కల నరదల వైశాల్యము, లోతు క్రమముగా అంచుల వైపు తగ్గుచుండును. ప్రతినరదను ప్రక్కనరదతో కలుపు చిన్నకాలువలు ఉండును. ఈ తిరుగు స్తూపముపై నున్న తిరుగనిమూతకు అంటి పెట్టుకొని, ఉబ్బెత్తుగా పళ్లవలె ఆచరించు ముళ్లు ఉండును. ఈ ముళ్లు స్తూపతలముననున్న నరదలలోనికి చొచ్చుకొని ఉండును. నరదలడుగునకు, ముల్లు ముఖమునకు  $0.1$  మిల్లీ మీటరు కన్న ఎక్కువభాళి ఉండదు. స్తూపము త్వరగా తిరుగుచున్నప్పుడు, గరిష్ఠ, మధ్యమ, నిరాటంకమార్గములు గల అణువులన్నియు మధ్యనున్న నరదనుండి క్రమముగా ప్రేషము ఎక్కువగ నున్న ప్రక్క నరదలలోనికి కొనిపోబడును. ఇచ్చటనుండి ఈ అణువులు సంధాననాళముద్వారా ఈ పంపునకు ముందు ఉంచినపంపు లోనికి ప్రవేశించి, దానిగుండా బయటకు వెడలును.

గేడే పంపు ఏసూత్రముపై పనిచేయునో ఆ సూత్రము పైననే ఆధారపడి, అంతకన్న సమర్థములగు పంపులను హాత్వెల్ ఒకదానిని, సీగ్ బాన్ మరొకదానిని నిర్మించిరి. బహుశః సీగ్ బాన్ పంపు చాల విశిష్టమైనది. దీని రేచక వేగము  $10^{-3}$  మిల్లీమీటరుల ప్రేషము (ఇది ముందు పంపు కల్పించు శూన్యము) వద్ద సెకనుకు  $73,000$  ఘనసెంటీ

మీటరులు. ఈ పంపువలన  $6 \times 10^{-7}$  మిల్లీమీటరుల వరకు ఒక పాత్రలోని వాయుప్రేషమును తగ్గించవచ్చును. ఇది రేడియో వాల్వులలో, X-కిరణ నాళములలో అత్యధిక శూన్యమును కల్పించుటకు ఉపయోగించును.

పాదరసబాష్పప్రసారపంపు : సరళనిర్మాణముగల పాదరస బాష్ప ప్రసారపంపు 8వ పటములో చూడనగును.



8 వ పటము :

పాదరసబాష్ప ప్రసారపంపు రసము విద్యుచ్ఛక్తి వలన వేడిచేయుదురు. క్వథనపాత్ర నుండి బయలుదేరిన పాదరసబాష్పము తొండము ద్వారా క్రిందికి అధోధారగా ప్రవహించును. ఈ బాష్పధార తన ముందున్న గాలి అణువులను నెట్టుకొనిపోవుచు, శూన్యము కావించవలసిన పాత్రనుండి గాలి అణువులను తొండపు కొనలోనికి లాగును. ఇక్కడ నుండి బయలుదేరిన గాలి, బాష్పము మిశ్రము నుండి, బాష్పము శీతకపు గోడలపై ద్రవీభవించి, గాలి మాత్రము ఈ పాదరస పంపునకు ముందు అమర్చిన సాధారణపంపులోనికి ప్రవేశించును. ద్రవీభవించినరసము మరల M అను నాళముద్వారా క్వథనపాత్రను ప్రవేశించును.

ఈ పంపుకూడ గేడే పంపువలె, ముందు ఒక సాధారణ పంపు పాత్రలో కొంతశూన్యమును కావించిన పరిస్థితుల లోనే పనిచేయును. అత్యధిక శూన్యనిర్మాణమునకు నిర్దిష్టమైన పంపులలోకెల్ల బాష్పపంపులుమిక్కిలిప్రాధాన్యమును

క్రిందిక్వథన పాత్రలో పాదరసమును మరగించుట వలన పాదరస బాష్పప్రవాహము పైకి లేచును. క్వథన పాత్ర మెడ పొడవుగా చేయబడి, మీదను B వద్ద తొండమువలె క్రిందికి వంపు తిరిగి ఉన్నది. తొండపు కొనపై పాదరస బాష్పమును తిరిగి ద్రవీకరించుటకు అనువైన జలశీతకము ఒకటి అమర్చిఉన్నది. శీతకము లోనికి ప్రవేశించిన తొండపు పై భాగము, ఒక బాష్ప నిరోధకము (G) ద్వారా శూన్యము కావించవలసిన పాత్రకు కలుపబడును. పాద



గడించినవి. ఏలన వీటి సహాయమున పంపుల ఆధీనములో మన్న అత్యధిక శూన్యమును మనము కల్పించగలము.

అధిక శూన్యనిర్మాణవిషయములో, పంపులతో కల్పించిన శూన్యమందు ఇంకను మిగిలియున్న వాయుఅణువులను తీసి వేయుటకు కొన్ని ప్రక్రియలు కలవు. అందు ముఖ్యమైనది, సులభమైనది కొబ్బరి పెంకుబొగ్గువంటి కొన్ని ద్రవ్యములు వాయువులపట్ల కనవరచు అధిచూషణ (అడ్సార్ప్షన్) ప్రభావముపై ఆధారపడిఉన్నది. గాలితగులకుండ బాగుగా కాల్చిన కొబ్బరి పెంకునుండిగాని, లేదా కొబ్బరి నుండిగాని తయారైన కార్బన్, ద్రవీకరించబడిన గాలి తాపక్రమములో ఒకపాత్రలోనున్న గాలిని, పంపులకన్న పాచు సమర్థతతో పీల్చివేయును. ఈ ఉపాయమును వాడుకచేసి అత్యధిక శూన్యమును కల్పించుట శోధనా గారములలో మిక్కిలి వాడుకలో ఉన్నది.

శూన్యమాపనము: శూన్యమును ఒకపరికరముచే నిర్మించు నపుడు ఆశూన్యము ఎంతవరకు సాధ్యమైనదో నిర్ణయించుటకుకూడ పరికరములు అవశ్యకము. అట్టి శూన్య మాపకపరికరములు పెక్కులు కలవు. అందు సులభమైన పరికరమును వర్ణించుటకే ఇక్కడ అవకాశము కలదు. ఈ సులభపరికరమునకు 'మెక్లియాడ్' మాపకము అని పేరు. ఇది అంత నిశితమైనసాధనము కాకపోయినను, అట్టి మాపకములు ఎట్లు పనిచేయునో తెలియచేయుటకు చాలును.

శూన్యమందు తెలియనిప్రేషములోనున్న గాలియొక్క తెలిసినఆయతనము  $V$  ను ప్రత్యేకించి, దాని ప్రేషమును నిర్ధారణచేయుటకు వీలగు పరిస్థితులలో ఆగాలి  $v$  అను చిన్న ఆయతనమును స్వీకరించునట్లు దానిని సంకోచింప చేయుటవలన ఆగాలి శూన్యములో ఏప్రేషములోనున్నదో లెక్కకట్టవచ్చును. ఈ శూన్యప్రేషగణనను బోయిల్ సూత్రమును ఉపయోగించి నిర్వహించవచ్చును:

$$pv = PV \text{ లేదా } p = P \frac{V}{v} \dots (1) \text{ ఇచ్చట, } p = \text{ప్రత్యేకించబడిన గాలి సంకోచింపబడినపుడు కన్పట్టుప్రేషము,}$$

$P$  = శూన్యములో గాలియొక్క తెలియని ప్రేషము,  $V$  = శూన్యమునుండి ప్రత్యేకించబడిన గాలియొక్క ఆయతనము,  $v$  = ఆ గాలిచే సంకోచనకార్యము తరువాత ఆయతనము.

మెక్లియాడ్ పరికరము 9 వ పటములో చూపబడినది. ఈపరికరమంతయు గాజుగొట్టములతో చేయబడినది. ఇందు 2-3 సెంటీమీటరులు మధ్యవ్యాసముగల స్తూపాకార గోళము (1) నకు పైని నాళమంతట ఏకరూపముగు 0.5

మిల్లీమీటరు రంధ్రముగల కైశికనాళము ఒకటి (2) అతికి ఉన్నది. ఈ కైశికనాళపుచివర కరగించి మొనతేలకుండ



9 వ పటము:

మెక్లియాడ్  
శూన్యమాపకము

సమమట్టముగా మూయబడి ఉండును. ఈ కైశికనాళ మందు గాలి సంకోచించబడును. కనుక దీనిని సంకోచకనాళము అనవచ్చును. గోళకము క్రిందిభాగమున పాడవుగల పతననాళము (3) ఒకటి అతికియున్నది. ఈ పతన నాళపు క్రింది చివర, సులభముగా వంగు రబ్బరుగొట్టము (4) ద్వారా పాదరసాళయము (5) నకు కలిపియున్నది. పాదరసాళయమందు శుద్ధమైన, తేమచేరని పాదరసమును తీసికొనవలయును. సంకోచకనాళపు మధ్య వ్యాసమునకు సమమగు ఏకరూప మధ్య వ్యాసము గల మరియొక కైశికనాళము (6) గోళకము క్రిందను పతననాళమునకు అతికించియున్నది. ఈ నాళము కైశికనాళములోని కెక్కు పాదరసపు మట్టమును తైఫారువేయుటకే కాక, శూన్యము కావించవలసిన పాత్రను, ఈ మానపరికరముతో కలుపు సాధనముగాకూడ పనిచేయును. దీనిని తోలన (సరిపోల్చు) నాళము అని వ్యవహరించవచ్చును.

తోలన కైశికనాళమును శూన్యమును గడించవలసిన పాత్రతో కలుపుదురు. పతననాళమును తోలననాళముతో కలుపుచున్న సందిక్రింద పాదరసపుమట్టము నిలచినపుడు, శూన్యపాత్రనుండి గాలి, గోళకము (1) ను ప్రవేశించి ఈ రెండుస్థలముల సమానప్రేషములో ఉండును. ఇప్పుడు పతననాళ (3), తోలననాళ (6) సందికి కొంచెముమీదుగా పాదరసపుమట్టము నిలచునట్లు రసాళయమును మెల్లగా పైకెత్తినచో, గోళకములో ఇమిడిన గాలి తోలన నాళము తోను, తద్వారా శూన్యపాత్రతోను సంబంధములేకుండ వేరుచేయబడును. ఇప్పుడు గోళకమందు, దానితో కలిసియున్న సంకోచకనాళమందు ఇరుకుకొనిన గాలిఆయతనము ( $V$ ), గోళకము, సంకోచకనాళము, ఈరెండింటి మొత్తపు ఆయతనమునకు సమముగ ఉండును. ఈ ఆయతనము ముందుగనే మనకు తెలిసిఉండవలెను. సంకోచకనాళముపై నున్న కొలతగురుతులదరికి పాదరసపుమట్టము వచ్చువరకు,



ప్రడింగర్, ఎర్విన్

రసాశయమును మీదికెత్తుటవలన గోళములో ప్రత్యేకించబడిన గాలిని సంకోచింపజేయవచ్చును. సంకుచితమైన గాలి ఆయతనము (v), సంకోచకనాళపు అగ్రమునుండి క్రిందనుకొలత గురుతుల వద్దనున్న పాదరసపు మట్టమువరకు గల ఆయతనమునకు సమముగా ఉండును.

సంకోచకనాళమందు కొలతగీతలకు ఎదురుగా పాదరసపు మట్టము నిలచినపుడు, తోలననాళములో అంతకన్న ఎక్కువ ఎత్తునకు పాదరసపుమట్టము లేచును. ఏలన శూన్య పాత్రతో కలిసియున్న ఈ గొట్టములోని ప్రేషము, సంకోచక నాళములో సంకుచితమైన గాలి ప్రేషముకన్న తక్కువగా ఉండును.

తోలనకైశికనాళము, సంకోచకకైశికనాళము ఈ రెండింటి రంధ్రముల అర్ధవ్యాసములు సమానమే గనుక ఈ రెండుగొట్టములలో అగపడు పాదరసపుమట్టములభేదము (h) సంకోచకనాళమందున్న గాలియొక్క ప్రేషమునకు మానము. కాని సంకుచితవాయుప్రేషముతో సరిపోల్చి చూచినప్పుడు అసంకుచితవాయుప్రేషము అత్యల్పముగ ఉండుపరిస్థితిలోనే పాదరసపుమట్టములోని ఈ భేదము మానముగా ఆచరించును. అసంకుచితవాయుఆయతనము (V), సంకుచితవాయుఆయతనము (v), సంకుచితవాయు ప్రేషము (p) మనకు ఇట్లు తెలిసినపిమ్మట, 1 వ సమీకరణములో వీటిమూల్యములను జొన్పి, శూన్యమందలి శూన్య ప్రేషమును లెక్కకట్టవచ్చును. జ్ఞానానంద.

ప్రడింగర్, ఎర్విన్ (జననము 1887): ఆస్ట్రియా భౌతికవిజ్ఞాని. ప్రడింగర్ వియన్నాలో చదువుకొని స్టబ్ గర్ట్, బ్రెస్లా, జురిక్, ఆక్స్ ఫర్డ్, గ్రాజ్, బెర్లిన్ విద్యాసంస్థలలో క్రమముగా ఆచార్యుడుగా పనిచేసి, 1940 లో డబ్లిన్ ఉన్నతానుశీలన సంస్థలో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1938 లో డిరాక్ తోపాటు నోబెల్ బహుమతిని అందుకొనెను. ఈయన తరంగయాంత్రిక శాస్త్ర సృష్టికర్త. బోర్ పరమాణుప్రకృతికి అన్వయించు దోషములను తొలగించి, తరంగయాంత్రిక సిద్ధాంతదృష్టిలో మరియొక హెచ్చువివరణ సమర్థమగు పరమాణు ప్రకృతిని కల్పించెను. 1946 లో నూతనక్షేత్రవాదమును ఒకదానిని స్థాపించప్రారంభించెను. కె. ల.

సంగీతధ్వనులు : ధ్వని రెండువిధములు : 1. శ్రావ్య ధ్వని, 2. చప్పుడు : నియమితకాలాంతరక్రమముగ మన చెవిని పశ్చించుచున్న ధ్వనిని చప్పుడు అనిపించుకొనును. వాద్యములనుండి ఉద్భవించు ధ్వని శ్రావ్యధ్వని. బండి చక్రము రోడ్డుమీద గడగడ కొట్టుకొనుట, ఉరుము, ఏనుగు ఘంకారము — అవి చప్పుడుకు దృష్టాంతములు.

శ్రావ్యధ్వని లక్షణములు : శ్రావ్యధ్వనికి 1. ఉచ్చత ; 2. తీవ్రత; 3. లక్షణము కలవు. ధ్వనిని కలుగుజేయుచున్న వస్తువుయొక్క స్పందన వేగముపై స్వరోచ్చత ఆధారపడి ఉండును. స్పందనవేగముతో సమముగా, అనులోమముగా స్వరోచ్చత మారుచుండును. సాధారణముగా ప్రధానస్వర పౌనఃపున్యమును పట్టి స్వరోచ్చత మారుచుండును. భేరి కొట్టినప్పుడుగాని, మేజాపై గుద్దినపుడుగాని కలుగు ధ్వనికి వ్యక్తమగు స్వరోచ్చత ఉండదు. ఏలన ఈధ్వనిలో అంతర స్వరములు, నియమరహితమైన స్పందములు ఉండును. కేవలమయిన చప్పుడునందు అనియత స్పందములేఉండును. అందుచే దీనికి ఉచ్చతాగుణము లేదు. శ్రవణేంద్రియ గోచరమగు అధికతమోచ్చత 20 వేల తరగతిలోనున్న పౌనఃపున్యమునకు సమముగా ఉండును; అల్పతమోచ్చత 32 పౌనఃపున్యముగల ధ్వనికి ఉండును.

తీవ్రత : స్వరముయొక్క తీవ్రత ముఖ్యముగా దాని స్పందాయామమును, కంపనపరిమితిని బట్టి ఉండును. అవి ప్రధానముగా దాని పౌనఃపున్యమునుబట్టికూడ కొంచెము మారును. స్పందాయామము అధికమగుకొలది ఒకస్వరము యొక్క తీవ్రత హెచ్చుచుండును. స్వరతీవ్రత స్పందాయామవర్గమునకు అనులోమనిష్పత్తిలో ఉండును. స్వన ద్విభుజము (ట్యూనింగ్ ఫోర్క్)ను కాని, వీణతీగనుకాని మీటినపుడు స్వరతీవ్రత ధ్వనించువస్తువు స్పందాయామముతో అధికమగునట్లు సులభముగా తెలియగలదు. తీవ్రతకు, పౌనఃపున్యమునకు మధ్యగల సంబంధము చాల క్లిష్టమైనది. ఒక నియతస్పందాయామముగల ధ్వనితరంగములలో జనించుశక్తిదాని పౌనఃపున్యముతో హెచ్చును. కాని ఆ ధ్వనితీవ్రత శారీరక, మానసిక గుణముపై కూడ అనగా వివిధపౌనఃపున్యములవిషయమై మన చెవి యొక్క సంవేదనాసామర్థ్యముపై ఆధారపడిఉండును. ఇ, ఇ<sup>0</sup> లు ఒకనియతఉచ్చతాలక్షణముగల స్వరముయొక్క తీవ్రతలైనచో వీటి రెండింటివ్యత్యాసమునకు  $\log_{\frac{I}{I_0}}$  మానము. ఈ వ్యత్యాసపు యూనిట్ నకు శాస్త్రపరిభాషలో 'బెల్' అని పేరు. ఈపేరు ఈ సూత్రమును కనుగొనిన గ్రేయమ్ బెల్ అను విజ్ఞాని స్మారకముగ స్థాపితమైనది. వ్యవహారములో వాడుకలోనున్న యూనిట్ 'బెల్' లో పదవవంతు; అనగా డెసిబెల్. ఇట్లు డెసిబెల్ యూనిట్ లలో తీవ్రతావ్యత్యాసమును తెలుపు సమీకరణము :

$$L = 10 \log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right)$$



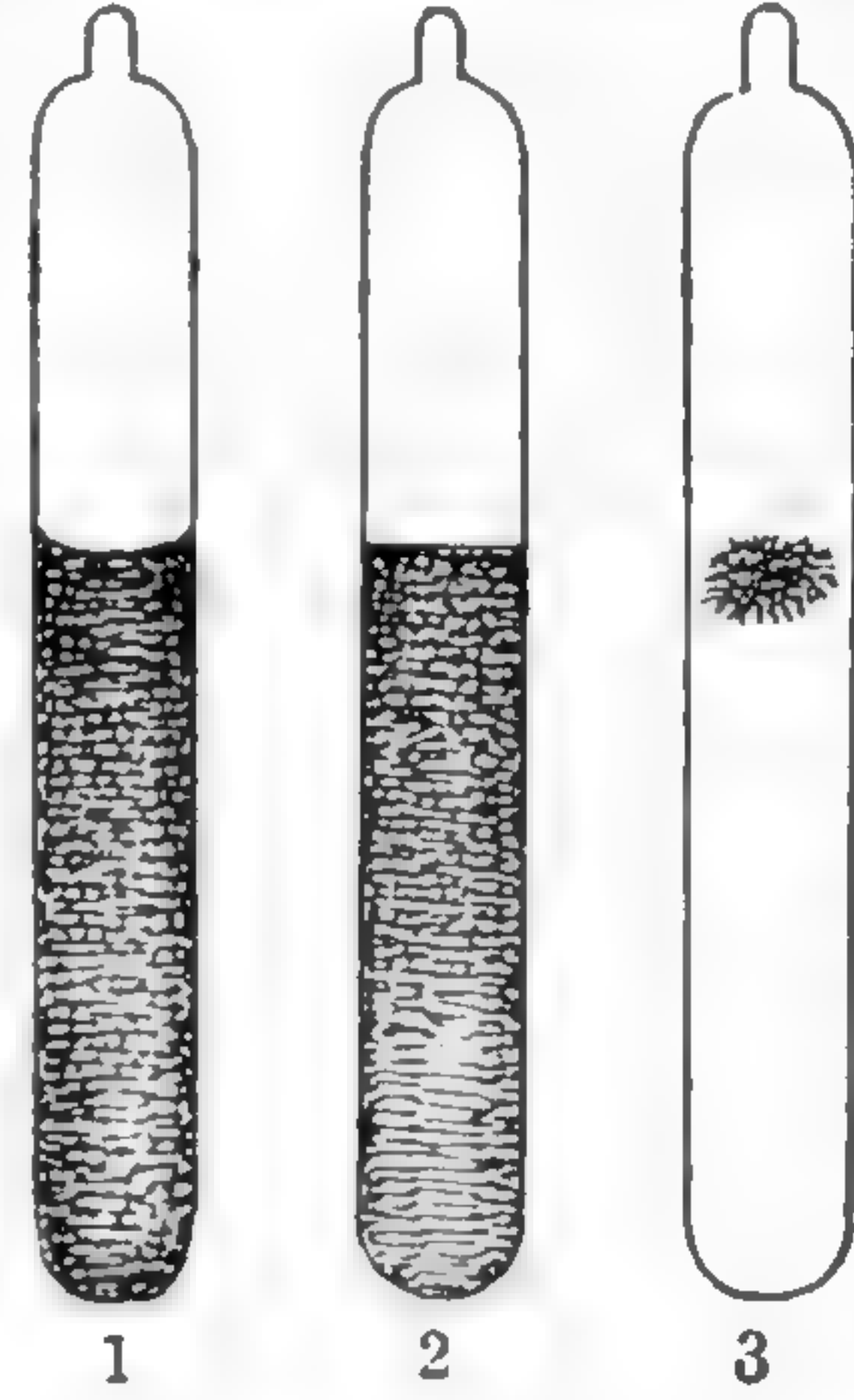
ఇందు L అనునది 'డెసిబెల్' లో లెక్కపెట్టిన తీవ్రతా వ్యత్యాసము ; ఇ, ఇ<sup>0</sup> లు భిన్నతీవ్రతలు.

స్వర లక్షణము: ఫిడేలుగాని, వీణగాని ఒకేఉచ్చత, ఒకేతీవ్రత కలిగిన స్వరములను జనింప జేయునప్పుడు మన చెవి ఫిడేలుస్వరమును, వీణస్వరమునకు భిన్నమైన దానిగ గుర్తించగలదు. వివిధవాద్యములు ఉద్భవింపజేయు ఒకే స్వరమునకుగల ఈ విశిష్టతకే స్వరలక్షణము అని పేరు. స్వరలక్షణము ధ్వనించుచున్నవస్తువు స్పందించు విధానమును బట్టి ఉండును. క్లిష్టమైన స్పందనవిధానము సరళవిధానములక్రింద విడమర్చవచ్చును. ఈ సరళ విధానములు ఒక ప్రధానస్వరముయొక్క సంవాది స్వరములు, లేదా ఉపస్వరములు (హార్మోనిక్స్). ప్రధాన స్వరముతో మేళవించుచున్న ఈ ఉపస్వరముల క్రమము, సంఖ్య, సాపేక్షతీవ్రతను పట్టి స్వరలక్షణము నిర్ణీతమగును. ఈ సత్యమును తొలిసారిగా వెల్లడిచేసినవాడు హెల్మ్‌హోల్ట్స్. స్వరలక్షణమందు కన్నట్టు వ్యత్యాసమే మానవుల మధ్య సంభాషణను సంభవముగ ఒనర్చుచున్నది.

సంవాదిస్వరములు (ఉపస్వరములు): వీణతీగ వంటి తీగను మీటినపుడు మనకు వినబడుస్వరము కేవలము శుద్ధమైనదికాదు. అనగా ఆతీగయొక్క ఒకేపానఃపున్యము వలన పుట్టినది కాదు. మీటినపుడు తీగ మొత్తముగా స్పందించి ఒకప్రధాన పానఃపున్యమును కలిగియుండును. ఇదిగాక తీగభిన్నాంకములుగాకూడ స్పందించి ఈ స్వరముతోబాటు ఈ ప్రధానపానఃపున్యమునకు పూర్ణాంక గుణిజములను మరికొన్ని పానఃపున్యములుకూడ గోచరించును; అనగా వినబడినస్వరము ప్రధానస్వరజన్యమే గాక ఈ ఉపస్వరసమ్మేళనమువలన జనించినది అగును. ఈపానఃపున్యగుణిజములకు శాస్త్రపరిభాషలో ఉపస్వరములు లేదా సంవాది స్వరములు అని పేరు. త. స. న. మూ.

సందిగ్ధస్థితి (క్రిటికల్ ప్లేట్): బలమైన గోడలుగల గాజు గొట్టమును ఏదేని బాష్పశీలమగు ద్రవద్రవ్యముతోను, దాని బాష్పముతోను నింపి, తాపక్రమము క్రమముగా ఎక్కువగుచున్న పరిసరములలో ఉంచినచో నాళములోపలి బాష్పప్రేషము, బాష్పము యొక్క సాంద్రత ఎక్కువగును. ఆ సమయమందే ద్రవముయొక్క ఆయతనము స్వల్పముగా అధికమైదాని ఉపరితలము అర్థచంద్రాకారమును విడచి సమతలముగా మారును. తాపక్రమము ఎక్కువగు కొలది ద్రవముయొక్క సాంద్రత, దాని తలతన్యత తగ్గుటచేత ద్రవతలము సమమట్టముగా అగును. ఇట్లే తాపక్రమము ఎక్కువ చేయుచురాగా, ఒక నియతతాపక్రమము వద్ద బాష్పమునుండి ద్రవమును వేరు

పరచు సామాన్యతలము కంటికి అగపడకుండ పోవును. ఈ మధ్యతలము అంతరించు తాపక్రమమునకు సందిగ్ధతాప



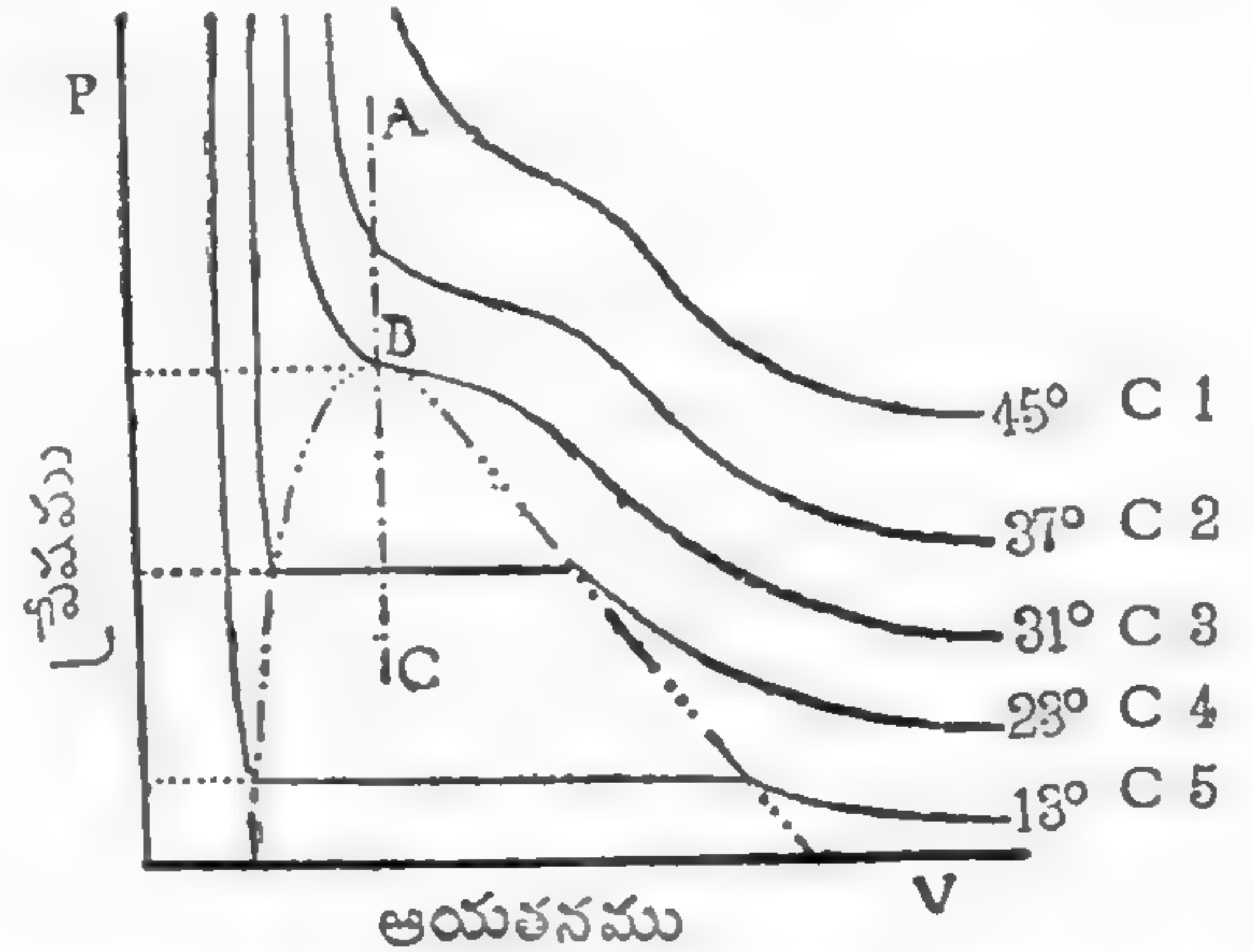
1 వ పటము :

సందిగ్ధతాపక్రమమువద్ద ద్రవ్య స్థితిలోని మార్పు

1. వేడిచేయుటకు మొదలు పెట్టినప్పుడు ; 2. ద్రవతలము సమతలమైనది ; 3. ద్రవమునకు, బాష్పమునకు మధ్యతలము అంతరించినది.

క్రమము అనిపేరు. ఈ అవస్థలో గొట్టములో నున్న ద్రవ్యము ద్రవావస్థలో ఉన్నదో, బాష్పావస్థలో ఉన్నదో తెలిసికొనుట కష్టము. ఇట్టి అవస్థను సందిగ్ధావస్థ అందుము. ఇంతలో సందిగ్ధతాపక్రమమునకు మించి వేడి ఎక్కిన నాళమును చల్లార్చినచో మరల ఈ సందిగ్ధతాపక్రమమువద్దనే పోయిన ద్రవతలము ఆవిర్భవించును. ద్రవావస్థ తెంపులేకుండ బాష్పావస్థలోనికి మారును అను విషయము ఈ ప్రయోగమువలన మనకు తెలియుచున్నది.

ఈ ప్రైవ్రయోగములో సంభవించిన మార్పులను 2వ పటములోని A B C అను సరళరేఖ సూచించుచున్నది. పట



2 వ పటము : కార్బన్ డైఆక్సైడ్ యొక్క సమతాపరేఖలు ఇందు 31°C. సందిగ్ధసమతాపరేఖ

ములోని 1, 2, 3, 4, 5 వక్రరేఖలు వేర్వేరుతాపక్రమముల వద్ద కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువుయొక్క ప్రేషమునకు, ఆయతనమునకు గల సంబంధమును తెలియజేయును. ప్రతి రేఖయును ఒకనియత తాపక్రమమువద్ద వాయువు యొక్క ప్రవర్తనను తెలియజేయుటచే, వీటికి సమతాప



## సంవేష్టన ప్రభాగము

రేఖలు (ఐసోతెర్మల్ కర్వ్స్) అని పేరు. ఇందు మూడవ రేఖకు సంబంధించిన తాపక్రమము  $31^{\circ}\text{C}$ . ఇదియే కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువుయొక్క సందిగ్ధ తాపక్రమము. ఈ రేఖకు పై రేఖలలో వాయువు ద్రవీభవించు చిహ్నాలుకానము. క్రింది రేఖలలో (4వ రేఖలో) ఆయతనాక్షమునకు సమానాంతరముగా ఉన్న రేఖాఖండము వాయువు ద్రవస్థితిని గ్రహించినదని తెలియ జేయును. వాయుతాపక్రమము సందిగ్ధతాపక్రమమును దగ్గరించిన కొద్ది ఈ సమానాంతర రేఖాఖండము సంకుచితమగుచు, సందిగ్ధ తాపక్రమరేఖపై B అను బిందువుగా పరిణమించును. సందిగ్ధసమతాపరేఖపై నున్న ఈ బిందువునకు ఆ వాయువు యొక్క 'సందిగ్ధబిందువు' అని పేరు. ఈ బిందువునకు అనుగుణమగు వాయు ఆయతనమునకు సందిగ్ధాయతనము ( $V_c$ ) అనియు, ప్రేషమునకు సందిగ్ధప్రేషము ( $P_c$ ) అనియు పేర్లు. సందిగ్ధతాపక్రమమునకు క్రిందనున్న తాపక్రమములలోనే ద్రవము, బాష్పము సమతాస్థితిలో ఉండును. పై తాపక్రమములలో ద్రవస్థితి అసంభవము. సందిగ్ధతాపక్రమము కన్న పై తాపక్రమములలోనున్న ద్రవస్థితిని వాయువనియు, క్రింది తాపక్రమములలో నున్న దానిని బాష్పము అనియు వ్యవహరింతురు.

ఏదేని ద్రవము యొక్క సందిగ్ధ తాపక్రమమును, దాని సందిగ్ధ ప్రేషమును ప్రయోగముచే నిర్ణయించవచ్చును. 3 వ పటములో J ఆకారము గల గొట్టము యొక్క విరివిచేయబడిన హ్రస్వభుజములో పాదరసముపై కొంత ద్రవము, దాని బాష్పము బంధించబడి, పొడవుగా, సన్నగా నున్న ఎడమభుజమందు పాదరసముపై గాలి ఉన్నది. ఈ గాలియొక్క ఆయతనమును బట్టి గొట్టములోని ప్రేషమును నిర్ణయించవచ్చును. కుడి భుజమందున్న ద్రవముయొక్క తలము ఆకస్మికముగా అంతరించువరకు నాళమును సందిగ్ధతాపక్రమ నిర్ణయము వేడిచేయవలెను. ఏ తాపక్రమమువద్ద ద్రవతలము తిరోగమించునో వా = సామాన్య వాయువు(గాలి) ఆతాపక్రమమే సందిగ్ధ తాపక్రమము బా = బాష్పము ( $T_c$ ). ఎడమ భుజములో నున్న గాలి ద్ర = ద్రవము యొక్క ఆయతనమును కొలచినచో ఆ పా = పాద తాపక్రమమువద్ద గొట్టములోని ప్రేషము రసము ( $P_c$ ) ను నిర్ణయించవచ్చును. గొట్టములో నున్న ద్రవము యొక్క భారము, సందిగ్ధతాపక్రమమువద్ద అది ఆక్ర



3 వ పటము :  
సందిగ్ధతాపక్రమ నిర్ణయము  
వా = సామాన్య వాయువు(గాలి)  
బా = బాష్పము  
ద్ర = ద్రవము  
పా = పాద

మించు ఆయతనము తెలిసినచో దాని సందిగ్ధ తారతమ్య సాంద్రత ( $D_c$ ) ను నిర్ణయించవచ్చును. మే. ప. న.

సంవేష్టన ప్రభాగము (పాకింగ్ ఫ్రాక్షన్): నవీన పరమాణురచనాసిద్ధాంత ప్రకారము పరమాణుకేంద్రకము, ప్రతి పరమాణువునకును ఒక నిర్దిష్టసంఖ్యగల ప్రోటాన్లు, మరియొక నిర్దిష్టసంఖ్యగల న్యూట్రాన్లచే సంఘటితమై ఉండును. అందుచే పరమాణుకేంద్రకద్రవ్యరాశి అందుండు న్యూట్రాన్, ప్రోటాన్ల మొత్తపు ద్రవ్యరాశికి సమానముగా ఉండవలయును. ప్రత్యక్షముగా కేంద్రద్రవ్యరాశి, దాని ఘటకముల మొత్తపు ద్రవ్యరాశికన్న ఎప్పుడును కొంచెము తక్కువగానే ఉండును. ద్రవ్యరాశి యందు అగపడు ఈ తక్కువ న్యూట్రాన్, ప్రోటాన్లు కలిసి కేంద్రముగా కీలీతమగు సమయమున, పైకి వెలువడిన శక్తికి సమానమని శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించిరి. ఐన్ స్టయిన్ నిర్వచించిన శక్తి, ద్రవ్య సమీకరణ నియమ ప్రకారము  $E = mc^2$  [ఇచ్చట  $E =$  శక్తి,  $m =$  ద్రవ్యరాశి,  $c =$  వెలుతురువేగము ( $3 \times 10^{10}$  సెంటీమీటరు / సెకను)]. ఒక ఉదాహరణమును తీసికొందము: రెండు ప్రోటాన్లు, రెండు న్యూట్రాన్ల మొత్తపు ద్రవ్యరాశి  $2 \times 1.0081 + 2 \times 1.0090 = 4.0342$  యూనిట్లు. రెండు ప్రోటాన్లు, రెండు న్యూట్రాన్లు దృఢముగా కీలీతమై ఏర్పడిన హీలియమ్ కేంద్రము  $4.0039$  యూనిట్ల ద్రవ్యరాశినే చూపుచున్నది. అనగా  $0.0303$  యూనిట్లు తక్కువగా ఉన్నది. దీనివలన ఒక హీలియమ్ పరమాణువు ఏర్పడినపుడు :

$E = mc^2 = 0.0303 \times (3 \times 10^{10})^2$  అర్గ్లు, లేదా  $0.03 \times 10^{11}$  కేలోరీల శక్తి వెలువడినది. దీనివలన మనము తెలిసికొనవలసినవిషయము ఏమన, ద్రవ్యరాశి ఉచిత పరిస్థితులలో శక్తిగా మారినపుడు వ్యయమైనద్రవ్యరాశికొంచె మైనను, వినిమయమందు అగపడు శక్తి అపారము. మనము పరిశోధనాగారమందు జరిగించు రాసాయనిక కార్యములు ఏవియును శక్త్యావిష్కరణలో, సంవేష్టనశక్తికి సాటిరావు. పైని వివరించిన హీలియమ్ పరమాణురచనా కార్యమే హైడ్రోజన్ బాంబుయందు, ఆటంబాంబుయందుకంటె అత్యధికమైన శక్తినిచ్చుకార్యము (చూ. ఐన్ స్టయిన్ సమతాసూత్రము - పు. 233). మే. ప. న.

సత్తు : చూ. తగరము - పు. 364.

సమస్థానీయములు : సహజ రేడియోధార్మికతగల యురేనియమ్, తోరియమ్ మూలద్రవ్యములు రెండును క్రమ విఘటనము చెందుచు చివరకు రేడియోధార్మికత కాని సీసమును జనింపజేయును (చూ. రేడియోధార్మికత,



సహజ-పు.599). ఈ రెండును సీసపు భౌతిక రాసాయనికధర్మములను చూపునవియే అయిన వీటి పరమాణుభారములు వరుసగా 206, 208. ఇదిగాక ఖనిజసీసము 207 పరమాణుభారము కలది ఒకటి ఉన్నది. ఈ మూడును ధర్మైక్యము కలవి అగుటచే ఆవర్తక్రమ పట్టికయందు ఒకే స్థానమున చూపనగును. ఆవర్తక్రమ పట్టికయందు ఒక మూలద్రవ్యము ఆక్రమించు స్థానము ఆ మూలద్రవ్య భౌతిక, రాసాయనిక ధర్మావేదకము. ఇట్లు ఒకే స్థానాంకము లేదా పరమాణ్వంకము కలిగి, విభిన్న ద్రవ్యరాశుల చూపు పరమాణువులకు 'సమస్థానీయము'లు అని పేరు.

కేంద్రక రచనయందు పాల్గొను ఘటకములు ఎవ్వయో తెలిసిన తరువాత సమస్థానీయములు ఎందుకు ఉండవలెనో తెలిసినది. కేంద్రకమందు ఉండు ప్రధానఘటకములు ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు. మొదటివి ఆవర్తక్రమ పట్టికలో పరమాణువు స్థానమును, దాని స్వభావమును, దానిచుట్టు తిరుగు ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యను నిర్ణయించును. న్యూట్రాన్లు, ప్రోటాన్లతో కలిసి కేంద్రక ద్రవ్యరాశిని నియమించును. ప్రోటాన్ల సంఖ్య మారకుండ కేంద్రకమందు న్యూట్రాన్ల సంఖ్యలో వ్యత్యాసమున్నపుడు ఒక మూలద్రవ్యము సమస్థానీయముల ప్రదర్శించును. ఆరంభో దాహరణములు చూపినట్లు సమస్థానీయములు మొదట రేడియోధార్మిక సంఘటనల అనుశీలనలో గుర్తించబడినవి. ధనకిరణ విశ్లేషణ (చూ. ధనకిరణములు - పు. 424) సహాయముచే సమస్థానీయముల భేదములను గుర్తించి వాటి ద్రవ్యరాశుల నిర్ణయించుట సాధ్యమైనది.

ప్రకృతిలో దొరకు మూలద్రవ్యములలో 82 మూలద్రవ్యములకు సమస్థానీయములు కలవు; ఇరువదింటికి లేవు. ఈ సమస్థానీయ సంఖ్య ఒక మూలద్రవ్యముకు రెండు మొదలు 10 వరకు ఉన్నది.

ఉదా : నీయాన్ 2, కాడ్మియమ్, తగరము 10.

హైడ్రోజన్, హీలియమ్ సమస్థానీయములు

| సమస్థానీయములు          | ప్రోటాన్లు | న్యూట్రాన్లు | ద్రవ్యరాశి సంఖ్య |
|------------------------|------------|--------------|------------------|
| హైడ్రోజన్ 1            | 1          | 0            | 1                |
| హైడ్రోజన్ 2 డియటీరియమ్ | 1          | 1            | 2                |
| హైడ్రోజన్ 3 ట్రిటయమ్*  | 1          | 2            | 3                |
| హీలియమ్ 3              | 2          | 1            | 3                |
| హీలియమ్ 4              | 2          | 2            | 4                |

\* రేడియోధార్మికత : కృత్రిమ కేంద్రకీయ పరివర్తన ప్రయోగములందు లభ్యము.

ప్రకృతిలో 275 స్థిరమైనవి, కొద్ది సంఖ్య రేడియోధార్మిక పరివర్తనలో తారసిల్లినవి, సమస్థానీయములు కలవు. ఇవిగాక 700 రేడియోధార్మిక ప్రవృత్తిగలవి కేంద్రకీయ పరివర్తన ప్రయోగములందు, నైక్లోట్రాన్, కేంద్రకీయ పరివర్తకము మొదలగు పరికరములలోను బయలుపడినవి కలవు.

ఒక నియత పరమాణువుయొక్క సమస్థానీయములు అన్నియు ఇంచుమించు సమాన ధర్మములుకాని వాటి మధ్య సూక్ష్మవిభేదములు లేకపోలేదు. హైడ్రోజన్ ధర్మములకు డియటీరియమ్ ధర్మములు చాల భిన్నములు. ఇంతేగాక కేంద్రక ద్రవ్యరాశి భేదము కేంద్రక ఆయతన భేదము, సమస్థానీయ పరమాణు వర్ణమాలల రేఖలలో అగుపడు స్థానచ్యుతికి కారణములు. మొదటి ప్రభావము లఘుష్ట మూలద్రవ్యములలో కాననగును. రెండవది భారయుత మూలద్రవ్యములందు ప్రాధాన్యమును వహించి, వాటి కేంద్రకముల యొక్క రచనను నిర్ణయించుటకు తోడ్పడును. మే. ప. స.

సమాంగరూపత : పరమాణువుల స్వభావము, సంఖ్య లేదా వాటిరాశి నిష్పత్తి సమానముగా ఉండి భిన్న రాసాయనిక భౌతికధర్మములను కలిగియుండు యౌగికములను సమాంగరూపములందురని సమీక్షలో సోదాహరణముగ సూచించియుంటిమి (చూ. పు. 101). అకర్పన రాసాయనిక శాస్త్రమందు సమాంగరూపతా సంఘటన కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రమందుకన్న తక్కువగా కనపడును; కార్బన్ యౌగికముల అద్భుత చాతుశ్శయమునకు ఈ సంఘటనమే ప్రధాన కారణములలో ఒకటి.

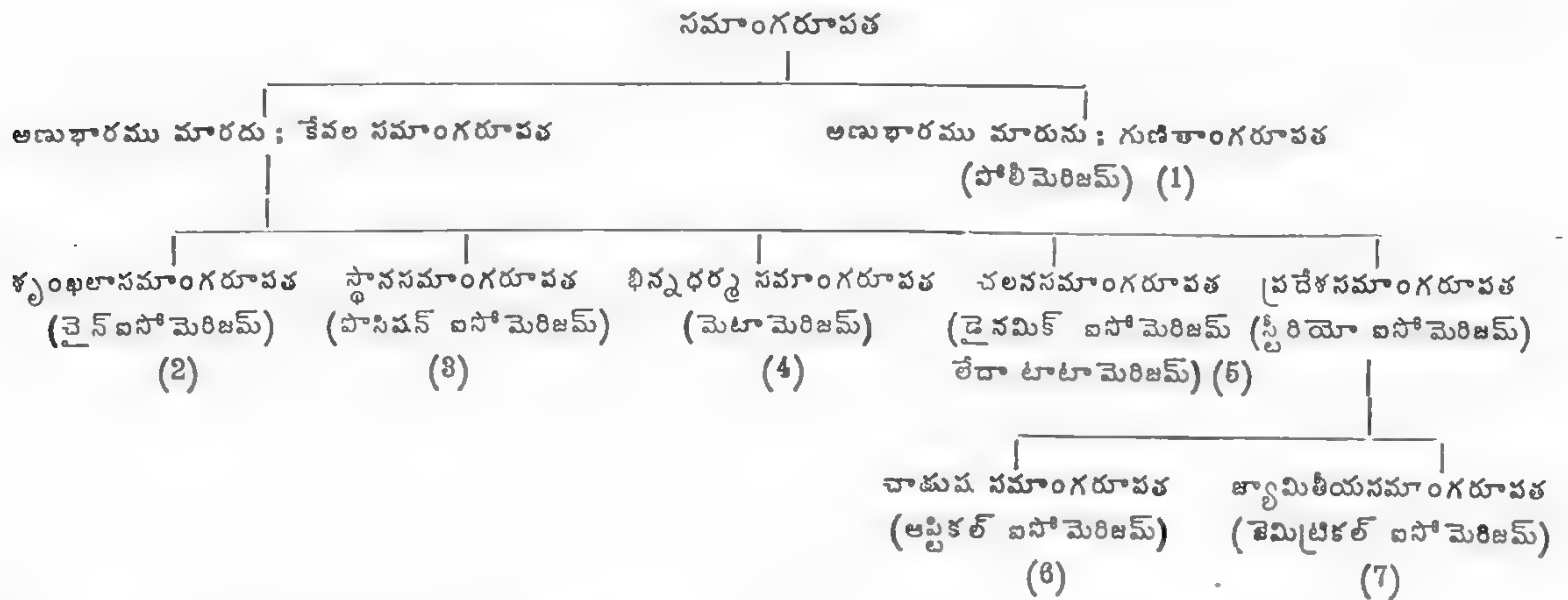
యౌగికముయొక్క అణుభారములలో మార్పులేక కేవలపరమాణువిన్యాసమందలి మార్పువలన ఏర్పడు గుణ భేదసంఘటనకే సాధారణముగా సమాంగరూపత అని పేరు. అణుభారము గుణిజక్రమముగా మారుటవలన ఏర్పడు వివిధయౌగికసంఘటనలకు గుణితాంగరూపత అని పేరు. ఉదాహరణమునకు  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $(\text{CH}_2\text{O})_2$ ,  $(\text{CH}_2\text{O})_3$ ,  $(\text{CH}_2\text{O})_6$  అను సాంకేతికములుగల యౌగికములు వేరువేరు రాసాయనికధర్మములు కలవి. ఈ నాల్గింటిలో తక్కినమూడు మొదటిదానియొక్క బహుగుణితాంగరూపములు. ఇవి క్రమముగా ఫార్మల్డిహైడ్ ( $\text{H}\cdot\text{CHO}$ ), ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ( $\text{CH}_3\cdot\text{COOH}$ ), మెథిల్ గ్లైకోలేట్ ( $\text{CH}_2\text{OH}\cdot\text{COOCH}_3$ ), గ్లూకోస్ ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) అను సంపూర్ణముగా పరిస్పరభిన్నధర్మములుగల యౌగికములు. ఈ బహుగుణితాంగరూపతనుకూడ సమాంగరూపతాసంఘటనయొక్క భేదముగా భావించురు. ఈ



## సమాంగరూపత

బహుగుణితాంగ రూపతా సంఘటన ప్లాస్టిక్ ద్రవ్య నిర్మాణములో ప్రధానపాత్రను నిర్వహించుచున్నది. ఈ క్రింది పట్టికగాచూపిన వివరణము సమాంగరూపతా ప్రకారములను సంగ్రహముగా సూచించుచున్నది :

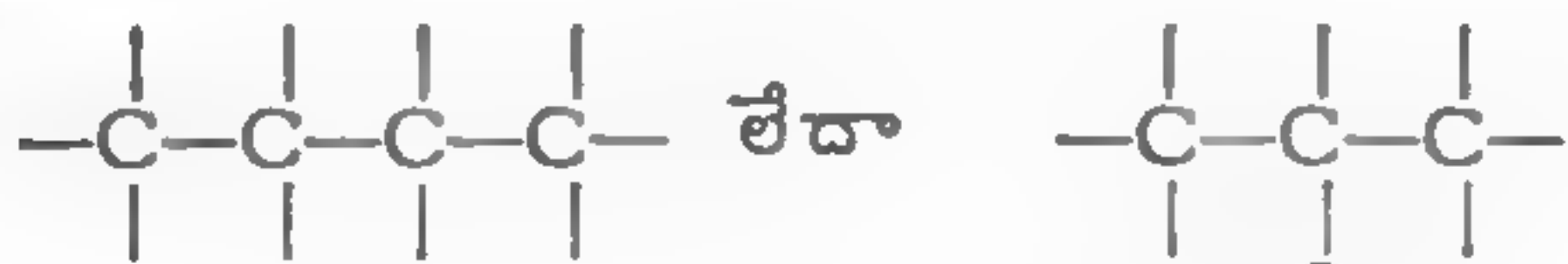
స్థానములలో ఇతర పరమాణువులు ఆదేశముగా వచ్చు నపుడు లభ్యములగు ప్రతిస్థాపిత యాగికములలో ఈ సంఘటన తారసిల్లును; ఉదాహరణముగా ప్రొపేన్ ను తీసికొందము.



పై విభజనలో సప్తవిధములైన సమాంగరూపత నిర్దేశించబడినది. ఇక వాటిప్రత్యేక స్వభావములను పరిశీలింతము.

గుణితాంగరూపత : పై ని ఉదహరించబడినది.

శృంఖలా సమాంగరూపత : కార్బన్ యాగికములందు కార్బన్ పరమాణువులు ఒకదానితోఒకటి గొలుసుకట్టుగా కలిసిఉండునని చెప్పిఉంటిమి. ఈగొలుసు తిన్నగా ఉండవచ్చును. లేదా అక్కడక్కడ శాఖలుగా విస్తరించి ఉండును.



ఋజుశృంఖల

శాఖాశృంఖల

ఈ రెండుకార్బన్ పంజరములందును పరమాణుసంఖ్య నాలుగే. మొదటిదానిలో పరమాణువులు ఋజురేఖలో ఉన్నవి. రెండవదానిలో మధ్యపరమాణువుదగ్గర మరొక పరమాణువు శాఖగా ఏర్పడినది. చిత్రములో కనపర్చబడిన శూన్యయోజనీయతాసంబంధములను హైడ్రోజన్ పరమాణువులచే పూరించినచో బూటేన్ యొక్క సమాంగరూపములు ఏర్పడును (చూ. హైడ్రోకార్బన్లు : బూటేన్ - పు. 765).

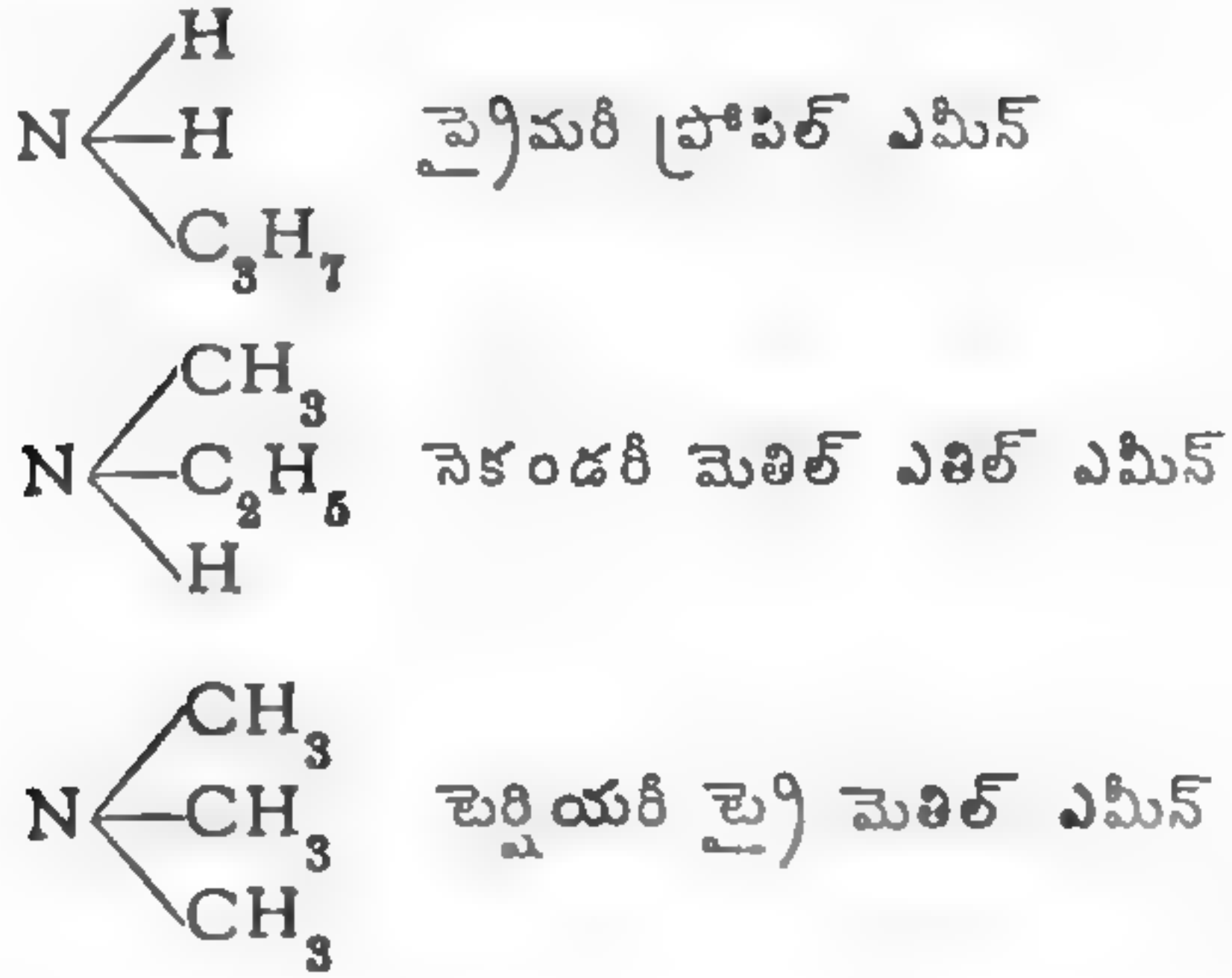
స్థాన సమాంగరూపత : హైడ్రోకార్బన్ లందు కార్బన్ పరమాణువుతో చేరియున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువుల

ఇచ్చట ఏదేని ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువుస్థానమును క్లోరిన్ పరమాణువు ఆక్రమించు సందర్భములో రెండురకముల క్లోరిన్ వ్యుత్పన్నములు 1-క్లోరో లేదా నార్మల్ క్లోరోప్రొపేన్  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{Cl}$ ; 2-క్లోరో లేదా సెకండరీ క్లోరోప్రొపేన్  $(\text{CH}_3\text{CHCl} + \text{CH}_3)$  సిద్ధించును. ఈ యాగిక భేదము క్లోరిన్ స్వీకరించిన స్థానభేదమునుపట్టి ఉండును. ఇట్లే ఆదేశముగా వచ్చునది హైడ్రాక్సిల్ గణ మైనప్పుడు నార్మల్ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్  $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})$ , సెకండరీ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్  $(\text{CH}_3\text{CHOH}\text{CH}_3)$  లభించును. ఇతర ఉదా: హైడ్రాక్సి ఆసిడ్ (చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - హైడ్రాక్సి ఆసిడ్ : పు. 177)

భిన్నధర్మ సమాంగరూపత :  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$  అను సాంకేతికముగల యాగికములు నాలుగు ఉన్నవి. 1. మెథిల్ బూటిరేట్  $(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOCH}_3)$ , 2. ఎథిల్ ప్రోపియనేట్  $(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5)$ , 3. ప్రోపిల్ ఆసిటేట్  $(\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7)$ , 4. బూటైల్ ఫార్మేట్  $(\text{HCOOC}_4\text{H}_9)$ . ఈ నాలుగు యాగికములును ఎస్టర్ లే. కాని ఆల్కహాల్, ఆమ్లగణములు వేరగుటచే అవి భిన్న ధర్మములుగల ఎస్టర్లు. ప్రైమరీ, సెకండరీ, టెర్షియరీ అను ఎమీన్ల భేదములకూడ ఈ తరగతివే.  $\text{C}_5\text{H}_9\text{N}$  అను సాంకేతికము



ఒక ప్రైమరీ, ఒక సెకండరీ, ఒక టెర్షియరీ ఎమీన్ ను నిర్దేశించును :



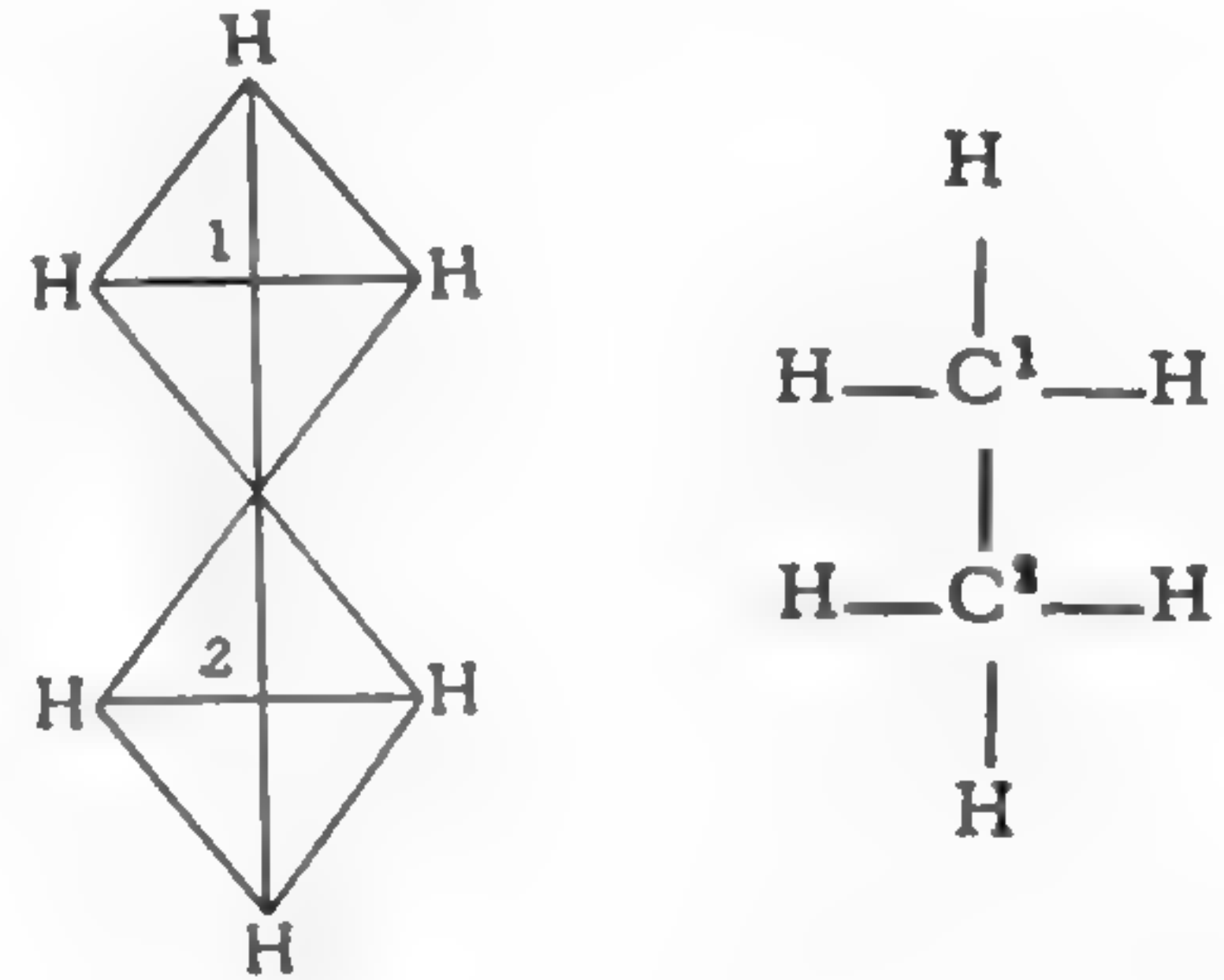
ఇచ్చటకూడ నైట్రోజన్ పరమాణువుతో కూడియున్న గణములు వేరగుటచే ఈ సంఘటన ఏర్పడినది.

చల సమాంగరూపత : ఈ సంఘటన హైడ్రోజన్ పరమాణువుగల యోగికమందు అది ఒకపరమాణువునుండి మరియొకదానికి చలించుటవలన ఏర్పడును; దీనికి సరళ దృష్టాంతము హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ యొక్క సాధారణ ( $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ ), ఐసో ( $\text{H}-\text{N}=\text{C}$ ) రూపములు. ఇచ్చట హైడ్రోజన్ మొదటిసాంకేతికములో కార్బన్ తో కలిసి ఉన్నది; రెండవదానిలో నైట్రోజన్ కలిసి ఉన్నది. అనగా సైనోజన్ గణము ( $:\text{C}:::\text{N}:$ ) నకు ఇవతలి, అవతలి స్థానముల మధ్య హైడ్రోజన్ పరమాణువు స్పందించుచుండును. హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ లో ఈ స్పందనము అతివేగముగా జరుగుచుండుటచే ప్రత్యేకరూపములను విడదీయుటకు వీలులేదు. ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ ( $\text{CH}_3\cdot\text{CO}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOC}_2\text{H}_5$ ) వంటి మరికొన్ని యోగికముల విషయమై సమతులితావస్థలో ఉండు ఈ రెండు రూపములను విశేషపరిస్థితులలో ప్రత్యేకముగా తయారు చేయవచ్చును. ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ రచనయందు కీటో, ఈ నోల్ రూపములమధ్య అనగా  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_2$  ల మధ్య హైడ్రోజన్ చలించుటను గుర్తించవలెను (చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - ఆసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్ - పు. 279).

ప్రదేశ సమాంగరూపత : యోగికాణువులు, పరమాణువులు కూడ ద్రవ్యశక్తిములు గనుకను, ద్రవ్యము స్థలమును ఆక్రమించును గనుకను, యోగికాణురచనలో పరస్పరము సంబంధమైన పరమాణువులుగాని, పరమాణుగణములు కాని అంతరాళములో మూడు వైపుల విస్తృతమై (ఎక్స్ టెన్డింగ్ ఇన్ త్రి డై మెన్షన్స్) ఉండవలెను. అంతరాళమందు కుడి - ఎడమ, ముందు - వెనుక, క్రిందు - మీదు అను మూడుదిశలలో అణురచన విస్తృతమై

ఉన్నట్లు నిరూపించగల సాంకేతికములచేగాని కొన్నివిశిష్ట స్వభావముగల యోగికములయొక్క ధర్మములను వివరించుటకు వీలుగాదని చూపియుంటిమి (చూ. అణురచన - పు. 138). కార్బన్ పరమాణువు యొక్క నాలుగుయోజనీయతలును, అంతరాళములో కేంద్రమందున్న కార్బన్ పరమాణువుచుట్టు లిఖించబడిన సమచతు స్తలకముయొక్క నాలుగు కోణముల దిశలలో విస్తరించి ఉండునని ఫాస్ట్ హాఫ్ సూచించెను. కార్బన్ పరమాణు యోజనీయతల ఈ దైశిక (స్పేషిల్) విన్యాసము ఎటుల సమాంగరూపతా సంఘటనను కలుగజేయునో క్లుప్తముగా ప్రస్తావించెము.

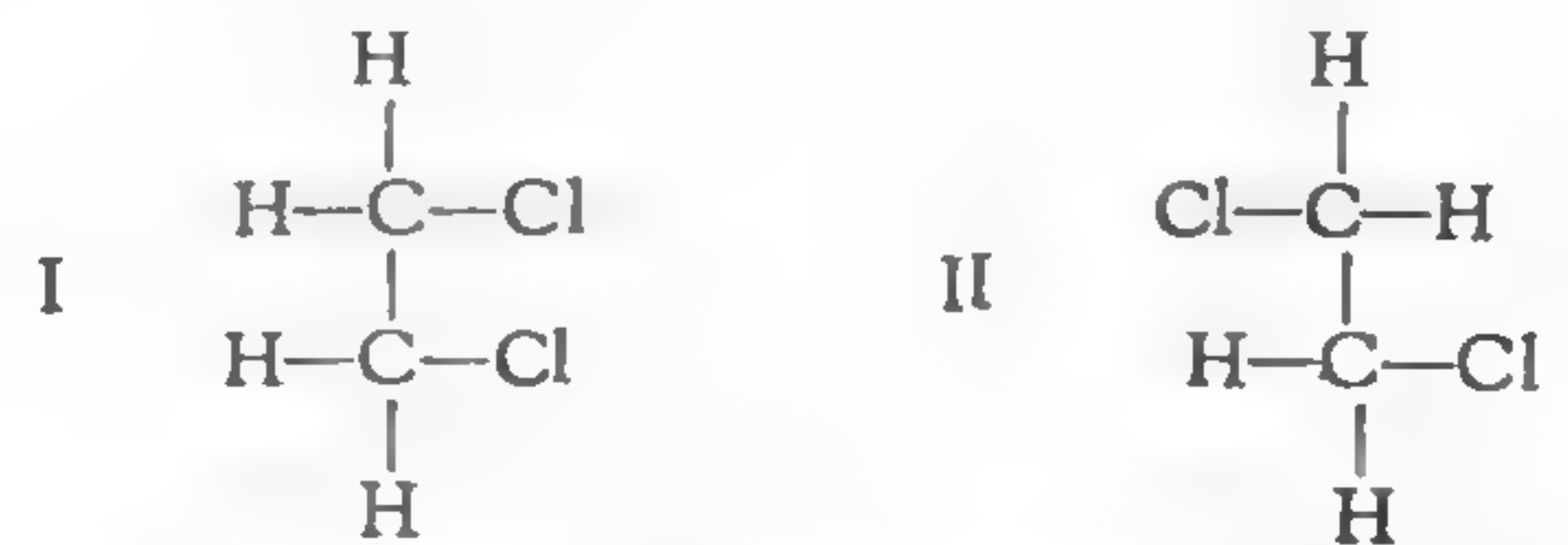
ఫాస్ట్ హాఫ్ సూచనను అనుసరించి ఎతేన్ యొక్క అణురచనను దైశిక రేఖాచిత్ర సాంకేతికముచే నిరూపించవచ్చును. I చిత్రములో కోణముతో కోణమునంటి



I దైశిక సాంకేతికము

II రేఖాచిత్ర సాంకేతికము

యున్న రెండుసమచతు స్తలకములను రెండు కార్బన్ పరమాణువుల సమ్మేళనమును నిరూపించును. ప్రక్కనున్న II చిత్రములో 1-2 కార్బన్ పరమాణువులమధ్య యోజనీయతలు పరస్పరము సంతృప్తములై రెండు కార్బన్ పరమాణువులను కలుపుచున్న ఏక బంధముగా పరిణమించినది. ఎతేన్ లోని రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములందు రెండు క్లోరీన్ పరమాణువులు ఆదేశములుగా వచ్చినపుడు డైక్లోరో ఎతేన్ యోగికము ఏర్పడును. దీనిసాంకేతికమును క్రింద కనపరచిన రెండు విధముల వ్రాయవచ్చును :

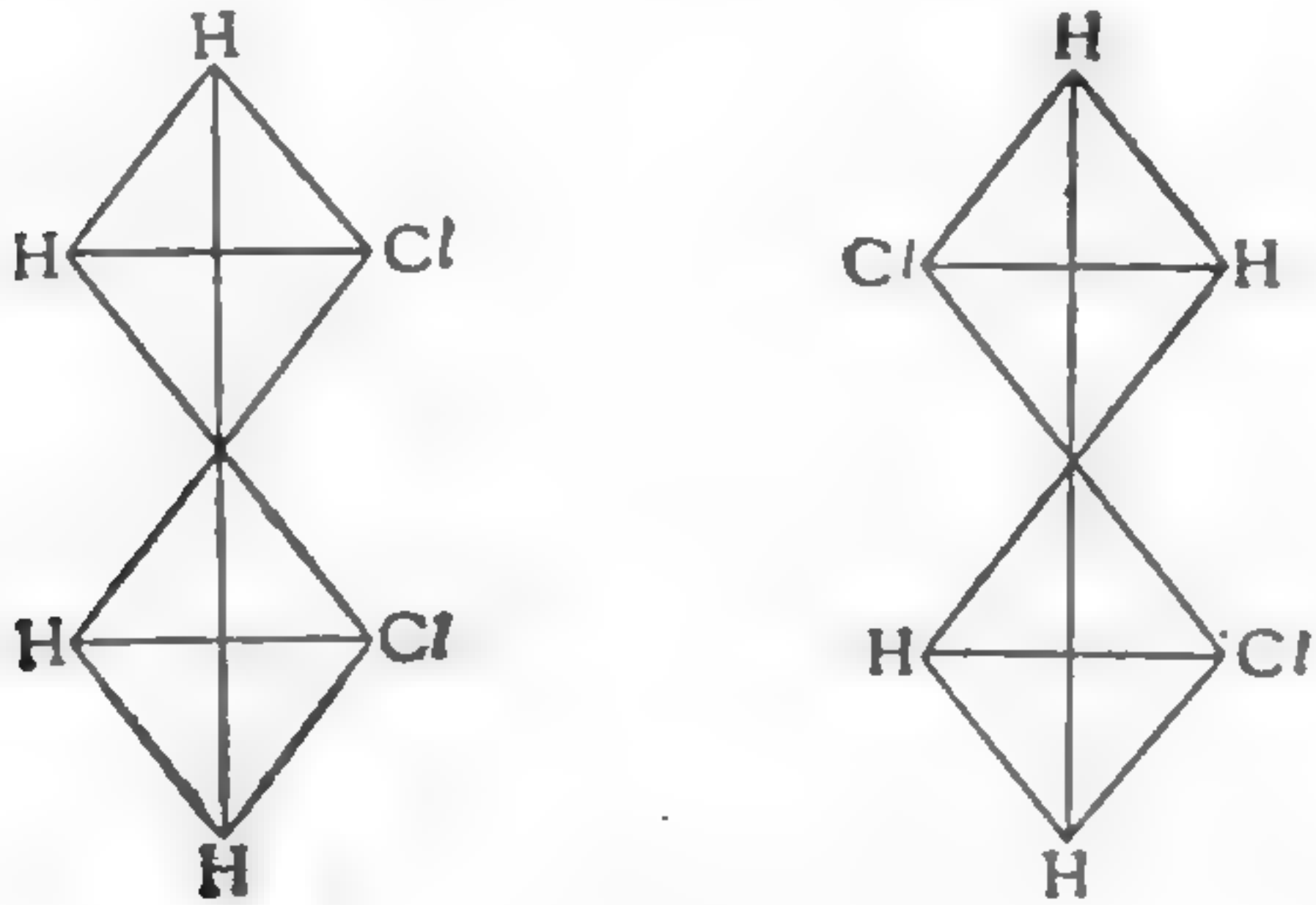


మొదటిదానిలో క్లోరీన్ పరమాణువులు రెండును కార్బన్ పరమాణువుల కుడిప్రక్కనే ఉన్నవి. రెండవ



సమ్మర్ ఫెల్ట్, ఆర్నోల్డ్.

దానిలో పైది ఎడమప్రక్కను, క్రిందది కుడిప్రక్కను ఉన్నవి. ఈ సన్నివేశములను దైశికసాంకేతములచే ఈ క్రింది విధమున చూపించవచ్చును :



సన్నివేశభేదమును ఆధారముచేసికొని కల్పితమైన ఇట్టి యౌగికభేదములను ప్రయోగము చూపలేకపోయినది. ఇట్టియౌగికముల అసంభవమునకు కారణము ఈ క్రిందివిధమున ఊహించవచ్చును. ఏకయోజనీయబంధముతో కలుపబడిన రెండు కార్బన్ పరమాణువులును యథేచ్ఛగా ఒకదానిపై ఒకటి గిరగిరతిరుగుటకు అవకాశము కలదు. అనగా రెండు కార్బన్ పరమాణుసమచతుస్రలకములును అవిరతముగా వాటిలోనవి తిరుగుచు వాటికుడిఎడమలను వ్యత్యస్త మొనరించుకొనగలవు. అందువలన క్లోరీన్ పరమాణువులు కుడివైపునగాని, ఎడమవైపునగాని నిలుకడగా స్తంభించిపోయి ఉండుటకు వీలులేదు. ఈ కారణమున చిత్రములలో చూపిన విన్యాసభేదములు ప్రయోగసాధ్యములు కావు.

కాని రెండు కార్బన్ పరమాణువులును యోజనీయద్విబంధముచే (ఎతిలీన్ అణురచనలోవలె) కలుపబడినపుడు ఒక కార్బన్ పరమాణుసమచతుస్రలకము ఇంకొకదానితో అంచునకంచు కలిసియుండును. ఇట్టి పరిస్థితులలో ప్రత్యేక కార్బన్ పరమాణువుల భ్రమణ స్వాతంత్ర్యము అంతరించినది.

అందువలన కుడి ఎడమలు మారుటకు వీలులేకుండ దిగ్బంధములైనవి. ఈ సన్నివేశము ఏ యౌగికములందు సిద్ధించినను ఆ చోట్ల నెల్ల జ్యామితీయ సమాంగరూపత ఒడముచుండును (చూ. కాంతిచైతన్యము - పు. 241). మే. వ. న.

సమ్మర్ ఫెల్ట్, ఆర్నోల్డ్ (జననము 1868): జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని. భౌతికశాస్త్ర షేత్రమందు ఈయన

మొదటి పరిశోధన భ్రమణదర్శకము (గైరోస్కోప్) ను గురించి జరిగినది; తరువాత రేడియోతరంగవ్యాప్తి పరీక్షా విషయమయినది. క్వాంటంవాదమునకు మెరుగుపెట్టి, దానిని వర్ణమాలరేఖలకు, బోర్ పరమాణుప్రతికృతికి అన్వయింపచేయుట ఈయన ముఖ్యశాస్త్రవిజయము. ధాతువులయందు వాయురూపమున వ్యాప్తమై ఉన్నవి అనుకున్న ఎలక్ట్రాన్లకు, ఫెర్మీచే సృజించబడిన సాంఖ్యిక శాస్త్రవద్దతిని అన్వయింపచేసి, ధాతుస్థితినిగురించిన సిద్ధాంతమును ఒకదానిని కల్పించెను. మే. వ. న.

సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ : చూ. గంధకము - పు. 315.

సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ : చూ. గంధకము - పు. 313.

సాపేక్షతావాదము : కాంతి సెకనుకు 1,86,000

మైళ్ళ వేగముతో ప్రసరించును. ఈ ప్రసరణకు ఏదో ఒక యానకము ఉండవలెను. నీటిలోని అలలకు నీరు యానకమైనట్లు, కాంతి తరంగములకు యానకముగా ఈతర్ అనుదానిని శాస్త్రజ్ఞులు భావించిరి. ఈతర్ (చూ. ఈతర్ - పు. 213) విశ్వమంతయు నిండియున్నదనియు, ఇది నిలుకడగా ఉండు మహాసముద్రమువంటిదనియు, సర్వప్రపంచము దీనిలో మునిగి ఉన్నదనియు నిశ్చయింపవలసివచ్చినది. ఈతర్లో మునిగి భూమి సూర్యునిచుట్టు సెకనుకు 185 మైళ్ళ వేగముతో దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యయందు తిరుగుచున్నది. పడవలో ప్రయాణముచేయునప్పుడు గట్టువైపు చూచినచో గట్టుమీడిచెట్లు వెనుకకు వెళ్ళుచున్నట్లు కనపడునట్లే ఈతర్ భూమిని వదలి వెనుకకు ప్రవహించుచున్నట్లు కనపడవలెను. ఈ ప్రవాహమును 'ఈతర్ డ్రిఫ్ట్' అందురు.

ఈతర్ ప్రవాహమునకు ఎదురుగాను, వాలుగాను, కొంతదూరము కాంతి వెళ్ళి తిరిగివచ్చుకాలము, అంతే దూరము ప్రవాహమునకు అడ్డముగావెళ్ళి తిరిగివచ్చిన కాలముకంటె, ఎక్కువయని లెక్కకట్టి చూపవచ్చును. ఇట్లు కలుగు కాలభేదమునుపట్టి ఈతర్ డ్రిఫ్ట్ యొక్క వేగమును ప్రయోగములచేత తెలిసికొనవలెనని ప్రయత్నములు జరిగినవి. అందు ముఖ్యమైనవి: మైకేల్సన్, మార్లే (చూ. పు. 213) అను ఇద్దరు విజ్ఞానులు చేసిన (1887-1897) ప్రయోగములు. కాని వాటివలన ఈ కాలభేదము గుర్తించబడలేదు. అయితే ఈతర్ వెనుకకు ప్రవహించుచుండుట లేదా, ప్రవహించుచున్నను కారణాంతరముచేత దానిని గుర్తించలేకున్నామా అని సందేహము కలిగినది.

లోరెన్స్ - ఫిట్స్ జెరాల్డ్ సంకోచము : పైనిచెప్పిన కాలభేదమును లెక్కపెట్టుటకు రెండుఊహలు ఆధారములు :



1. ఈతర్ ప్రవాహమునకు ఎదురుగా ప్రసరించుచున్నప్పుడు కాంతియొక్క వేగము తక్కువగాను, వాలుగా ప్రవహించుచున్నప్పుడు ఎక్కువగాను ఉండును అనునది. ప్రవాహమునకు ఎదురుగాను, వాలుగాను పోవు ఈతగాని వేగమును ఇట్లేగదా మనము లెక్కించు చున్నాము.

2. ప్రవాహమునకు ఎదురుగావెళ్ళి, వాలుగా తిరిగివచ్చిన దూరము, ప్రవాహమునకు అడ్డముగావెళ్ళి, తిరిగివచ్చిన దూరము సమానము అనునది. ఈ రెండుఊహలు సరియైనవా, కావా అని ప్రశ్నవేసికొనవలసి ఉన్నది. మొదటివిషయము సరియైనదే కాని, రెండవవిషయము సరియైనది కాదు అని ఫిట్స్జెరాల్డ్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు అన్నాడు. ప్రవాహమునకు వాలుగా, సమానాంతరముగా అనగా భూమియొక్క గమనమునకు కూడ సమానాంతరముగా ఉన్నదూరము, అడ్డముగా ఉన్నదూరము కంటె పొట్టిగా ఉండును. అందుచేత ప్రవాహమునకు వాలుగా కాంతి వెళ్ళివచ్చుటకు పట్టు కాలము తక్కువగా ఉండును. అందుచేత కాలభేదము ఉండదు అని అతడు అన్నాడు. ఉత్తమాటలవల్ల ప్రయోజనములేదు; అది సహేతుకముగా ఉండవలెను కదా అని శాస్త్రజ్ఞులు అన్నారు. అప్పుడు లోరెన్స్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు సహేతుకముగా లెక్కను కట్టి చూపించినాడు. అడ్డములోను, వాలులోను దూరములు సమానముగా ఉండునట్లు కొలిచి ఏర్పాటుచేసినాము గదా! వాలుగా ఉన్న కొలత తగ్గితే కొలబద్దతో కొలిచినప్పుడు ఎందుకు తెలియదు అని సందేహము కలుగవచ్చును. ఈ కొలబద్దనుకూడ ప్రవాహమునకు వాలుగా ఉంచియే దూరమును కొలువవలెను. కనుక కొలబద్దకూడ పొట్టియైపోవును. అందుచేత కొలతలో భేదము గోచరించదు అని సమాధాన పడవలసి ఉన్నది. దీనినిబట్టి అన్ని వస్తువులకు గమనవేగమునకు వాలుగాఉన్న కొలతలు తగ్గును (200 కోట్లలో ఒక భాగము), అడ్డముగా ఉన్న కొలతలు తగ్గవని తేలినది. ఈ పర్యవసానమును 'లోరెన్స్ - ఫిట్స్జెరాల్డ్ సంకోచము' అందురు.

ద్రవ్యములయందు ఋణవిద్యుత్ కణములగు ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నవి. అందుచేత ద్రవ్యములకు విద్యుత్ ధర్మము ఉండును. అట్టి విశేషధర్మమును ఆధారము చేసికొని లోరెన్స్ లెక్కకట్టి చూపినాడు. ద్రవ్యముల సర్వసాధారణ ధర్మము ఆధారముగ స్వీకరించి కట్టిన ఈ లెక్క ఇంకను సమంజసముగా ఉండునని శాస్త్రజ్ఞులు ఆలోచించు సమయమున ఐన్ స్టయిన్ (చూ. పు. 232) విశేషసాపేక్షతా సిద్ధాంతమును 1905 లో ప్రచురించినాడు. ఇది ద్రవ్యముల

సామాన్య గుణములకు సంబంధించినట్టిది. దీనికి మూలాధారములగు సూత్రములు రెండు :

1. మార్పులేని వేగముతో, సరళరేఖలో ఒకవస్తువు ప్రయాణము చేయునప్పుడు దాని గమనమునుగాని, వేగమునుగాని ఇతరవస్తువుయొక్క సంబంధము, అపేక్ష లేనిదే గుర్తించ వీలులేదు. గమనము సాపేక్షము. నిరపేక్షమగు గమనము లేదు.

అందుచేతనే ఈతర్ లో పోవుచున్న మనము, మనభూమి మీదనే చేయు ప్రయోగముల ద్వారా ఈతర్ డ్రిఫ్టును గుర్తించలేక పోయినాము.

2. కాంతియొక్క వేగము ఎప్పుడును మారదు. కాంతిని ఇచ్చు వస్తువుయొక్కగాని, కాంతివేగమును కనిపెట్టు పరిశోధకునిగాని, గమనవేగములతో సంబంధములేక వాటి వలన ఏ మార్పును చెందక, స్వతంత్రించి కాంతియొక్క వేగము ఉండును. కాంతివేగముకంటె మించినవేగమే విశ్వమందు దేనికిని ఉండవీలులేదు.

దీనిని బట్టి ఈతర్ ప్రవాహమునకు వాలుగాగాని, ఎదురుగాగాని పోవుచున్న కాంతియొక్క వేగము పాచ్చదు; తగ్గదు. కాంతివేగము మార్పుచెందునని అభిప్రాయపడి కట్టిన కాలభేదము సత్యమైనది కాదు కనుకనే, మైకేల్సన్, మార్లే (చూ. మిథోఫుట్టన మాపకము - పు. 533) చేసిన ప్రయోగమునుండి నిగమించబడిన ఊహ సరియైనది కాదు.

ఈ రెండును చాల విశాలములును, గంభీరములును అగు సూత్రములు. వీటితో అనేకములగు ఫలితములు సాధించబడినవి. అందలి ముఖ్యాంశములు ఇచ్చట పొందు పరచబడినవి:

(i) వస్తువులయొక్క పొడవు, అడ్డము, ఎత్తు మొదలగు కొలతలు, రెండు సంఘటనలమధ్యగల కాలము, ద్రవ్యములయొక్క ద్రవ్యరాశులు కొలుచుచున్నాము. ఈ కొలతలు అన్నియు ఎవరు ఎప్పుడు కొలచినను మారవని నమ్ముచున్నాము. ఈ నమ్మకములు పరియైనవికావని సాపేక్షతావాదము చెప్పుచున్నది. ఈ కొలతను కొలుచువానియొక్క వేగమునుబట్టి కొలతలు మారుచుండును. వేగము పెరిగిన కొలది కొలతలలో వ్యత్యాసము పెరుగుచుండును. పరిశోధకుని గమనవేగము సెకనుకు 1,61,000 మైళ్ళయినచో, ఒక గజము అరగజముగా గోచరించును. గంట కాలమును అర్ధగంటగా గడియారములు చూపును. ద్రవ్యములయొక్క ద్రవ్యరాశి రెట్టింపగును.

సెకనుకు 10,000 మైళ్ళ వేగముతో నెమ్మదిగాపోవు పలు విధములగు ఎలక్ట్రాన్లను ప్రయోగముల వలన సృజించవచ్చును. ఈ వివిధవేగములుగల ఎలక్ట్రాన్ల ద్రవ్యరాశులు కొలువబడినవి. సాపేక్షతాసిద్ధాంతరీత్యా వీటి వేగమునుబట్టి వీటిద్రవ్యరాశి ఎంతెంత ఉండవలెనో అంతే ఉన్నదని నిర్ధారణయైనది. గతి భేదమువలన ద్రవ్యరాశిలో భేదము కలుగునని రుజువైనది. వేరు వేరు గమనములుగల ఇద్దరు పరిశోధకులు ఒకటే దృశ్యమును



## సాపేక్షతావాదము

పరిశీలించి, దూరములు, సంఘటనల మధ్యకాలములు, కొలచినచో ఆ కొలతలు భేదముగా ఉండును. అయితే వీటిలో ఏది సత్యము అని ప్రశ్న కలుగుచున్నది. ఎవరి పరిస్థితినిబట్టి వారికి గోచరించి నది వారికి సత్యమని చెప్పవలెను. సత్యము సాపేక్షమని చెప్ప వలసి వచ్చును. నిరపేక్షమగు, శుద్ధమగు దూరకాల, ద్రవ్య ప్రమాణములు ఉండవని సాపేక్షతావాదము.

(ii) ఒక ఊరినుండి ఇంకొక ఊరికి దూరము నిర్ణయించుటకు ఊరిలోని దేవాలయముగాని, గ్రామచావడిగాని ఏర్పాటుచేసికొని అక్కడినుండి దూరములు లెక్కపెట్టుదుము. పొలముయొక్క వైశాల్యము కొలువవలెనన్న దాని పొడవు, వెడల్పులు కొలు తుము. అనగా ఒక ప్రదేశముయొక్క వైశాల్యమును దాని పొడవు, వెడల్పు అను రెండుకొలతలచేత నిరూపించుచున్నాము. అందుచేత వైశాల్యమునకు నిరూపకములు పొడవు, వెడల్పు-రెండు అని అందురు. ఇట్లే ఒక వస్తువుయొక్క ఘనపరిమాణమును కొలుచుటకు పొడవు, వెడల్పు, ఎత్తు అను మూడుకొలతలు కావలెను. అందుచేత ఘనపరిమాణమునకు, అవకాశమునకు నిరూపకములు మూడు అని అందుము. ఇక ఏదైన ఒక సంఘటన జరిగినచో అది ఎక్కడ జరిగినది, ఎప్పుడు జరిగినది అని ప్రశ్న వేసికొనెదము. సంఘటనలు ఒక ప్రదేశమందు (అవకాశమందు), ఒక కాలమందు జరుగుచుండును. అందుచేత సంఘటనలను నిరూ పించుటకు అవకాశము, కాలము రెండునూ కావలెను. అందుచేత సంఘటనలకు, అవకాశముయొక్క నిరూపకములు మూడు, కాలముయొక్క నిరూపకము ఒకటిచేరి, నాలుగునిరూపకములు అన్నమాట. ఇవి పొడవు (X), వెడల్పు (Y), ఎత్తు (Z), కాలము (T) అనునవి. చరిత్రలోని సంఘటనలన్నింటికిని ఇది వర్తించును. ఏసంఘటనయైనను ఒకచోట, ఒక కాలమందు జరుగుచున్నది. కాని ప్రత్యేకించి అవకాశమందేకాని, కాలమందేకాని జరుగుట లేదు. అందుచేత మనము వ్యవహరించు ప్రపంచమును అవకాశ కాలములతో అన్యోన్యము మిళితమైన అవకాశకాలప్రపంచముగా భావించవలసి ఉన్నది. దీనిని చతుర్నిరూపకప్రపంచము అందురు. దీనిని X, Y, Z, T, అను నాలుగు నిరూపకములు నిరూపించగలవు. ఇందలి సంఘటనలు అన్నింటికి ఈనాలుగే నిరూపకములు. ఒకే సంఘటనయొక్క నిరూపకముల ప్రమాణములు, గమనభేదము చేత ఇద్దరు పరిశోధకులకు వేర్వేరుగా గోచరించును, ఆప్రమాణ ములు ఒకరికి  $X_1, Y_1, Z_1, T_1$ , అయితే ఇంకొకరికి  $X_2, Y_2, Z_2, T_2$  కావచ్చును. కాని ఈరెండు సంఘటనల మధ్యగల అవకాశ-కాలాంతరముమాత్రము ఇద్దరికి సమానముగానే ఉండునని లెక్క కట్టి చూపవచ్చును. రెండు సంఘటనల మధ్యగల ఈ అంతరమును జియోడెసిక్ అందురు.

ఈ విశేష సాపేక్షతా సిద్ధాంతము వలన కొన్ని క్రొత్త విషయములు గ్రాహ్యమగుచున్నవి. కొన్నిటిని క్రింద వివరించడమైనది :

(i) నెకనుకు 1,86,000 మైళ్ళవేగము (కాంతియొక్కవేగము) వస్తువుకు కలిగినప్పుడు కాలము స్తంభించిపోవును. అనగా కాల మానము ఉండదు; నిత్యత్వము (చావులేనితనము) సిద్ధించును. ఈవేగముతో పైకి పోగలిగినచో ఘనద్రవ్యములు ఎత్తులేనట్లుగా

గోచరించును. అనగా పొడవు, వెడల్పు మాత్రమే కలవీయై ఉండును. మూడవ నిరూపకమగు ఎత్తు లోపించును. (ii) అవ కాశము విశాలమని, అందలి స్థలములన్నియు నిత్యముగా ఉన్నవని, కావలసిన చోటుకు అవసరమైతే వెళ్ళవచ్చునని, మనము వెళ్ళక పోయినను ప్రపంచమందు ఆయాప్రదేశములు ఉండునని మనము భావించుచున్నాము. అవకాశము నిత్యముగా ఏర్పాటై ఉన్నదనే మనము అభిప్రాయము కలిగిఉన్నాము. కాని కాలమునుగురించి అట్లు భావించుట లేదు. భూతకాలము వెళ్ళిపోయినది; దానిని ఇంక అనుభవించవీలులేదు అని, ఎప్పుడూ మనము వర్తమానకాలమందే ఉండగలమని, భవిష్యత్తు తెలియదని అభిప్రాయపడుచున్నాము. కాని భూతభవిష్యత్వవర్తమానములు మూడును నిత్యముగా ఏర్పడియేఉన్నవని, మనముచేయు యాత్రలో వాటిలో క్రమముగా ప్రవేశించుటమాత్రమే కలుగుచున్నదని సాపేక్షతావాదము చెప్ప చున్నది. (iii) మనము ఏకప్రదేశమందు భిన్నకాలములలో ఉండ గలుగుచున్నాము. కాని మనకు కాంతి యొక్క వేగము కలిగినచో, ఏకకాలమందు భిన్నప్రదేశములయందు ఉండవచ్చునని సాపేక్షతావాదము. అట్టి వేగము మనకు లేదు; కాని ఉండినచో సర్వాంతర్యాములమై ఉండవచ్చును. (iv) ఒక వస్తువునకు నెకనుకు 1,81,000 మైళ్ళ వేగము కలిగినచో దాని పొడవు సగమగును; దాని ద్రవ్యరాశి రెట్టింపుఅగును. అందుచేత దానిసాంద్రత నాలుగురెట్లుఅగును. ఇట్లే ద్రవ్యములయొక్క గుణపరిమాణములు అన్నియును మారును.

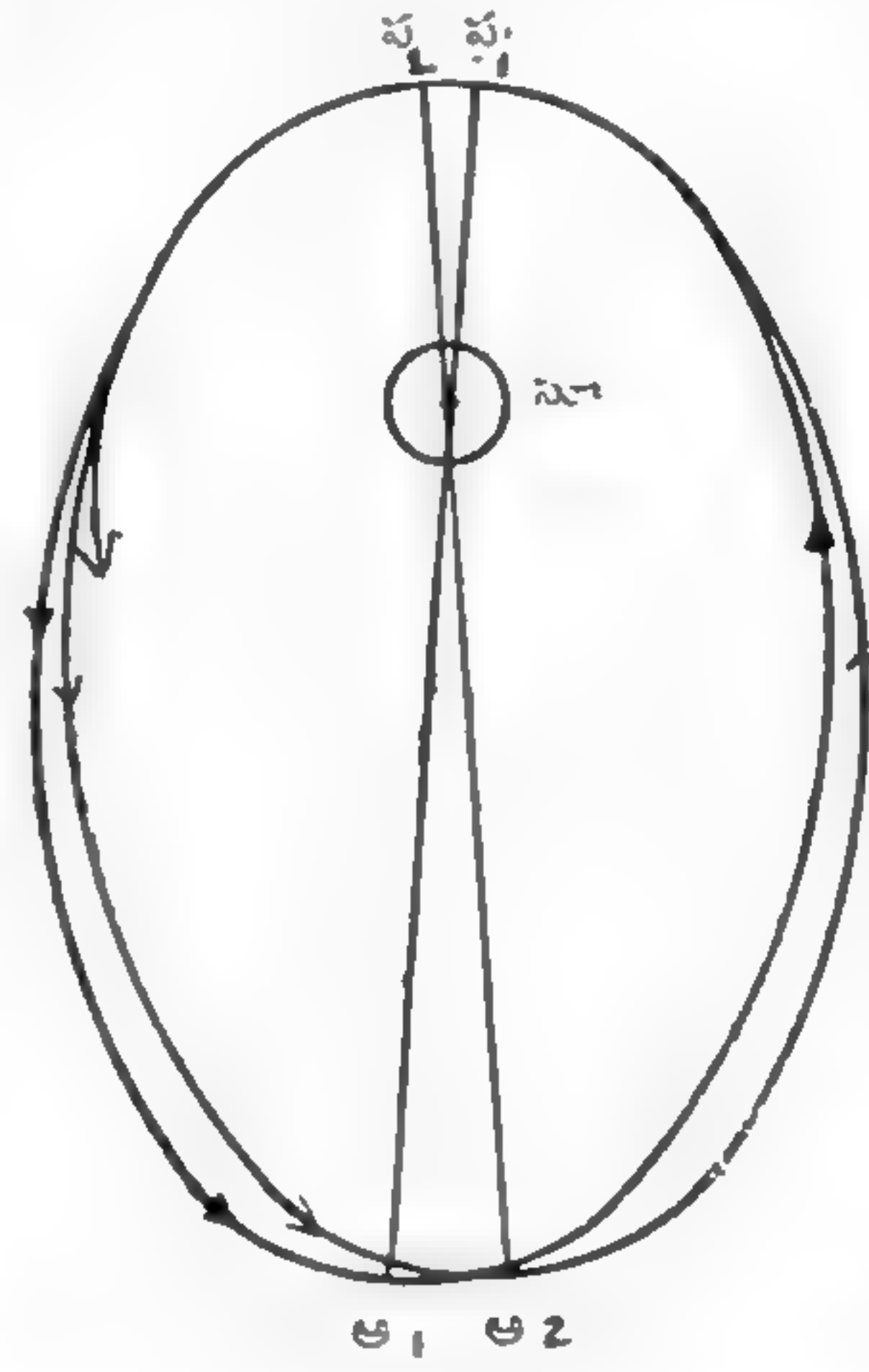
సాపేక్షతా సిద్ధాంతము (సామాన్య): గురుత్వాకర్షణ సూత్రమును న్యూటన్ ప్రతిపాదించెను. రెండువస్తువుల ద్రవ్యరాశులు  $m_1, m_2$  అయి, వాటి మధ్యదూరము  $d$  ఐతే వాటి రెండింటిమధ్య ఆకర్షణబలమును  $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$  అను సూత్రముచేత లెక్కించవచ్చునని న్యూటన్ చెప్పెను. 'G' ఒకస్థిరాంకము (చూ. గురుత్వాకర్షణము - పు. 324).

సాపేక్షతా సిద్ధాంతరీత్యా ద్రవ్యరాశుల ప్రమాణము వాటి గమనవేగముతో మారుచుండును. కనుక గమనము ఉన్నప్పటి ద్రవ్యరాశినా, గమనములేనప్పటి ద్రవ్యరాశినా ఈసూత్రములో తీసికొనవలసినది అని సందేహము ఏర్పడు చున్నది. ఇదిగాక రెండింటి మధ్యగల దూరముకూడ గమ నమువలన మారును గనుక, దానిని ఎట్లు నిర్ణయించుట అని ఇంకొకసందేహము. గురుత్వాకర్షణసూత్రానుసారమే గ్రహములన్నియును సూర్యునిచుట్టు దీర్ఘవృత్తములలో తిరుగుచున్నవి. అంతరాళమందు నిరాధారమగు రాయి నేలపైన పడుచున్నది. భూమిమీద పడుచున్న ఈ రాతి యొక్క వేగము స్థిరముగాఉండక ఊడఊడము వృద్ధిచెందు చున్నది. సరళరేఖలో స్థిరమైనవేగమును పొందియున్న గమనము గురించియే విశేషసాపేక్షతా సిద్ధాంతము చెప్ప చున్నది; వేగవృద్ధిగల గమనమునుగురించి చర్చించలేదు. గురుత్వాకర్షణను, దానివలన కలుగు గమనము, వేగ



వృద్ధిని సాధించుటకై విశేషసాపేక్షతాసిద్ధాంతమును విశాల పరచి సామాన్యసాపేక్షతాసిద్ధాంతముగా మార్చి 1915 లో ఐన్‌స్టయిన్ ప్రచురించినాడు. ఈనూతన సిద్ధాంతమువలన కలుగుచున్న అభిప్రాయములను కొన్నింటిని విచారితము: 1. విశేషసాపేక్షతాసిద్ధాంతములో మార్పులేని వేగముతో సరళరేఖలో కాంతి ప్రసరించుచుండునని భావించితిమి. అవకాశ-కాలమునకు సర్వత్ర ఏకగుణము స్వభావము అని, అందుచేత వెలుతురు సరళరేఖలో పోవుట తటస్థించుచున్నదని భావించినాము. సామాన్యసాపేక్షతాసిద్ధాంతములో అవకాశ-కాలమునకు సర్వత్ర ఏకగుణములేదని, గురుత్వాకర్షణగల క్షేత్రములో, అనగా ఒకద్రవ్యరాశి ఉన్నచోట, అవకాశ-కాలమునకు గుణభేదము కలుగునని, ఆ గుణభేదమే గురుత్వాకర్షణకు కారణమని, గురుత్వాకర్షణగల ప్రదేశములో వెలుతురు సరళరేఖలో పోదని, వంపుమార్గమును పట్టునని భావించవలసిఉన్నది. ద్రవ్యరాశి ఉండుటచేతనే, దాని సమీపమందలి అవకాశ-కాలమునకు గుణభేదము కలుగుచున్నది. ద్రవ్యరాశికి దూరమందున్న క్షేత్రముగురించిన గణితము యూక్లిడ్ క్షేత్రగణితమని, అనగా సమతలక్షేత్రగణితమని, ద్రవ్యరాశికి దగ్గరనున్న క్షేత్రమును నూతనక్షేత్ర గణితముచేతగాని, నిరూపించలేమని ఐన్‌స్టయిన్ స్పష్టపరచినాడు. ఈ నూతన క్షేత్రగణితము చతుర్విధాపకప్రదేశములకు సంబంధించినది. 2. నిరాధారమైన ద్రవ్యకణము ఏవంపూలేని అవకాశములో వంపైనమార్గములో పడుచున్నదని న్యూటన్ అంటే, కాదు అవకాశమునకే వంపున్నది; నిరాధారమైన ద్రవ్యకణము వంపుగల అవకాశమందు వంపులేని సరళమైనమార్గములో పడుచున్నదని ఐన్‌స్టయిన్ అన్నాడు. 3. ఇలాగున అవకాశకాలములందు గుణభేదములు పుట్టుచున్నవని ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతమువలన క్లిప్తమగు సమస్యలకు తేలికగా సమాధానములు ఏర్పడినవి. ఖగోళమందు దూరముననున్న గోళములు ఒకదానిని ఒకటి ఆకర్షించుకొనుచున్నవే. వాటి మధ్య ఈ ఆకర్షణ ఎట్లు క్రియారూపమును దాల్చుచున్నది, దూర క్రియయొక్క స్వరూపము ఎట్టిది, ఈ ఆకర్షణ అనంతమగు వేగముతో, ఎంతదూరమైనను తక్షణమందే ఎట్లు కలుగుచున్నది, అను సంశయములకు న్యూటన్ సిద్ధాంతము సమాధానము ఇవ్వలేకపోయినది. సామాన్యసాపేక్షతా సిద్ధాంతము ఈ సంశయములను నివారించినది. ఇంతేకాక గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతముచేత సాధింప వీలులేని కొన్నింటిని సామాన్యసాపేక్షతాసిద్ధాంతము సాధించగలిగినది. ఇందుకు మూడు ఉదాహరణములు: (i) సూర్యుని చుట్టును బుధగ్రహము

చాల దగ్గరగా దీర్ఘవృత్తములో తిరుగుచుండును. ఈ దీర్ఘవృత్తముయొక్క ఒక నాభియందు సూర్యుడు (సూ)

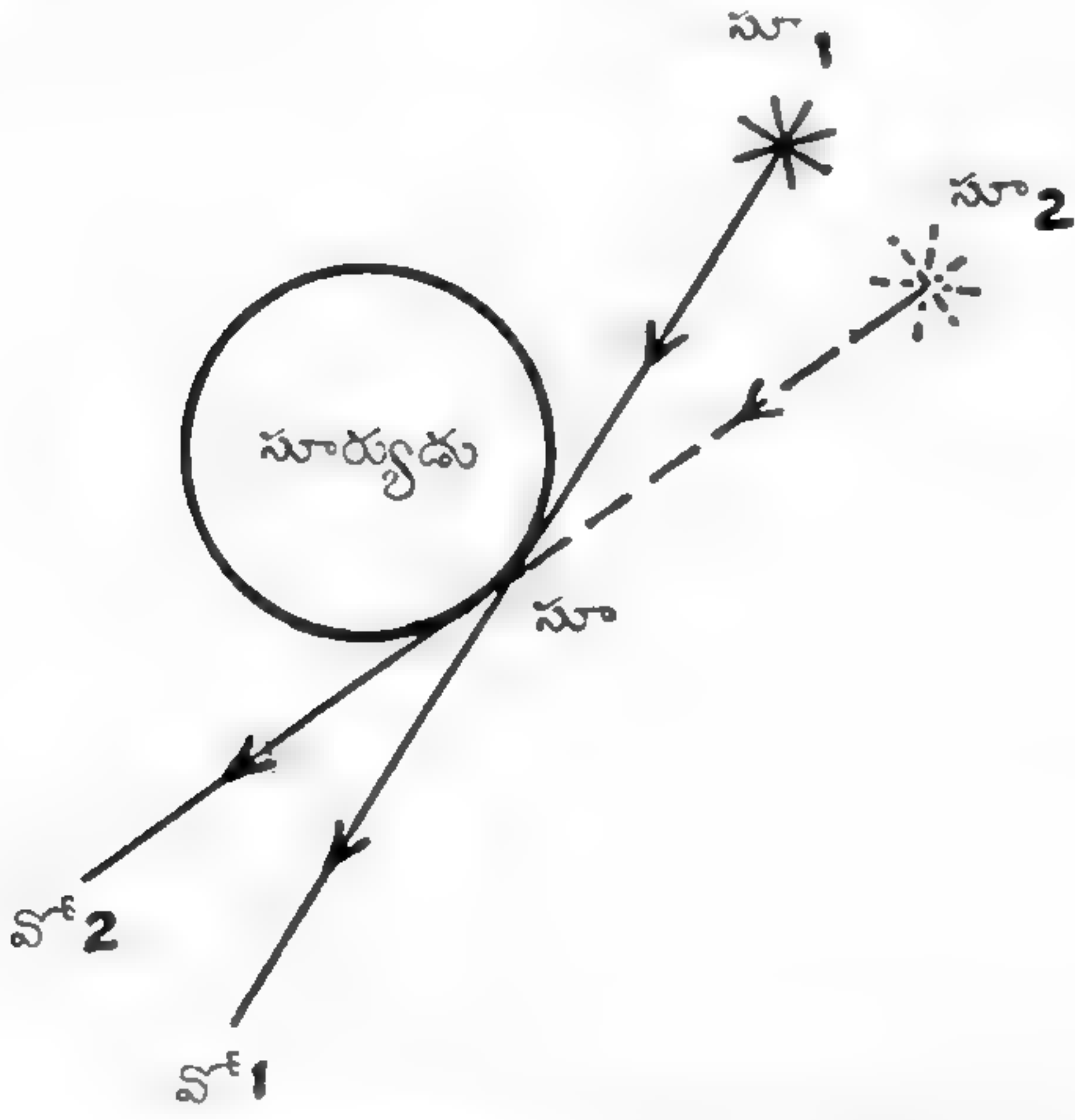


బుధగ్రహముయొక్క అగ్రచలనము నుండక పృ, అ2 అను స్థానము నాక్రమించును. ఈ భ్రమణమును అగ్రచలనము అని అందురు. నూరేండ్లలో బుధగ్రహముయొక్క కక్ష్య అక్షము స్థిరముగా నుండక పృ, అ2 అను స్థానమును ఆక్రమించును. ఈ భ్రమణమును అగ్రచలనము అని 43 సెకను (43'') ల కోణము పరిభ్రమించును. న్యూటన్ సిద్ధాంతములనుబట్టి, గతిగణితమునుబట్టి ఈ భ్రమణమును సాధించవీలులేదు. సామాన్యసాపేక్షసిద్ధాంతముచేత దీనిని ఐన్‌స్టయిన్ సాధించి సరియగు లెక్కకట్టి చూపించినాడు. (ii) కాంతికిరణము గురుత్వాకర్షణక్షేత్రమందు వంపుగా పోవునని చెప్పిఉంటిమి. సూర్యునివంటి గోళము, కాంతికిరణమును తనవైపునకు ఆకర్షించి కిరణమార్గమును వంచును. కాంతికూడ ద్రవ్యమువలె గురుత్వాకర్షణకు లోనగుచున్నది. అనగా వెలుతురునకుకూడ భారమున్నదన్నమాట. ఈ అపరిచితమగు విషయము సాపేక్షతా సిద్ధాంతమునకు పెద్ద పరీక్షవంటిది. దీనిని రుజువుచేయుటకై ప్రయోగములు చేసి చూచిరి. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ కాలమందు, సూర్యగోళమునకు అత్యంతసమీపమందున్న నక్షత్రములతో కూడిన ఆకాశభాగమును ఛాయాచిత్రము తీయవచ్చును. కొన్నిమాసములతరువాత సూర్యుడు ఆ నక్షత్రములనుండి దూరముగా వెళ్ళినతరువాత, ఆ ఆకాశభాగమునే తిరిగి ఛాయాచిత్రము తీయవచ్చును. రెండు ఛాయాచిత్రములలోను నక్షత్రములస్థానములు భేదముగా ఉండును (చూ. పటము - పు. 734). రెండవ ఛాయాచిత్రములో 'వో1' అనుచోట కనపడు నక్షత్రము మొదటి దానిలో 'వో2' అనుచోట కనపడును. నక్షత్రకాంతి



సాలిసిలిక్ ఆసిడ్

మార్గము, సూర్యగ్రహణకాలమందు, సూర్యబింబమును రాచుకొని పోవుచుండుటచేత సూర్యునిచేత ఆకర్షింపబడును.



సూర్యునిదగ్గరగా ప్రసరించు కాంతికిరణముయొక్క వంపు అందుచేత 1.75 సెకను (1.75") ల కోణము వంపుతిరుగునని సామాన్య సాపేక్షతావాదము చెప్పుచున్నది. న్యూటన్ సిద్ధాంతరీత్యా ఈ కోణము యొక్క ప్రమాణము ఇందులో సగముమాత్రమే అని లెక్కతేలుచున్నది. ప్రత్యక్షముగా కొలిచి చూడగా 1.75 సెకనులు ఉండెను. అందుచేత సాపేక్షతావాదము సరియైనదని రుజువైనది. [సూర్యునికి దూరముగానున్న నక్షత్రముల కాంతియొక్క మార్గము సూ<sub>1</sub> సూ<sub>2</sub> అను సరళమార్గమును పట్టును. సూర్యునికి దగ్గరగా వెళ్లునపుడు సూ<sub>1</sub> సూ<sub>2</sub> అను వంపు మార్గమును పట్టును]. (iii) సూర్యుడు మొదలగు నక్షత్రముల కాంతిని వర్ణమాలదర్శనితో పరీక్షించినచో ఎరుపునుండి నీలము వరకు రంగులు కనబడును. ఎరుపురంగుయొక్క తరంగ దైర్ఘ్యము తక్కినరంగులకంటె పెద్దది. వర్ణపటములో ఎడమచివర ఎరుపురంగు, కుడిచివర నీలమురంగు ఉండును. వర్ణమాలలో (చూ. పు. 817) నిలువుగా కొన్ని రేఖలు ఉండును. నక్షత్రములయందున్న మూలద్రవ్యములవలన ఈ రేఖలు కలుగును. సోడియమ్ అను ధాతువుచే కలిగిన రేఖను D రేఖ అందురు. ఏ నక్షత్రమునుండి వచ్చిన D రేఖకైనను తరంగ దైర్ఘ్యము ఒకటే అని సాధారణముగా చెప్పవచ్చును. కాని మిక్కిలి గురుత్వాకర్షణగల నక్షత్రములనుండి వచ్చిన D రేఖయొక్క తరంగ దైర్ఘ్యము గురుత్వాకర్షణ తక్కువగానున్న గోళముల యందలి D రేఖయొక్క తరంగ దైర్ఘ్యముకంటె ఎక్కువగా ఉండునని సాపేక్షతావాదము చెప్పుచున్నది. భూమికంటె సూర్యుని గురుత్వాకర్షణ చాల ఎక్కువ. సిరియస్ అను నక్షత్రము యొక్క సహచరనక్షత్రము నక్షత్రములు అన్నిటిలో

ఎక్కువ గురుత్వాకర్షణకలది. అందుచేత దానినుండి వచ్చు కాంతియందలి D రేఖయొక్క తరంగ దైర్ఘ్యములను ఏడమ్ అను ఖగోళవిజ్ఞాని కొలచి చూచినాడు. దీని దైర్ఘ్యము భూమిమీద దొరకుచున్న సోడియమ్ (D) రేఖ యొక్క దైర్ఘ్యముకంటె ఎక్కువగా ఉండెను. ఈ భేదము సామాన్యసాపేక్ష సిద్ధాంతరీత్యా ఉండవలసిన భేదముతో సరిపోయినది. ఏ ఇతర సిద్ధాంతములవలనను ఈ భేదమును సాధింప వీలుకలుగలేదు. అందుచేత ఈ పరీక్షయందు కూడ సామాన్య సాపేక్షతావాదమే జయము పొందినది.

ఈ ఉదాహరణములనుబట్టి న్యూటన్ సిద్ధాంతము పనికి రానిదనిఎంచరాదు. ప్రకృతిలోనివిషయములగురించి స్థూలముగా నిర్దేశించవలసినప్పుడు న్యూటన్ సిద్ధాంతము సరిగానే ఉండును. అతివేగముకల విషయములయందు, సూక్ష్మముగా విషయగ్రహణము అవసరమైనప్పుడు ఐన్ స్టయిన్ సిద్ధాంతము అవసరముండును. వ్యవహారములో కావలసిన సర్వవిషయములకు న్యూటన్ సిద్ధాంతము చాలును.

సాపేక్షతాసిద్ధాంతము వలన భౌతిక శాస్త్రములయందు నూతనయుగము ప్రారంభమైనది. సంప్రదాయసిద్ధమగు భౌతికవిజ్ఞానశాస్త్రములోని మూలసిద్ధాంతములను సాపేక్షతావాదము తలక్రిందు చేసినది. విశ్వమందలి నక్షత్రముల గురించి, అతిదూరమందున్న మబ్బులవంటి నెబ్యులాల గురించి, సూక్ష్మాతిసూక్ష్మమగు పరమాణు ప్రపంచము గురించి, ఉన్న భావములలో ఈ సిద్ధాంతము మార్పులు కలిగించినది. భూమి గుండ్రముగా ఉన్నటులనే, విశ్వమంతయు బ్రహ్మాండమైన ఒక గోళాకారముగా ఉండవచ్చునని సూచించినది. ఇట్లు అనేకరీతుల భౌతిక విజ్ఞానము యొక్క పురోగమనమునకు సాపేక్షతా సిద్ధాంతము మిక్కిలి తోడ్పడినది.

వి. ఆ. రా.

సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ : చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 177.



మేఘనాథ్ సాహు

సాహు, మేఘనాథ్ (1893 - 1956): ఢక్కాలోను. కలకత్తాలోను చదువుకొని, పట్టభద్రుడైన తరువాత మేఘనాథ్ సాహు కలకత్తాలోనే (1917 - 1919) భౌతిక శాస్త్రమందు, వినియక్తగణిత శాస్త్రమందు ఉపన్యాసకుడుగా పనిచేసెను.

తరువాత లండన్ ఇంపీరియల్ కాలేజీలో పనిచేసెను.



1921 లో కలకత్తా యూనివర్సిటీయందు భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడు అయ్యెను. తరువాత ఆయన అలహాబాదు యూనివర్సిటీలో ఆచార్యవదవిని స్వీకరించెను. 1938 నుండి ఆయన మరల కలకత్తా యూనివర్సిటీలో ఆచార్యుడుగా పనిచేసెను. పి. భి. రా.

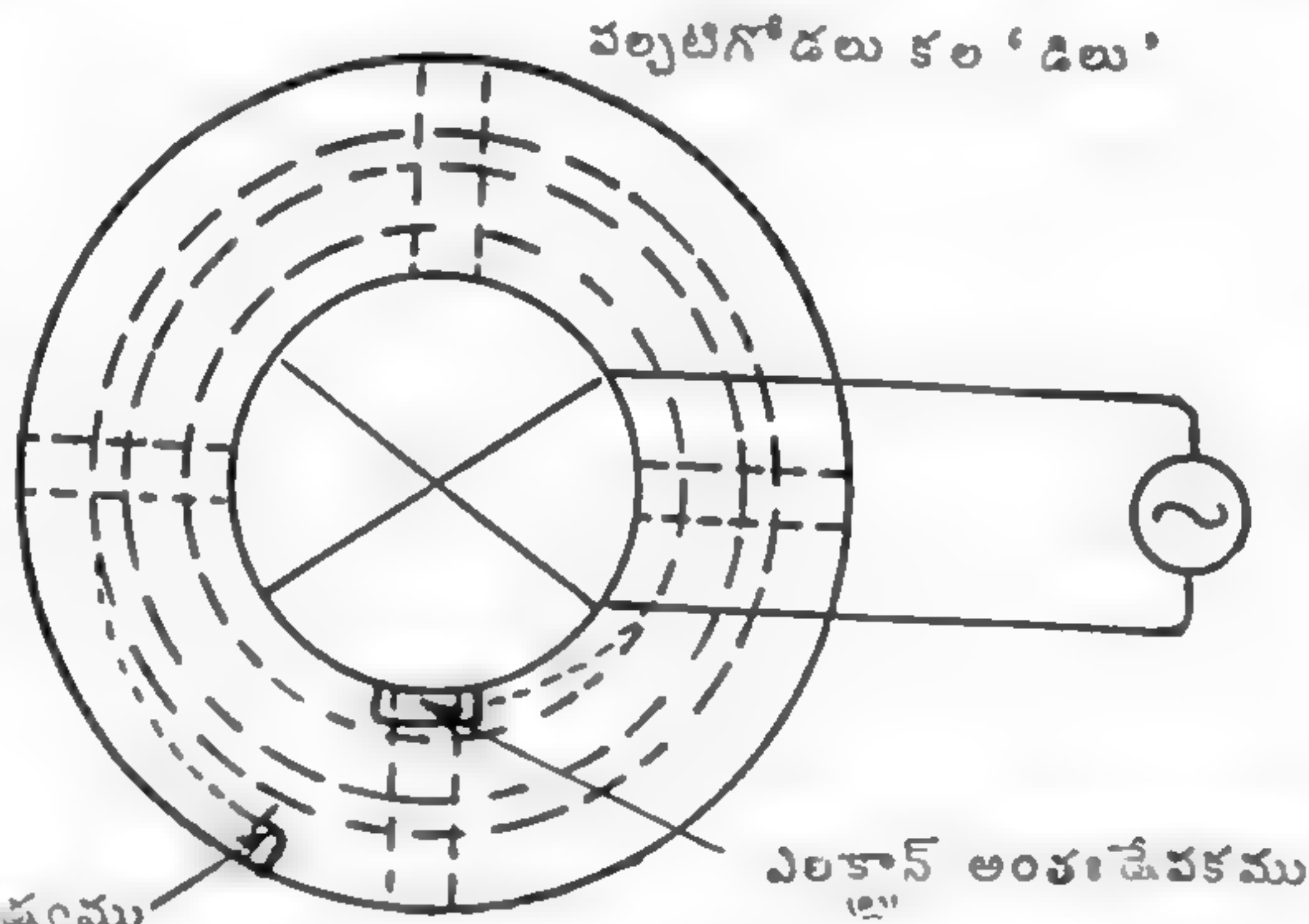
**సింక్రోట్రాన్ :** 1000 మిలియన్ ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్లల శక్తిగల ఎలక్ట్రాన్ కిరణ పుంజములను కల్పింప సామర్థ్యముగల పరికరములలో ఇది ఒకటి. మొట్టమొదటిసారిగా 1945 లో సోవియట్ రష్యా విజ్ఞాని విక్స్లేర్, యునైటెడ్ స్టేట్స్ విజ్ఞాని మాక్మిల్లన్ ఒకేసారి దానితత్వమును ప్రతిపాదించిరి.

ఈ యంత్రము ఖీటాట్రాన్ (చూ. పు. 511) సైక్లోట్రాన్ ల సమ్మేళనము అని చెప్పవచ్చును. ఈ పరికరము లోని అయస్కాంతముల కూర్పు కొద్ది మార్పులతో ఖీటాట్రాన్ లోని కూర్పువంటిదే. ప్రారంభ ప్రరోచన వేగమును వృద్ధిచేయుటకు తగిన రేఖా ప్రవాహమును ఉత్పత్తి చేయ సామర్థ్యముగల ఆయన గర్భమును మాత్రము అధికముగా ఉపయోగింతురు. అయస్కాంతము యొక్క ముఖ్య ఆయనగర్భమును తీసివేసి, దాని స్థానములో అధిక పౌనఃపున్యముగల క్షైస్మాన్ మాదిరి ప్రకంపకమును ఉపయోగింతురు. డౌనట్ (డబ్లీ) యొక్క లోపలి, పై భాగములు రెండింటికని కళాయి వేయబడిఉండును. అవి అనునదకము (రెసొనేటర్) యొక్క భాగములై ఉండును. అయస్కాంతము యొక్క ఆయనగర్భము తృప్తమైనపుడు ఖీటాట్రాన్ యొక్క త్వరణము ఆగి పోవును. అప్పుడు విద్యుత్ షేత్రమును కల్పించి తద్వారా మరికొంత త్వరణమును కలిగింతురు.

కాలిఫోర్నియా (యునైటెడ్ స్టేట్స్) లో తయారగుచున్న పరికరములో 93.5 సెం. మీ. వ్యాసార్థముగల

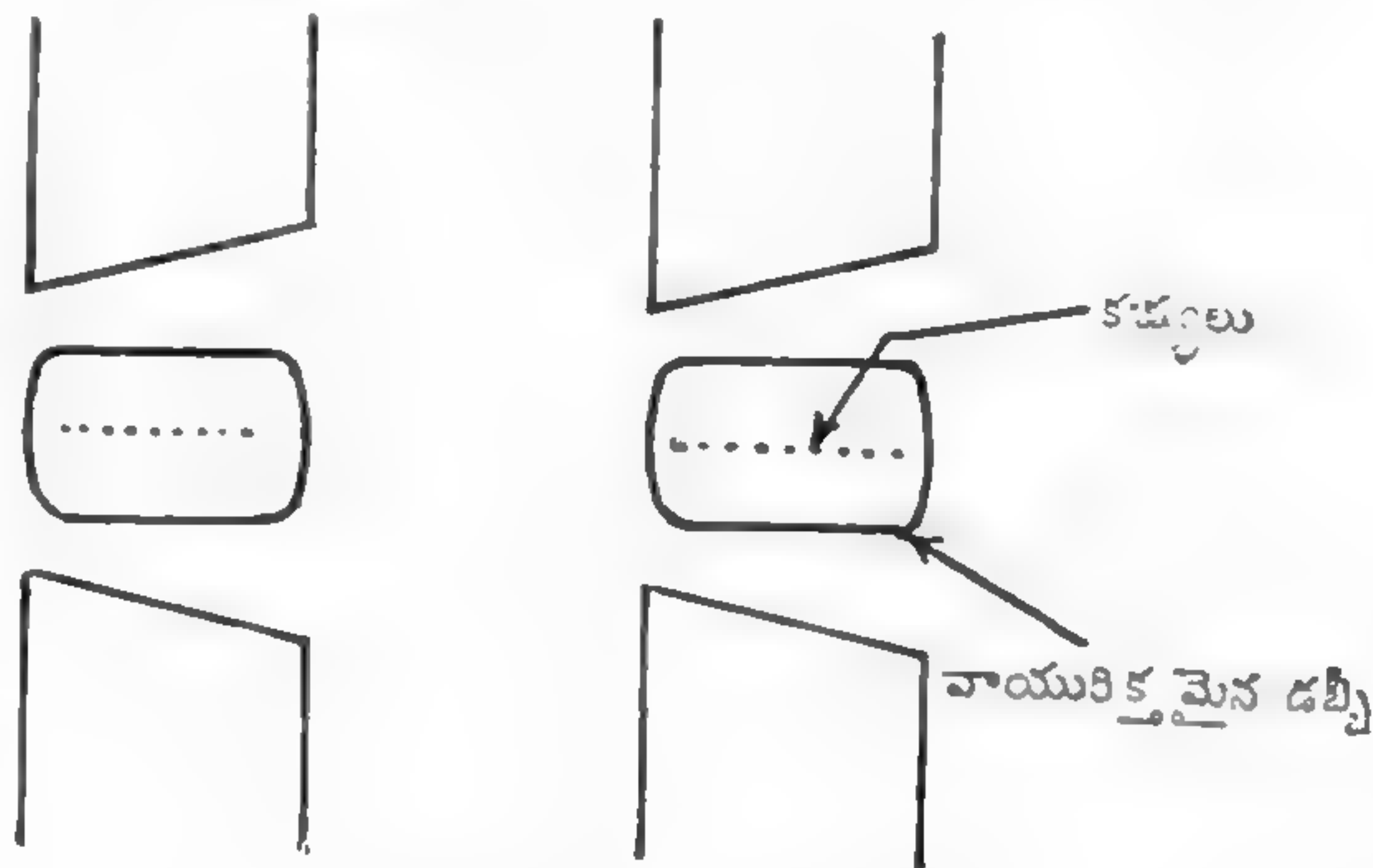
కక్ష్యలోనికి 70 కిలో ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్లు ప్రారంభ శక్తిగల ఎలక్ట్రాన్ లను పంపించుటకు నిశ్చయించిరి. ఖీటాట్రాన్ యొక్క ప్రారంభ క్రియాఫలితముగా, ఆ ఎలక్ట్రాన్ ల శక్తి 2.8 మిలియన్ ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్లకు పెంపొందును. కక్ష్య 98.4 సెంటీమీటరులకు విస్తరించును. ఆసమయములలో 10 కిలోవోల్ట్ల అధిక పౌనఃపున్యపు (47.75 మెగాసైకిళ్లు) వోల్టేజీ చర్యకు ఉపక్రమించి తుట్టతుదకు ఎలక్ట్రాన్ పుంజము యొక్క శక్తిని 300 మిలియన్ ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్లకు పెంపొందించును. జె. భి.

**సింక్రోసైక్లోట్రాన్ :** సైక్లోట్రాన్ నందు రెండు 'డి' (D) ల విద్యుత్ సంజ్ఞలను, ఆ 'డి' ల లోపల పరిభ్రమించుచున్న విద్యుదావిష్టకణముల అర్ధపరిభ్రమణకాలముతో సమాన



మైన కాలములో మార్పు చేయుచుండవలెను కదా! 'డి' ల మధ్యను తిరుగుచున్న విద్యుదావిష్టకణము యొక్క ద్రవ్యరాశి స్థిరముగ నున్నచో దాని అర్ధపరిభ్రమణ కాలముతో సమానమైన అచల పౌనఃపున్యముగల ఆవర్తి (ఎ.సి.) విద్యుత్ ప్రవాహమును ఉపయోగించి

పరిమాణమును పొందినపుడు ఆ కణము యొక్క ద్రవ్యరాశి స్థిరముగా ఉండదు; వేగము హెచ్చిన కొలదియును ద్రవ్యరాశి హెచ్చును. తత్ఫలితముగా దాని అర్ధపరిభ్రమణ కాలము కూడ అధికమగును. అట్టి సందర్భములో 'డి' ల సంజ్ఞలను మార్పు చేయుటకై అచల పౌనఃపున్యముగల ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహమును ఉపయోగించుటవలన ప్రయోజనము ఉండదు. ఆ ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహపు అర్ధప్రకంపన కాలము కూడ ఆ విద్యుదావిష్టకణము యొక్క మార్పుచెందుచున్న అర్ధప్రకంపన



2 వ పటము : సింక్రోట్రాన్

'డి' ల సంజ్ఞలను మార్చవచ్చును. కాని విద్యుదావిష్టకణము యొక్క వేగము కాంతివేగముతో పోల్చదగిన

పరిమాణమును పొందినపుడు ఆ కణము యొక్క ద్రవ్యరాశి స్థిరముగా ఉండదు; వేగము హెచ్చిన కొలదియును ద్రవ్యరాశి హెచ్చును. తత్ఫలితముగా దాని అర్ధపరిభ్రమణ కాలము కూడ అధికమగును. అట్టి సందర్భములో 'డి' ల సంజ్ఞలను మార్పు చేయుటకై అచల పౌనః

పున్యముగల ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహమును ఉపయోగించుటవలన ప్రయోజనము ఉండదు. ఆ ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహపు అర్ధప్రకంపన కాలము కూడ ఆ విద్యుదావిష్టకణము యొక్క మార్పుచెందుచున్న అర్ధప్రకంపన



సింజ్, రిచర్డ్ లారెన్స్ మిల్లింగ్స్

కాలములో అనుగుణముగా మారవలెను. అందుకుగాను ఎక్కువ వేగముగల విద్యుదావిష్టకణములను బడయుటకై సైక్లోట్రాన్ నందు ఏకకాలముననే విద్యుదావిష్టకణ పుంజమును ప్రవేశపెట్టి, ఆ పుంజము యొక్క వేగము వృద్ధి చెందు కొలది

యును, దానికి అనుగుణముగా ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహపు పానః పున్యమును కూడ మార్తురు. ఈ కణపుంజము అన్ని చుట్టులను చుట్టి గరిష్ఠ పరిమాణపు శక్తిని పడసిన పిమ్మట పరికరమునుండి బయటకు వచ్చి వేయును. అటు

పిమ్మట తిరిగి క్రొత్త కణపుంజము ప్రవేశ పెట్టబడును. ఈ విధానమునే మరల ఆచరింతురు.

ఇట్లు మార్పు నొందుచున్న విద్యుదావిష్టకణపుంజ వేగముతో అనుగుణముగా మార్పు నొందుచున్న ప్రకంపన కాలము గల ఆవర్తి విద్యుత్తుతో పనిచేయు ప్రత్యేకరకమైన సైక్లోట్రాన్ కు సింక్రోట్రాన్, లేదా ఫ్రీక్వెన్సీ మ్యాడ్యులేటెడ్ సైక్లోట్రాన్ అని పేరు. సాధారణమైన సైక్లోట్రాన్ కంటె అధికశక్తి మంతమైన కణములను సింక్రోట్రాన్ వలన బడయవచ్చును. జె. థి.

సింజ్, రిచర్డ్ లారెన్స్ మిల్లింగ్స్ (1914 జననము): ఇంగ్లీషు జీవ రాసాయనికుడు. లివర్ పూల్ లో జననము, కేంబ్రిడ్జ్ లో విద్యాభ్యాసమును సాగించి, కేంబ్రిడ్జ్ లోనే మార్టిన్ తో సహా వర్ణగ్రహణ (వర్ణగ్రహణ విశ్లేషణ = క్రోమటోగ్రాఫీ) విశ్లేషణయందు అత్యున్నత శ్రేణికి చెందిన పరిశోధనల గావించినందుకు 1952 లో ఇతనికి నోబెల్ బహుమానము ఈయబడెను. మే. వ. న.

నిరకా : చూ. కార్నాక్సిలిక్ ఆసిడ్ - పు. 274

సిరియమ్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూల ద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 58; సంకేతము Ce; పరమాణుభారము 140.18; విశిష్టగురుత్వము 6.9; ద్రవాంకము 640° C;

కృథ నాంకము 2400° C. దీని ఉనికిని 1875 లో క్లాస్ రాట్, బర్జిలియస్, హెల్ బ్రాండ్, నార్బన్ అను వారలు కనుగొనిరి. \*\*

సిలికన్ : రాసాయనిక మూల ద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 14; సంకేతము Si; పరమాణుభారము 28.09; విశిష్ట గురుత్వము 2.4; ద్రవాంకము 1420° C. కృథ

నాంకము 2800° C.. పొటాసియమ్ సిలిసిఫ్లైరైడ్ పై పొటాసియమ్ థాతువు చర్యవలన సిలికన్ ను మొట్టమొదట తయారు చేసినవాడు బర్జిలియస్ (1823).



ఇది కార్బన్ వర్ణమునకు చెందిన మూలద్రవ్యము. కార్బన్ తో దీనికి ధర్మసాదృశ్యము ఎంతేనియు కలదు. కార్బన్ కు ఉన్నట్లు దీనికికూడ రూపాంతరములు కలవు. కార్బన్ కు వజ్రము, గ్రాఫైట్ అను రెండు స్పటిక రూపములు ఉండగా దీనికి ఒకటే స్పటికరూపము (అష్టానీక రూపము) కలదు. అస్పటికసిలికన్ అని పిలువబడుసిలికన్ కూడ సూక్ష్మ అష్టానీకస్పటికముల సముదాయము.

సిలికన్ మూలద్రవ్య సాధన : సిలికన్ డై ఆక్సైడ్ ను విద్యుత్ కొలిమిలో కార్బన్ తోగాని, కార్నియమ్ కాల్సైడ్ తోగాని ఆక్సిహరించుట వలన లభించును. శోధనాగారమందు ఇసుకను మగ్నీషియమ్ థాతుచూర్లముతో కలిపి కాల్చినచో సిలికన్ చూర్లము తయారగును.





ప్రయోగమునందు లభ్యమైన చూర్ణ మిశ్రమునకు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ను కలిపినపుడు, మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ ఆసిడ్ లో లీనమై సిలికన్ చూర్ణము మిగిలి ఉండును. ఇది గోధుమవర్ణము గలది. గాలిలో కాల్చినచో ఇది సిలికన్ డై ఆక్సైడ్ గా ఆక్సీకరించబడును. ఒక్క హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ లో తక్కు తక్కిన ఆసిడ్ లలో కరగదు; షారములతో సంయోగించి హైడ్రోజన్ ని జనింపజేయును:



కరగిన అల్యూమినియము ధాతువులలో ఇది లీనమైన ద్రావణమును చల్లార్చినపుడు సిలికన్ స్ఫటికరూపమున వెలువడును. ఈ మిశ్రమునందున్న అల్యూమినియమును హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ లో కరగించి వేరుచేసినచో సిలికన్ నల్లటి స్ఫటికములుగా మిగిలి ఉండును. ఈ రూపము విద్యుద్వాహకము. విశిష్టగుణములుగల ధాతుమిశ్రము (ఫెర్రోసిలికన్) లను తయారు చేయుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు. కార్బన్ ఇచ్చు యాగిక ప్రకారములు అన్నిటిని సిలికన్ కూడ ఇచ్చును:

|                 | హైడ్రైడ్లు  | ఆక్సైడ్లు                                     | హేలైడ్లు   | క్లోరోఫార్మ్  |
|-----------------|---|---|--|---|
| కార్బన్ సిలికన్ | $\text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_4, \text{C}_3\text{H}_8$<br>$\text{SiH}_4, \text{Si}_2\text{H}_6, \text{Si}_3\text{H}_8$ | $\text{CO}_2, \text{CO}$<br>$\text{SiO}_2(?)$ | $\text{CCl}_4, \text{C}_2\text{Cl}_6$<br>$\text{SiCl}_4, \text{Si}_2\text{Cl}_6$ | $\text{CHCl}_3$ మొదలైనవి<br>$\text{SiHCl}_3$ మొదలైనవి |

సిలికన్ హైడ్రైడ్లు: మోనోసిలేన్ ( $\text{SiH}_4$ ), డైసిలేన్ ( $\text{Si}_2\text{H}_6$ ), ట్రైసిలేన్ ( $\text{Si}_3\text{H}_8$ ), టెట్రాసిలేన్ ( $\text{Si}_4\text{H}_{10}$ ), పెంటాసిలేన్ ( $\text{Si}_5\text{H}_{12}$ ), హెక్సాసిలేన్ ( $\text{Si}_6\text{H}_{14}$ ).

తయారుచేయువిధము: నీటితో చల్లార్చబడుచున్న మూసలో ఇసుక - మగ్నీషియమ్ ధాతుచూర్ణమిశ్రమును కాల్చినపుడు వచ్చు మగ్నీషియమ్ సిలిసైడ్ పై హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన పైన ఉదాహరించిన సిలేన్ల మిశ్రము జనించును. ఈ మిశ్రమును ద్రవీకృతవాయువుచే శీతలీకరించినపుడు సిలేన్ల మిశ్రము ద్రవరూపమున లభించును. దీనినుండి అంశిక బాష్ప స్వేదనమువలన సిలేన్ లను ప్రత్యేకముగా వడయవచ్చును.

సిలికన్ హేలైడ్లు: సిలికన్ ఫ్లోరైడ్ ( $\text{SiF}_4$ ), సిలికన్ క్లోరైడ్ ( $\text{SiCl}_4$ ), సిలికన్ బ్రోమైడ్ ( $\text{SiBr}_4$ ), సిలికన్ అయిడైడ్ ( $\text{SiI}_4$ ), డైసిలికన్ హెక్సాక్లోరైడ్ ( $\text{Si}_2\text{Cl}_6$ ), సిలికోక్లోరోఫార్మ్ ( $\text{SiHCl}_3$ ), సిలికన్ ఫ్లోరోఫార్మ్ ( $\text{SiHF}_3$ ).

|                 | $\text{SiF}_4$ | $\text{SiCl}_4$ | $\text{SiBr}_4$ | $\text{SiI}_4$ | $\text{Si}_2\text{Cl}_6$ | $\text{SiHCl}_3$ | $\text{SiHF}_3$         |
|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------------|------------------|-------------------------|
| ద్రవీకరణము °C   | -77°           | -69°            | +5°             | 120°           | -1°                      | -134°            | -110° (2 వా. ప్రే)      |
| కృత్రవీకరణము °C | -75°           | +57°            | 153°            | 290°           | +147°                    | +33°             | -80° (941 మి. మీ. ప్రే) |
| సాంద్రత         | —              | 1.52(0°)        | 2.81            | 3.3            | 1.58                     | 1.49             | ?                       |

సిలికన్ టెట్రాఫ్లోరైడ్ ( $\text{SiF}_4$ ): కాల్షియమ్ ఫ్లోరైడ్, గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రమునకు ఇసుకను కలిపి వేడి చేయుటవలన సిలికన్ ఫ్లోరైడ్ ఉద్భవించును:



గుణాత్మక రాసాయనిక విశ్లేషణమందు ఈ ప్రక్రియను ఫ్లోరైడ్ గణమును సుర్తించుటకు ఉపయోగింతురు. పరీక్ష నాళము యొక్క గాఢ సిలికేట్ యాగికము గనుక ఫ్లోరైడ్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రమునకు వేరే పైనుండి ఇసుకను కలుపనక్కరలేదు.

సిలికన్ ఫ్లోరైడ్ వాయుద్రవ్యము. దీనిని పాదరస ముపై సంగ్రహించవచ్చును. దీనికి నీటిసంపర్కము తగిలినప్పుడు పొగ లెగయును. ఈ వాయువు జనించుచున్న శోధననాళ ముఖద్వారము పైగా మన ఊపిరిని పంపించినచో ఊపిరిలో నున్న తేమతో ఈ వాయువు పొగను ఇచ్చును.

సిలికన్ ఫ్లోరైడ్ నీటిచే జలవిశ్లేషణమును పొందిన ఫలితముగా ఏర్పడిన హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ వాయువు తేమలో లీనమైనపుడు ఈ పొగ జనించును (చూ. క్లోరిన్ : హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ - పు. 309).



ఈ ప్రక్రియయందు లభ్యమైన హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ తో  $\text{SiF}_4$  సంయోగించి హైడ్రోఫ్లోసిలిసిక్ ఆసిడ్ ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ) సిద్ధించును:



సిలికన్ ఫ్లోరైడ్ వాయువును సరాసరి నీటిలోనికి పంపించినపుడు సిలిసిక్ ఆసిడ్ అవక్షేపముగాను, హైడ్రోఫ్లోసిలిసిక్ ఆసిడ్ ద్రావణముగాను లభించును.

హైడ్రోఫ్లోసిలిసిక్ ఆసిడ్ బలమునందు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో సమానము. పొటాసియమ్, బేరియమ్ అయన్ లతో అవక్షేపములను ఇచ్చును. కార్బన్ ఇచ్చునట్లే సిలికన్



కూడ మిశ్రపేలైడ్లను ఈయగలదు. పూర్ణమిశ్ర పేలైడ్ (SiFClBrI) నేటికిని సాధించబడినట్లు తెలియబడ లేదు కాని సాధ్యమైనచో అది చాల విచిత్రమగుయోగికము అగును. ఏలన సిలికన్ యొక్క నాలుగు యోజనీయతలను నాలుగుభిన్న హేలోజన్ వరమాణువులతో సంతృప్తము లగును గనుక, సిలికన్ వరమాణువునకు అసౌష్ఠ్యవత చేకూరినది. అందువలన ఈ యోగికము కాంతిచైతన్య మును చూపునది కావలెను (చూ. కాంతి చైతన్యము - పు. 241).

సిలికా (SiO<sub>2</sub>): దీనిని 'సిలికన్ డైఆక్సైడ్' అనికూడ అందురు. ఇది ప్రకృతిలో స్ఫటిక, అస్ఫటిక రూపములలో దొరకును. స్ఫటికమయమైన సిలికా మూడు రకముల నున్నది: 1. క్వార్ట్జ్, 2. ట్రిడిమైట్ 3. క్రిస్టాబలైట్. క్వార్ట్జ్ అనేకరంగులలో ఉండును. రంగులేని క్వార్ట్జ్ ను స్ఫటికము అని అందుము. రంగుగల స్ఫటికములను ఆభరణ ములుగ వాడుదురు. నీటిలో అమిశ్రింప పాటలవర్ణము కలది; మార్జాల నేత్రపు రంగుగలది (కేట్స్ బ్లూ), పాల రంగుకలది, మిశ్రి క్వార్ట్జ్ లేదా షీరోవలము-క్వార్ట్జ్ యొక్క రూపాంతరములే.

ఇసుక క్వార్ట్జ్ చూర్ణము. ఇనుము మొదలగుధాతు ఆక్సైడ్లతో కలిసిఉన్నప్పుడు ఇది రంగుగలిగి ఉండును. సముద్రపు ఒడ్డున, నదీతీరముల అగవడు నల్లటి ఇసుకలో మ్యాగ్నెటిక్ ఆక్సైడ్ అను ఇనుము యోగికము ఉండును. ఇనుప ఖనిజ సంవదలేని జపానులో ఇనుము సాధనకు ఇదియే ముడిద్రవ్యము.

అస్ఫటికమగు సిలికా మరల మూడు అవస్థలలో దొరకును: 1. ఓపాల్, 2. ఫ్లింట్, 3. ఆగిట్. ఓపాల్ 3%-12% వరకు నీటిని ఇముడ్చుకొని వసుపుమొదలు గోధుమరంగువరకు రంగులో వ్యత్యాసము కలిగిఉండును. ఇవిగాక చెర్టు, జాస్పర్ ఇవన్నియు సిలికా యొక్క అస్ఫటిక రూపములే. ఆగిట్ పొరలు పొరలుగా ఉండును; ఇది కఠినముగా ఉండును.

సిలికా ఉపయోగములు: విద్యుత్ ఉపకరణములు, మూసలు, పాత్రలు, గొట్టములు మొదలగు రాసాయనిక పరికరములు, కటకములు, వర్ణమాల దర్శకము యొక్క పట్టకములు చేయుటకు స్ఫటిక రూపమున నున్న క్వార్ట్జ్ నుగాని, ద్రవీభవించిన సిలికాగాని వాడుదురు. సిలికాయొక్క తాపవ్యాకోచ గుణకము చాలతక్కువగుటచే గాజువలె సులువుగా తాపక్రమ వ్యత్యాసములకు బ్రద్దలవదు. ఎర్రగాకాల్చి చల్లనినీటిలో అకస్మాత్తుగా ముంచిినను సిలికామూస బ్రద్దలుకాదు. కొలుములలో

వేడికి కరగని ఇటుకలుగా కూడ సిలికా ఉపయోగములో ఉన్నది. ఆగిట్ దిమ్మలు, అసిథారగల ఆగిట్ పట్టకములు తులాయంత్రముల భ్రమణబిందువులకు వాడుకలో ఉన్నవి.

సిలిసిక్ ఆసిడ్ - సిలికేట్ లు: కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ (CO<sub>2</sub>) కొంచెమయినను నీటిలో కరగి కార్బానిక్ ఆసిడ్ (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) ను ఇచ్చినట్లు సిలికన్ డై ఆక్సైడ్ (SiO<sub>2</sub>) నీటిలో కరగదు; సిలిసిక్ ఆసిడ్ ను ఈయదు. సోడియమ్ సిలికేట్ వంటి ద్రావ్యమగుసిలికేట్ ద్రావణమునకు విలీనాప్లము చేర్చినపుడు సిలిసిక్ ఆసిడ్ కొల్లాయిడ్ స్థితిలో లభించును:



ఈ ప్రక్రియయందు ఉపయోగించిన విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యములను డయలైజర్ చే వేరుచేసినచో పరిశుద్ధమైన కొల్లాయిడ్ సిలిసిక్ ఆసిడ్ లభించును. ఈ కొల్లాయిడ్ ద్రావణము శీఘ్రముగా గడ్డకట్టును. దీనిని ఆరబెట్టినచో సిలికాజెల్ అగును. ఆరబెట్టుతాపక్రమముపట్టి దీనియందు వివిధరాశులనీరుండును. తడిఆరబెట్టినను సిలికాజెల్ నీటిని, కొన్నివాయువులను బలముగా పీల్చుకొనగలదు. అందువలన దీనిని నీటిని మంచుగా చేయుటకు, పరిశ్రమలలో విడుదలలగు వాయువులను సంగ్రహించుటకు వాడుదురు. సిలిసిక్ ఆసిడ్ యందున్న నీటిరాశికి నిసుపులేదు. కనుక ఆప్లమును SiO<sub>2</sub>, nH<sub>2</sub>O అనిగాని, లేదా H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, mH<sub>2</sub>O అనిగాని సాంకేతింపవలెను. ఈ ఆప్లములయొక్క ధాతులవణములకు సిలికేట్ లని పేరు. ఈ సిలికేట్ లలో సోడియమ్ సిలికేట్ చాలసరళరచన కలిగినది. పరిశుద్ధమైన ఇసుకను సోడియమ్ కార్బోనేట్ తో వేడిచేసి కరగించినప్పుడు ఇది లభించును.

ఈ ప్రక్రియనుండి లభ్యమయినద్రవ్యమును చల్లారిన తరువాత ముక్కలుచేసి, ఆముక్కలను నీటిలో నీటి ఆవిరి ఒత్తిడితో కరగింతురు. ఈ ద్రావణము చిక్కటి పాకమువలె తీగలుసాగుచుండును. దీనిని ద్రావ్యకాచము (సాల్మబుల్ గ్లాస్) అనిగాని, నీరుగాజు (వాటర్ గ్లాస్) అనిగాని అందురు. బ్రద్దలైనపింగాణీపాత్రభాగములను అతుకుటకును, సబ్బులో కలుపుటకును, గ్రుడ్లను పొదుగుటకును దీనిని ఉపయోగింతురు.

భూవృష్టమందున్న శిలలన్నియు సిలికేట్ లమయములే. ఈ సిలికేట్ లలో లిథియమ్, సోడియమ్, పొటాసియమ్, బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, అల్యూమినియము ధాతువుల సిలిసిక్ ఆసిడ్ వణములు ఉండును. ఈ సిలికేట్ ల రాసాయనిక సంఘట్టనములు పై జెప్పిన సోడి





1



2



3



4



5



6



7



8

### రత్నములు :

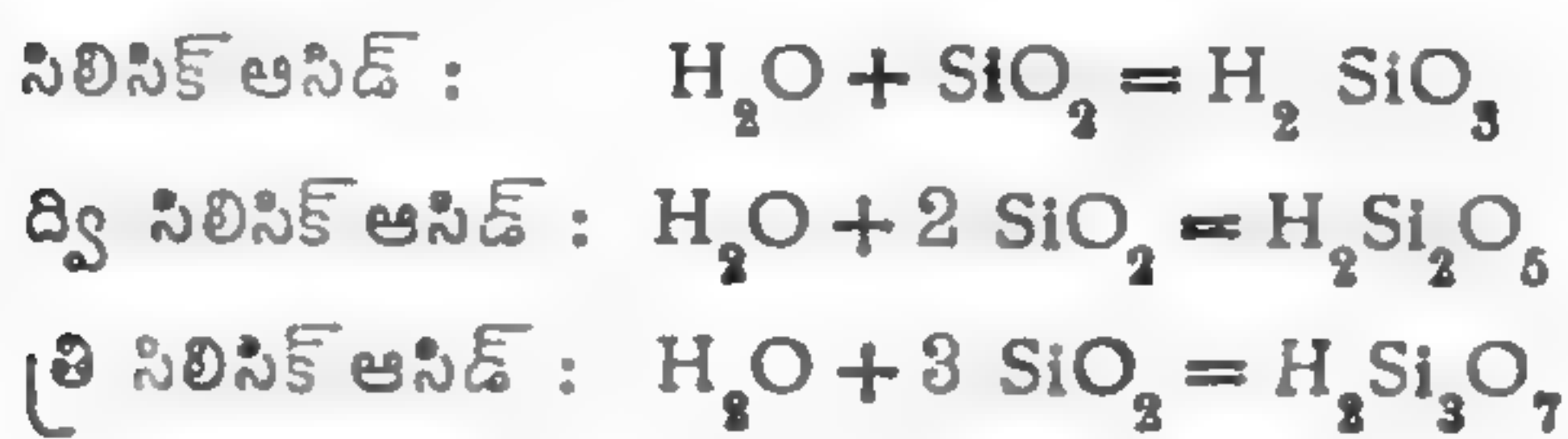
1. క్వార్ట్జ్ (స్పటికశిల) అమెరిక్యా; 2. క్వార్ట్జ్ (స్పటికశిల) అమెరిక్యా (నాకాట్టివరి); 3. క్వార్ట్జ్ (స్పటికశిల) పసుపు పచ్చ; 4. క్వార్ట్జ్ (స్పటికశిల) టోపాజ్; 5. క్వార్ట్జ్ (స్పటికశిల) జాస్పర్; 6. క్వార్ట్జ్ (స్పటికశిల) తెలుపురంగు; 7. క్వార్ట్జ్ (స్పటికశిల) ఆనిస్; 8. మరకతము.



Blank Page



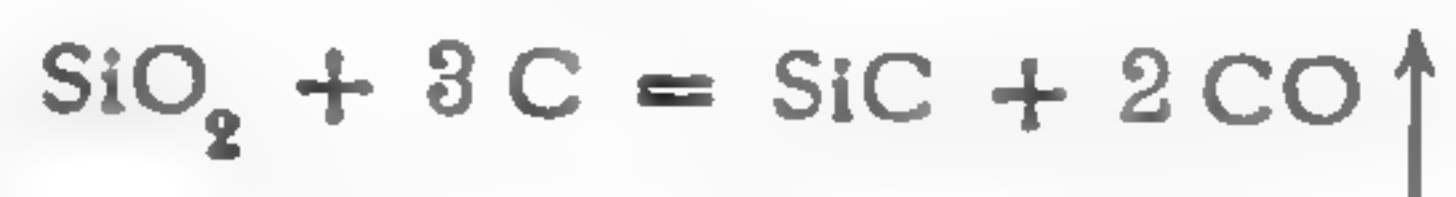
యమ్ సిలికేట్ దానివలె సరళముగా ఉండవు. అపరిమిత సంఖ్యలోనున్న ఈ సిలికేట్ల వర్గీకరణము అకర్పన రాసాయనికశాస్త్రమందు ఒక ప్రధాన సమస్యగా కొన్నినాళ్లు పొడకట్టినది. X-కిరణవిశ్లేషణ విధానము ద్రవ్యరచనా నిర్ణయమునకు వినియోగించ బడక పూర్వము సిలికేట్ లన్నియు వివిధములగు బహుళసిలిసిక్ ఆసిడ్ల నుండి ఉత్పన్నములైనట్లు నిరూపించు చుండెడివారు. బహుళ సిలిసిక్ ఆసిడ్లు అనగా ఒక అణువునీటితో ఒకటికన్న ఎక్కువ సిలికన్ డైఆక్సైడ్ అణువు సంయోగించి ఏర్పడిన ఆసిడ్లు :



వాస్తవికముగా ఇట్టి కల్పితబహుళసిలిసిక్ ఆసిడ్ రచనలకు అనుగుణముగా సిలికేట్లరచన లేదని నేడు తెలిసినది. అందువలన నేటి వర్గీకరణము X-కిరణవిశ్లేషణఫలితములను అనుసరించి చేయబడినది.

భూప్యమున ఒకప్పుడు సిలికేట్ల మయములగు నగ్న శిలలే ఉండెడివి. వాతశీతావస్థలయందు గలిగెడు మార్పులచే ఈశిలలు వాతక్షయము (వెదరింగ్) నకు లోనై చూర్ణీకృతములై ఇసుక, మన్నుగా ఏర్పడినవి. ఈద్రవ్యములు శిలోపరితలమునుండి వర్షజలప్రవాహముచే వేరొక చోటికి గొనిపోబడి అక్కడ వృక్షముల ఉత్పత్తికి, వృద్ధికి ఆవశ్యకమగు నేలగా పరిణమించినవి. నేటిమానవ జీవితమునకు ఆధారమగు నేలలంతయు ఇట్లు ఏర్పడినదే.

కార్బరండమ్ : దీని రాసాయనిక నామము సిలికన్ కార్బైడ్ (SiC). ఇసుక కోకు మిశ్రమును విద్యుత్ కొలిమిలో  $1500^{\circ}C / 2000^{\circ}C$  వరకు వేడిచేసినప్పుడు కార్బరండమ్ ఏర్పడును :



యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో నయాగరా వద్ద దీనిని ఎక్కువగా తయారు చేయుచున్నారు. కారిన్యములో ఇది వజ్రమును పోలును. నల్లటి స్ఫటికములు - కొలుములు లోపలి గోడలకు అమర్చుటకు, ఘర్షణ ద్రవ్యముగాను దీనిని వాడుదురు (చూ. కార్బన్ వర్ణము - పు. 272). పి. రా.

సిలీనియమ్ : ఇది రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 34; సంకేతము Se; పరమాణుభారము 78.96; విశిష్టగురుత్వము 4.81; ద్రవాంకము  $220^{\circ}C$ ; క్వథనాంకము  $688^{\circ}C$ . \* \* \*

సిలీనియమ్ ఓ టెలురియమ్ : రెండును సల్ఫైడ్ ఖనిజములతో కలిసి దొరకును. అందువలన ఇతర ధాతు సాధనకు ఉపయోగించు సల్ఫైడ్ ఖనిజములనుండి ఈ రెండింటిని ఉపద్రవ్యముగ సాధింతురు. వాస్తవికముగా సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు సీసపేటికలలో చేరిన మడ్డినుండి 1817 లో జోన్స్ జేకబ్ బర్జీలియస్ సిలీనియమ్ యొక్క ఉనికిని కనుగొనెను.

టెలురియమ్ ఒకప్పుడు విడిగాను, వెండి, బంగారము బిస్మత్తుధాతువులతో సంయుక్తస్థితిలో టెలురైడ్ యోగికములుగాను కూడ దొరకుచుండును.  $AuAgTe_4$  (గోల్డ్

### కొన్నిమానవోపయోగ్యములైన సిలికేట్లు

| పేరు                  | సంఘటనము                                      | ఉపయోగములు   |
|-----------------------|--|---|
| బంకమన్ను              | ఇసుక, ఆక్సైడ్లు కలిసిన అల్యూమినియము సిలికేట్ | ఇటుక, పెంకు, కుండలు, జాడీలు.  |
| చీనా సుద్ద            | రంగులేని అల్యూమినియము సిలికేట్               | విద్యున్నిరోధకములు, మూసలు, కప్పులు, సానర్లు. కాగితపుపరిశ్రమ.                |
| అభ్రకము               | ఉదకితపొటాసియమ్ అల్యూమినియము సిలికేట్         | నెల్లూరు, బీవోర్ ప్రదేశములలో దొరకును. కండెన్సర్లు, చిమ్నీలు, కొలిమి ఇటుకలు. |
| రాలినార (ఆస్టెప్టస్)  | కాల్సియమ్ మగ్నీషియమ్ సిలికేట్                | అగ్నిప్రమాదములేని వస్తువులు, వేడిమిపోకుండ చేయు వేష్టనములు.                  |
| ఫెల్డ్ స్పార్         | పొటాసియమ్ అల్యూమినియము సిలికేట్              | పింగాణి.  |
| రాచిప్పలరాయి (టాల్క్) | మగ్నీషియమ్ సిలికేట్                          | ఫేస్ పౌడర్, రాచిప్పలు   |



సీగ్ బాన్, కార్ల్ మన్నెజార్జ్

సిల్వర్ టెలూరైడ్),  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  (టెట్రాడిమైట్),  $\text{Au}_2\text{Sb}_2$ ,  $\text{Pb}_{10}\text{Te}_8\text{S}_{16}$  (నాగ్యగైట్).

సిలీనియమ్ కూడ గంధకమువలె అనేక స్ఫటిక, అస్ఫటిక రూపాంతరములలో ఉండును. వీటివిషయమైన జ్ఞానము ఇంకను విస్పష్టముగా లభించలేదు. కాని మూడు రూపములు ఉన్నవనుట నిశ్చయము.

ధాతు సిలీనియమ్: ఇది ధూసరవర్ణము క్లోరో ఫార్మ్ లో కరుగును; కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ లో కరగదు. తక్కినరూపములను వేడిచేయుట వలన ఇది లభించును. ఇది చాల నిలుకడగల రూపము. దీనికొక విచిత్రగుణము

హైడ్రైడ్లు: సిలీనియమ్, టెలూరియమ్ ఈ రెండును, గంధకమువలె హైడ్రైడ్ లను ఇచ్చును.  $(\text{H}_2\text{X})$  సల్ఫైడ్ లపై ఆమ్ల చర్యవలన హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ లభించినట్లు సిలీనైడ్లు, టెలూరైడ్ లపై ఆమ్ల చర్యవలన సిలీనియమ్, టెలూరియమ్ హైడ్రైడ్ లను పడయవచ్చును.

ధాతుసిలీనైడ్లు, టెలూరైడ్లు మూలద్రవ్యములను ధాతువులతో కలిపి వేడిచేయుటవలన లభించును. ఈ రెండు హైడ్రోజన్ యోగికములను హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వలె చాల దుర్గంధము కలవి. రెండవది సాధారణ తాప క్రమములోనే మూలద్రవ్యములలోనికి విచ్ఛిన్నమగును.

#### ఆక్సైడ్లు - ఆమ్లములు

|           | ఆక్సైడ్లు  | ఆమ్లములు  |
|-----------|--|---|
| సిలీనియమ్ | సిలీనియమ్ డై ఆక్సైడ్ ( $\text{SeO}_2$ )<br>సిలీనియమ్ ట్రై ఆక్సైడ్<br>సాధ్యముకాలేదు.  | సిలీనియస్ ఆసిడ్ ( $\text{H}_2\text{SeO}_3$ )<br>సిలీనియక్ ఆసిడ్ ( $\text{H}_2\text{SeO}_4$ ) సిలీనేట్<br>లవణములను ఇచ్చును.  |
| టెలూరియమ్ | టెలూరియమ్ డై ఆక్సైడ్ ( $\text{TeO}_2$ )<br>టెలూరియమ్ ట్రై ఆక్సైడ్ ( $\text{TeO}_3$ ) | ఆమ్లములేదు; ఔరద్రావణములలో<br>లవణములు ఏర్పడును.<br>ఆర్తో టెలూరిక్ ఆసిడ్ ( $\text{H}_6\text{TeO}_6$ ); దీనిని<br>వేడిచేసిన $\text{H}_2\text{TeO}_4$ లభ్యమగును.<br>చాల బలహీనమైన ఆసిడ్. |

మే. వ. న.

ఉన్నది. వెలుతురుకు ఎదురు పెట్టినపుడు దీని విద్యుత్ దాహకత 200 రెట్లు ఎక్కువగును. అందువలన కొన్ని కాంతి ఘటములలో (చూ. కాంతి విద్యుత్ ఘటములు - పు. 253) దీనిని వాడుచున్నారు.

మోనోక్లినైక్ లేదా ఎర్ర సిలీనియమ్: అస్ఫటిక రూపమును కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ లో కరగించి ఆద్రావణమును స్ఫటికీకరించిన లభించును.

అస్ఫటిక సిలీనియమ్: నల్లగాగాని, ఎర్రగాగాని గాఢ వలె ఉండవచ్చును. పొటాసియమ్ సిలీనో సై నేట్ పై హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన లభించును.

టెలూరియమ్ కూడ స్ఫటిక, అస్ఫటిక రూపములు అను రెండురూపములలో ఉన్నది. సాధారణ టెలూరియమ్ గంధకమువలె సులభముగా పొడిలగు ద్రవ్యము; వెండివలె రెల్లగా ఉండును.

టెలూరియమ్ డై ఆక్సైడ్ ను సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ లో ఆక్సిహరించినపుడు టెలూరియమ్ ధాతువుయొక్క అస్ఫటిక రూపము లభ్యమగును.

సీగ్ బాన్, కార్ల్ మన్నెజార్జ్ (జననము 1886): స్వీడన్ భౌతికవిజ్ఞాని. లుండ్ (స్వీడన్) యూనివర్సిటీలో విద్య నేర్చుకొని అచ్చటనే 1920 లో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. తరువాత 1923 లో ఉప్పాలా, 1937 లో స్టాక్ హోమ్ క్రమముగా ఈయన ఉద్యోగస్థానములు అయినవి. రస్తజన్ వర్ణమాలానుశీలనయందు ప్రామాణీకుడు. X-కిరణవర్ణమాలలో  $\mu$  శ్రేణి అను వర్ణరేఖా క్రమమును ఒకదానిని పోల్చెను. ఈ అనుశీలనకై శూన్యములో వర్ణమాలానుశీలనమును చేయుటకై తగిన పరికరమును ఒకదానిని నిర్మించెను. 1924లో భౌతిక శాస్త్రనోబెల్ బహుమానము ఈయనకు ఈయబడినది. జి. సి. రా.

సీజియమ్: ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 55; సంకేతము Cs; పరమాణుభారము 132.91; విశిష్టగురుత్వము 1.87; ద్రవాంకము  $28.4^\circ\text{C}$ ; క్వథనాంకము  $705^\circ\text{C}$ . దీని ఉనికిని 1860 లో కిర్కాఫ్, బున్ సెన్ అనువారలు కనుగొనిరి. (చూ. ఆల్కలి ధాతువులు - పు. 190).

\* \* \*



సీజార్, గ్లెన్ థియోడోర్ (జననము 1912) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడు. మిచిగన్ పరగణాలో ఇస్పెమింగ్ వద్ద ఈతని జననము. కాలిఫోర్నియా యూనివర్సిటీయందు చదివి అచ్చటనే 1937 లో పరిశోధన సహాయకుడుగా నియమితుడై, 1945 లో ఆచార్యత్వమును అందుకొనెను. 1942-1946 వరకు సెలవు తీసికొని చికాగో యూనివర్సిటీయందు చేరి ఆటంబాంబు నిర్మాణమునందు పాలుగొనెను. ఫ్లటోనియమ్ ఆవిష్కరణ విషయమై మాక్మిలన్ తోపాటు ఇతడు పరిశోధనయందు పాల్గొనెను. సీజార్, అతని సహాయకులు 95 (అమెరిసియమ్, (క్యూరియమ్), 97 (బెర్కెలియమ్), 98 (కాలిఫోర్నియమ్) అను మూలద్రవ్యములను 1951 లో కృత్రిమముగా సృష్టించిరి. మాక్మిలన్ తో నోబెల్ బహుమతిని పంచుకొన్నాడు. మే. వ. న.

సీసము: రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 82; సంకేతము Pb; పరమాణుభారము 207.21; విశిష్టగురుత్వము 11.34; ద్రవపాంకము 327.3; క్వథనాంకము 1750°C. దీనిని ఇంగ్లీషులో 'లెడ్' అందురు. మానవునికి ప్రాచీనకాలము నుండి తెలిసిన ధాతువులలో సీసము ఒకటి. ప్రాచీనభారతీయ నాగరికతలో సీసమునాణెములుగాను, నేతగాండ్రచే బరువులుగాను వాడబడినట్లు 'వాజసనేయసంహిత' వలన తెలియవచ్చుచున్నది. ఈ బరువయిన మెత్తని ధాతువును ఇతర ధాతువులతో మిశ్రముచేసి నేటి నాగరిక జీవితమునకు వలయు అచ్చు అక్షరములు, ధాతువులను అతుకుటకు టంకము, పాత్రలకు ఉపయోగించు ప్యూటర్ అను ధాతుమిశ్రము మొదలగు అనేక వస్తువులు తయారగుచున్నవి.

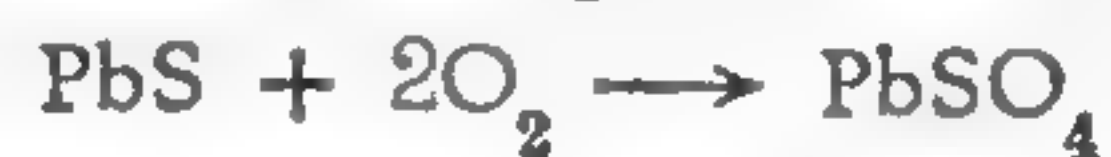
ఈధాతువునకు విశిష్ట లక్షణము బరువు. సామాన్య ధాతువులన్నిటిలో బంగారము (విశిష్టగురుత్వము 19.3) తరువాత సీసమే (విశిష్టగురుత్వము 11.34) బరువైనది. కోసినవెంటనే ఇది వెండివలె తళతళలాడును; కాని వెంటనే వాయువుతో సంయోగించి మసకపడును. ఇది గోటితో గీరునంతమెత్తగా ఉండును. వేడిచేసిన సులభముగా ద్రవీభవించు ధాతువులలో ఇది ఒకటి. తగరము (చూ. పు. 364) దీనికన్న త్వరగా కరగును. జింకు (చూ. పు. 342) దీనికన్న కష్టముగా కరగును.

ఈధాతువు రాసాయనికముగా కొంత చురుకైనది అగుటచే ప్రకృతిలో ఇది విడిగా దొరకుట అరుదు. దీని ముఖ్యమైన ఖనిజము 'గెలీనా'. రాసాయనికముగా అది సీసము, గంధకము గల ఖనిజము; ఆంగ్లసైట్ అనునది లెడ్ సల్ఫేట్, కెరుసైట్ అనునది లెడ్ కార్బోనేట్.

సీసము ఎక్కువగా యునైటెడ్ స్టేట్స్ లో దొరకును. స్పెయిన్, బ్రోకెన్ హిల్ (ఆస్ట్రేలియా) కూడ సీసము దొరకుచోట్లు. ఇండియాలో సీసఖనిజములు చాలచోట్ల ఉన్నవి. నల్లమల అడవి ప్రాంతములలోను, కడప, గుంటూరు జిల్లాలలోను, రాజస్థాన్ లోను గెలీనా కలదు. కాని కొలదితావులలోనే విరివిగా ఉన్నది.

సీసఖనిజములు సాధారణముగా భూమిపై తలమున దొరకవు. ఖనిజమును భూమినుండి త్రవ్వితీసి, పొడిచేసి తక్కిన ఖనిజములనుండి వేరుపరచి సాంద్రీకరింతురు. ఈ సాంద్రీకరణము పైకితేల్పుట, ద్రవీకరణము అను రెండు పద్ధతులచే కావించ బడుచున్నది (చూ. ముడిఖనిజములు, ధాతుసాధన - పు. 534).

సాంద్రీకృత ఖనిజమును కొలిమిలో ఉంచి, ఒకమారు గాలి చొరనిచ్చియు, ఇంకొకమారు కొలిమితలుపులు మూసియు కాల్చుదురు. గాలిలో కాలినపుడు ఖనిజములోని లెడ్ సల్ఫైడ్ కొంత లెడ్ ఆక్సైడ్ గాను, కొంత లెడ్ సల్ఫేట్ గాను మారును:



తరువాత తలుపులుమూసి కాల్చినపుడు క్రిందిమార్పులు సంభవించి ధాతువు ఏర్పడును:



పైప్రక్రియలో ఏర్పడిన సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ ను ప్రత్యేకముగా సేకరించవచ్చును. ఈ ప్రక్రియలో సులభముగా కరగెడి సీసధాతువు కొలిమి అడుగుభాగమునుండి ద్రవ రూపమున జారును. అందులోని మలినద్రవ్యములు చాల వరకు ఖనిజముతో కలిపిన స్లాగ్ ద్రవ్యములో నిలచిపోవును. ధాతువును శుద్ధిచేయుటకు దానిని రివెర్బరేటరీ కొలిమిలో (చూ. పు. 537) కరగబెట్టి కలియబెట్టుదురు. ఈ క్రియలో ధాతువులోనున్న మలినములు ఆక్సికృతమై సీసద్రవముపై తెల్లైకట్టును. ఈ తెల్లైను తీసివేసినచో శుద్ధ ధాతువు మిగులును. ఇంకను శుద్ధిచేయవలెననిన విద్యుత్ విశ్లేషణ పద్ధతిని ఉపయోగింతురు. దీనికివనికివచ్చు విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణము లెడ్ సిలీసిఫ్లోరైడ్ ద్రావణము. ఈ ద్రావణములో మలినసీసమును ధనాగ్రముగాను, చాల తక్కువ మందముగల శుద్ధసీసపురేకు ఋణాగ్రముగాను ఉపయోగించినచో ధనాగ్రము నుండి శుద్ధసీసము ఋణాగ్రముపై చేరును. దీనికి బెట్టుపద్ధతి అని పేరు.

ఉపయోగములు: ఆంటిమోని ధాతువుతో అచ్చులక్షరములను తయారుచేయుటయందు ఈధాతువు ముఖ్య



సునిశిత భౌతికశాస్త్ర పరికరములు

ముగా వాడుకలో ఉన్నది. అటుపైని తుపాకీ రవ్వలు, సోల్డర్ (టంకమిశ్రమ), ఎలక్ట్రికల్ పూయస్ తీగ మొదలగు సులభముగా కరిగెడు ధాతుమిశ్రమములు, పారిశ్రామికముగా గంధకద్రావకమును తయారుచేయుటకు కావలసిన వెద్ద పేటికలు సీసముతోనే తయారుచేయుదురు ఇది నీటిలో కొంచెము కరిగి, శరీరమునకు అపాయము కలిగించును. అందుచేత మంచి నీరు సీసపుగొట్టములగుండా రాకూడదు.

**ఆక్సైడ్లు - ముఖ్యయోగికములు :** సీసము నాలుగు ఆక్సైడ్లను ఇచ్చును. వీటియందు ఒక పరమాణుభారము సీసముతో 1,  $1\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , 2 పరమాణుభారములు ఆక్సిజన్ సంయోగించి ఉన్నది; వీటి సాంకేతికములు అందుచే క్రమముగా  $PbO$ ,  $Pb_2O_3$ ,  $Pb_2O_3$ ,  $PbO_2$  అనునవి. వీటిలో మొదటిది సీసమును గాలిలో భస్మము చేసినప్పుడు ఏర్పడును. ఇది లేతపసుపురంగు గలది. దీనికి 'లితార్డ్' అని పేరు. వెండిని ఊది శుద్ధిచేయునపుడు ఈ లెడ్ ఆక్సైడ్ ద్రవరూపమున దానిలోని మలినములతో కలిసి తెట్టుకట్టి చల్లారిన తరువాత రాయివలె గట్టిపడుటవలన దీనికి (లితార్డ్ = రాయి; ఆర్జిరమ్ = వెండి) 'లితార్డ్' అని పేరువచ్చినది. ఆక్సిజన్ పాలు ఎక్కువగా ఇతర ఆక్సైడ్లనుకాని, లెడ్ నైట్రేట్ నుగాని కాల్చినచో ఈ యోగికము ఏర్పడును. దీని ద్రవాంకము  $888^\circ C$ ; ఆక్సిహరణ ద్రవ్యములతో కాల్చిన సులభముగా ధాతువు క్రింద మారును.

**ముఖ్యప్రయోగములు :** 1. సీస యోగికములను తయారు చేయుట; 2. విద్యుచ్ఛక్తిని నిల్వచేయు స్టోరేజీ బ్యాటరీలను తయారుచేయుట; 3. రబ్బరుతో మిశితముచేయుట; 4. కొన్నిరకముల గాజు, సింగాణి వస్తువులపై మెరుగు పూతలు చేయుటకు ఈ ఆక్సైడ్లను ఉపయోగింతురు.  $400^\circ C$  వద్ద కొంతసేపు వేడిచేసినచో సీససింధూరము (రెడ్ లెడ్) క్రింద మారును. హెచ్చుతాపక్రమమునకు వేడి చేసినపుడు కొంతఆక్సిజన్ ని కోలుపోయి ఇది మరల లిథార్డ్ గా మారును. ఇనుపరేకులకు పూతరంగుగా రెడ్ లెడ్ విస్తారమువాడుకలో ఉన్నది. అధికవక్రీభవన గుణకముల 'ఫ్లెంట్', 'క్రాస్' గాజులను తయారుచేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. దీనిని కూడ లిథార్డ్ వలె స్టోరేజీ బ్యాటరీల నిర్మాణములో వాడుదురు.

**లెడ్ సెస్క్వి ఆక్సైడ్ ( $Pb_2O_3$ ) :** రంగు ఎరుపు - పసుపుమిశ్రమము; లెడ్ హైడ్రాక్సైడ్ పై సోడియమ్ హైపోక్లోరేట్ ద్రావణచర్యవలన పడయవచ్చును.

**లెడ్ డై ఆక్సైడ్ ( $PbO_2$ ) :** ఇది సీసపుఆక్సైడ్లన్నిటిలో ఆక్సిజన్ పాలు అధికతమముగానున్న యోగికము.

పారిశ్రామికముగా మిక్కిలి ఉపయోగమైనది. అగ్ని పుల్లల మందులో ఆక్సికరణద్రవ్యముగా ఇది ఇమిడిఉండును.

అదిగాక స్టోరేజీబ్యాటరీలో ధనాగ్రముగా మిక్కిలి వాడుకలోఉన్నది. సీసపులవణములలో పారిశ్రామికముగా పనికి వచ్చునవిమాత్రమే ఇచ్చట వివరింపబడినవి.

**లెడ్ ఆసిటేట్ [ $Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$ ] :** నీటిలో సులభముగా కరిగు తెల్లటి స్ఫటికములు. దానిని బట్టలకు రంగు లంతునట్లు చేయుద్రవ్యముగాను, వార్నిషులు, పూతరంగులు త్వరగా ఆరుటకును ఉపయోగింతురు.

**బేసిక్ లెడ్ ఆసిటేట్ :** టూనిక్లు, ఆల్కలాయిడ్లు కల ద్రావణములలోనున్న ద్రవ్యమును విరిచి తేటపర్చుటకు ఉపయోగపడును.

**బేసిక్ కార్బోనేట్ [ $Pb[PbOCO_3]$ ] :** ఇది తెల్లని పూత రంగును తయారుచేయుటలో మిక్కిలిఉపయోగకరము; తక్కిన తెలుపురంగులకన్న వొదిగివచ్చు గుణము గలది.

**లెడ్ క్రోమేట్ ( $PbCrO_4$ ) :** చక్కని పసుపు రంగుగల అవశేషము : పూతరంగుగా పనికివచ్చుచున్నది.

**లెడ్ సల్ఫేట్ ( $PbSO_4$ ) :** సీసపు లవణములలో తెల్ల మిక్కిలి అద్రావ్యమైన లవణము. ఏద్రావ్యసీసలవణ ద్రావణమైనను గంధకద్రావకముతో కలిపినచో లెడ్ సల్ఫేట్ అవశేషముగా క్రిందికి దిగును. ఇది కూడ పూత రంగు (పెయింట్) చేయుటకే ఉపయోగపడుచున్నది. (చూ. కార్బన్ వర్గము - పు. 272). మే. వ. న.

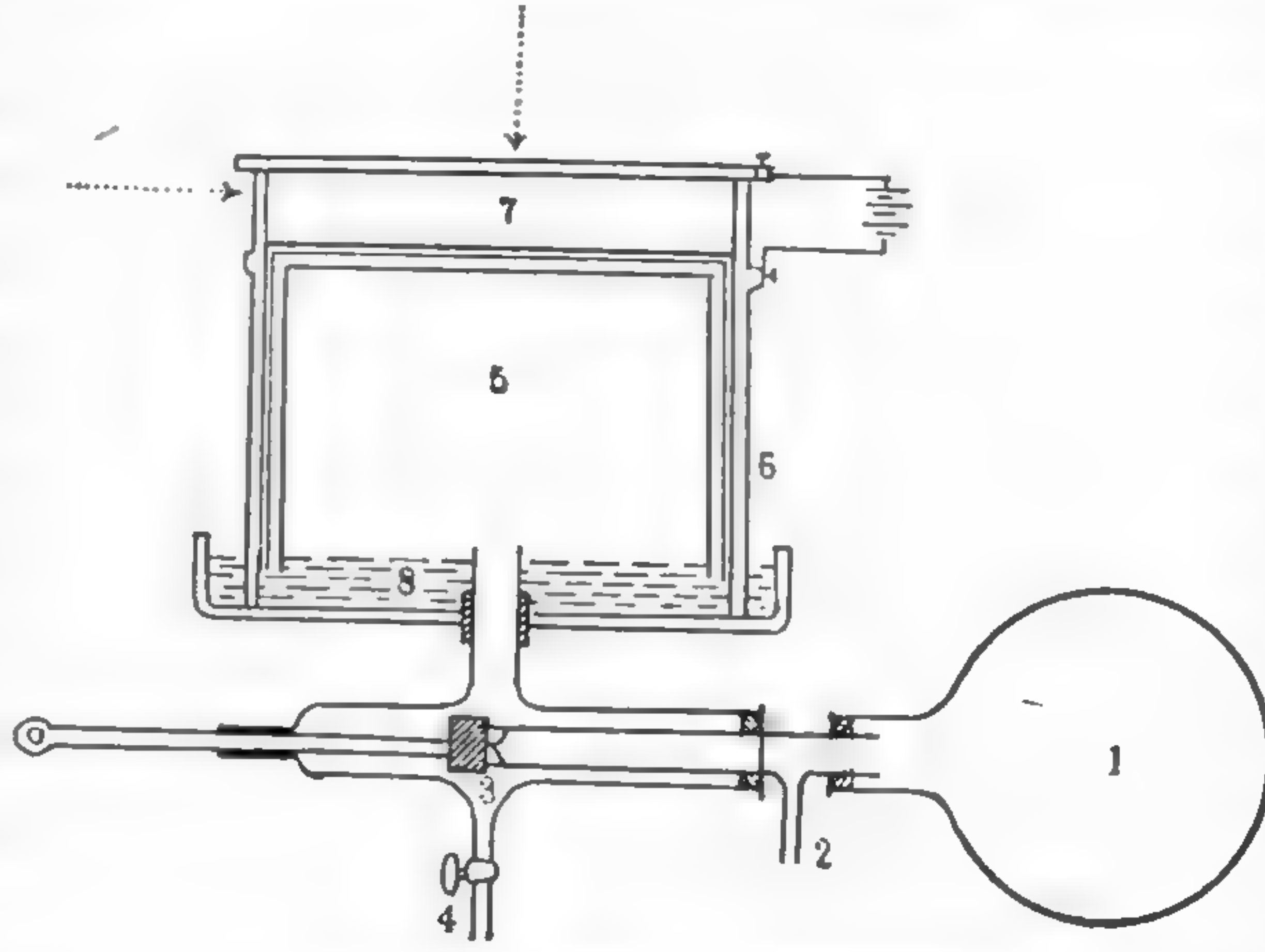
**సునిశిత భౌతికశాస్త్ర పరికరములు :** శాస్త్రనౌకకు ప్రయోగము చుక్కానివంటిది. ప్రయోగము ఎటుత్రిప్పిన శాస్త్రము అటు పురోగమించును. ప్రయోగము సాధన పరాధీనము. సాధనములు ఎంత సూక్ష్మ గ్రాహులు, ఎంత నిశితములు అయిన ప్రయోగ ఫలములు అంత యథార్థముగా ఉండును. ప్రయోగఫలముల యాధార్థ్యము శాస్త్ర నిర్మాణమునకు మూలము.

నేటిభౌతిక శాస్త్రాభ్యాసకుని అందుబాటులో అనేకములగు అన్వేషణ సాధనములు ఉన్నవి. ఇవి అన్నియు అతడు కల్పించు కొనినవే. సూక్ష్మదర్శని, అతిసూక్ష్మదర్శని, ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శని, దూరదర్శని, వర్ణమాలదర్శని, విద్యున్నాపకము, ధ్రువీకరణ మాపకము, కాంతి విద్యుత్ ఘటము మొదలైనవి పెక్కులు గలవు. వీటిలో చాల వరకు ఆయాప్రత్యేకశీర్షికలలో వర్ణించబడినవి. ప్రస్తుతము అత్యద్భుత భౌతికశాస్త్రప్రయోగ సాధనము అగు విల్సన్ మేఘమందిరము, బుద్బుదమందిరము మాత్రము ఈ శీర్షికలో వర్ణించబడును. ఈ సాధనము నిర్మించబడకపోయినచో పరమాణురచనను ముఖ్యముగా కేంద్రకరచనను గురించి



ఆవిష్కృతమైన అన్వేషణ ఫలితములు, మూడువంతుల ముస్పాతిక వెలుగు చూచియే ఉండవనుట అతిశయోక్తి కానేరదు. నిర్మాణ సౌలభ్యమందును, సునిశ్చితఫలముల ఒసగుటయందును, ఈసాధనమునకును గుణసామ్యము ఎంత యేని కలదు. ఇట్టిదే గైగర్ గణితము (చూ. పు. 327).

విల్సన్ మేఘమందిరము : గాజుపలకలచే మూయబడిన రెండుసిలెండర్లు (5, 6) ఒకదానిపై ఒకటి, ఒకనీటి తొట్టె (8) లో బోర్లించ బడిఉన్నవి. పైనున్న సిలెండర్ (7) కదలనిది. లోపలి సిలెండర్ (5) కదలుటకు వీలుగా ఉంచబడినది. ఈ రెండు సిలెండర్ల మధ్య కొంత ఎడము కలదు. ఈ రెండు సిలెండర్లను మూయుచున్న గాజు పలకలమధ్య ఖాళీ స్థలములో నీటిఆవిరిచే సంతృప్తమైన సాధారణ గాలి ఉన్నది. లోపలి సిలెండర్ శూన్యము



1 వ పటము : విల్సన్ మేఘమందిరము

కల్పించుటకు వీలైన (1) అను పెద్దగాజుబుడ్డితో కలుపబడి ఉన్నది. (2) అను ప్రక్కనాళమును వాయురేచక సాధనముతో సంధించినచో (1) లో శూన్యమును నిర్మించ వచ్చును. శూన్యపాత్ర (4) ను పైవాతావరణతో కలుపు బిరడా. శూన్యపాత్రను ఇచ్చ వచ్చినప్పుడు తెరుచుటకు వీలగు బిరడా (3) పరికరము వెలుపలికి వచ్చిన ఒకపిడికి తగిలించి ఉన్నది. అవసరమైనప్పుడు (4) ను మూసి ఉంచి పిడిని హఠాత్తుగా పైకి లాగిన, పటములో చూపినట్లు శూన్యపాత్ర (1) కును, లోపలి సిలెండర్ లోపలిభాగము నకును సంబంధము ఏర్పడును. (1) ని శూన్యము కావించి పిడినిపైకి లాగినప్పుడు సిలెండర్ కుడిలోని గాలి అక స్మాత్తుగా వ్యాకోచించును. ఆ వ్యాకోచమువలన గాలి తాపక్రమము అకస్మాత్తుగా తగ్గును. అందువలన ఆగాలిలో నున్న నీటిఆవిరి, తగ్గిన తాపక్రమమువద్ద సాధారణముగా గాలి భరించగల నీటి ఆవిరికన్న పాచురాశితో ఉండుట తటస్థించును. ఇట్టిస్థితిలో పరికరములోనిగాలి. నీటిఆవిరితో అతिसంతృప్తమైనది అందుము. గాలిలో నీటియావిరి అతి సంతృప్తస్థితికి వచ్చినపుడు ఆ ఆవిరిని బిందురూపమున సాంద్రీకరించుటకు ఎంతేని అవకాశము కలదు. కాని ధూళి కణముల వంటి ఘనకణములున్నగాని నీటిఆవిరి బిందురూప మును దాల్చదు. పరికరములోని గాలి ధూళిలేకుండ చేయ

బడినది. అదిగాక రెండు సిలెండర్లమధ్య ఖాళీస్థలమందు, 1 వ పటములో చూపినట్లు, బ్యాటరీసహాయమున స్థాపించ బడిన విద్యుత్ క్షేత్రము, మనము ప్రవేశపెట్టినవిగాక ఇతర ఆవిష్టకణములు ఉన్నచో వాటిని లేకుండ చేయును. ఇట్టిస్థితిలో ఆ రెండు సిలెండర్ల పలకలమధ్యనున్న ఖాళీస్థల మందున్నగాలిలో, విద్యుదావిష్టకణ మెద్దియైన పయనించు నట్లు మనము చేయగలిగినచో, ఆకణము తనమార్గము

నందంతటను గాలి కణము లతో డీకొని, వాటి నుండి ఎలక్ట్రాన్లను ఎక్కగొట్టి వాటిని కూడ ఆవిష్టకణము లుగా మార్చును. ఈ నూతన ఆవిష్టకణములు నీటి అవిరికి బిందురూపమున సాంద్రీక రించుటకు వాహకములుగా ఆచరించి, తొలి ఆవిష్ట కణము యొక్క మార్గ మంతటను జలబిందువుల శ్రేణివ్యాపించి ఉండును. ఇట్టిస్థితిలో పటములోప్రక్క

బాణముచే చూపినట్లు ఖాళీ స్థలమునందు పైనుండి మంచి వెలుతురును ప్రవేశపెట్టిన, ఆ వెలుతురు కిరణములు జల బిందువులచే విక్షిప్తములై ఆవిష్టకణమార్గమును ఒక ప్రకాశరేఖవలె కనబడునట్లు చేయును. పటములో మీద నున్న బాణము దిక్కులో కెమేరాను ఉంచి ఛాయా చిత్రమును తీసిన, నల్లటి తలముపై తెల్లటి రేఖవలె మేఘమందిర మందు పయనించిన ఆవిష్టకణ మార్గములు కన్పట్టును.

బుద్బుద మందిరము : ఒకపాత్రలో ఉచిత తాపక్రమ ప్రేషపరిస్థితులలో ఏదేని ద్రవమును ఉంచి, దానిపై ఉన్న ప్రేషమును హఠాత్తుగ తగ్గించినచో ఆ ద్రవము అతి తప్త స్థితిలో ఉండును. ఇప్పుడు ఒక విద్యుదావిష్టకణమును ఆ ద్రవముగుండ పంపినచో ఆ కణము కలిగించు అయనీ కరణ, సంఘాతకార్యముల ఫలముగ, ఆ ద్రవమార్గ మందు స్థానికతాపక్రమాతిశయ పరిస్థితులు ఏర్పడి, బుడగల వరుస ఒకటి కన్పట్టును. ఈ బుడగల వరుసను, ఆ పాత్రకుండు గాజు గవాక్షము ద్వారా కెమేరాతో గ్రహించినచో ఆవిష్టకణ మార్గము ఛాయా చిత్రఫలక ముపై చిత్రించబడును. ద్రవముల సాంద్రత, వాయు సాంద్రతకన్న ఎక్కువగుటచే ఆవిష్టకణ మార్గము మేఘ మందిరమందు కన్న ప్రస్ఫుటముగ ఉండును.



సున్నము

ఈ ఉపకరణమును గ్లాసర్ సృజించెను. ఇతడు మొదట కార్బన్ యాగికముల ద్రవములుగా ఉపయోగించెను. ద్రవీకృత హైడ్రోజన్‌ని చికాగో, బెర్లిన్ యూనివర్సిటీ లందు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు వాడిరి. మే. ప. న.

సున్నము : చూ. కార్నియమ్ - పు. 287.

సున్నితపుత్రాసు : చూ. తుల - పు. 387.

సుమేరుజ్యోతి : చూ. అరోరా - పు. 154.

సూక్ష్మదర్శని (సరళ) : పరీక్ష్యవస్తువు, అభిసారి కటకమునకు దాని ప్రధాన నాభ్యంతరము కన్న దగ్గర

నున్న పుడు ఆ విధానమును 'సరళ సూక్ష్మ దర్శని' లేదా 'అధికీకరణ కటకము' అందుము.

చిత్రము 1. ఇట్టి స్థితిలో వస్తువు యొక్క ఋజు అధికీకృత మిథ్యా బింబము గోచరించును. ఎచ్చట ఈ బింబము అతి స్పష్టముగా కనిపించునో అట్టి దూరములో ఉండవలయును. ఈ

దూరము కంటికి 25 సెంటీమీటరులు ఉండును. ఈ దూరమున బింబము పడునట్లు అధికీకరణ సాధనమును ఇటునటు జరిపి తగినట్లు సర్దవలెను.

బింబపరిమాణమునకును, వస్తువు పరిమాణమునకును గల నిష్పత్తియే ఆ కటకముయొక్క అధికీకరణ సామర్థ్యము అనగా (చూ. చిత్రము 1).

$$\text{అధికీకరణము} = \mu = \frac{QQ'}{PP'} = \frac{q}{p} \text{ పలుచటి కటకము}$$

నకు సంబంధించిన సమీకరణము  $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$  నుండి (ఇచ్చట p, q లు కటకమునుండి వరుసగా వస్తు, బింబ

ముల దూరములు. f = కటకము యొక్క నాభ్యంతరము)

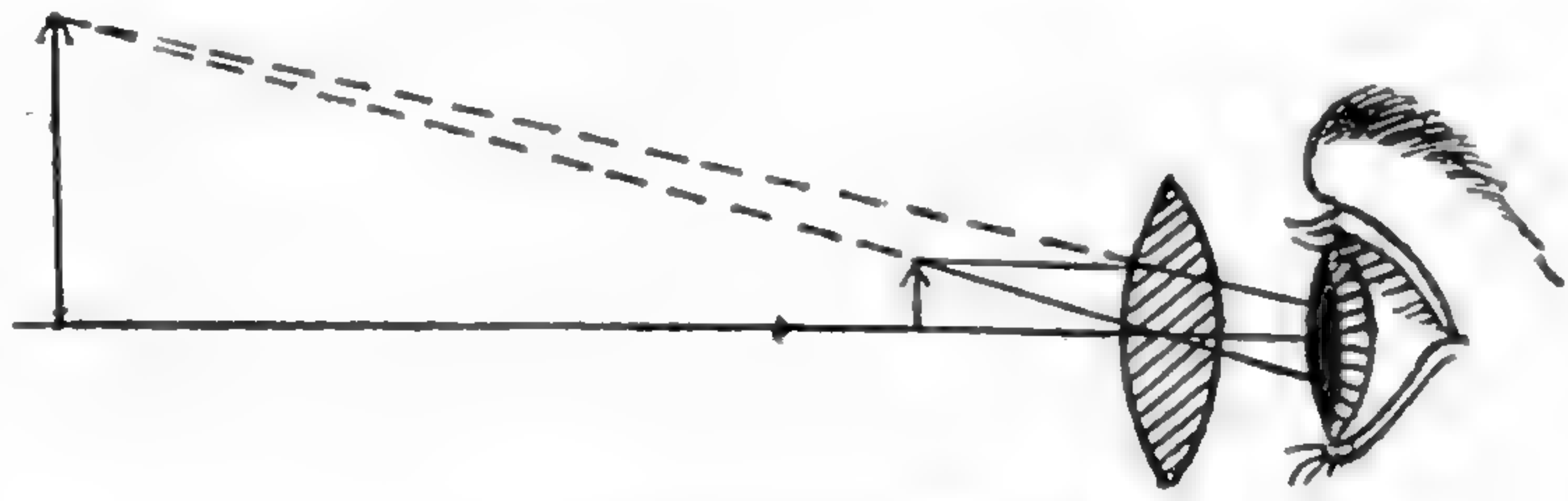
$$\frac{q}{p} = \frac{q}{f} - 1 \text{ అని తేలును.}$$

$$q = -25 \text{ సెం. మీ. అగుచో } \mu = \frac{25 \text{ సెం. మీ.}}{f} + 1$$

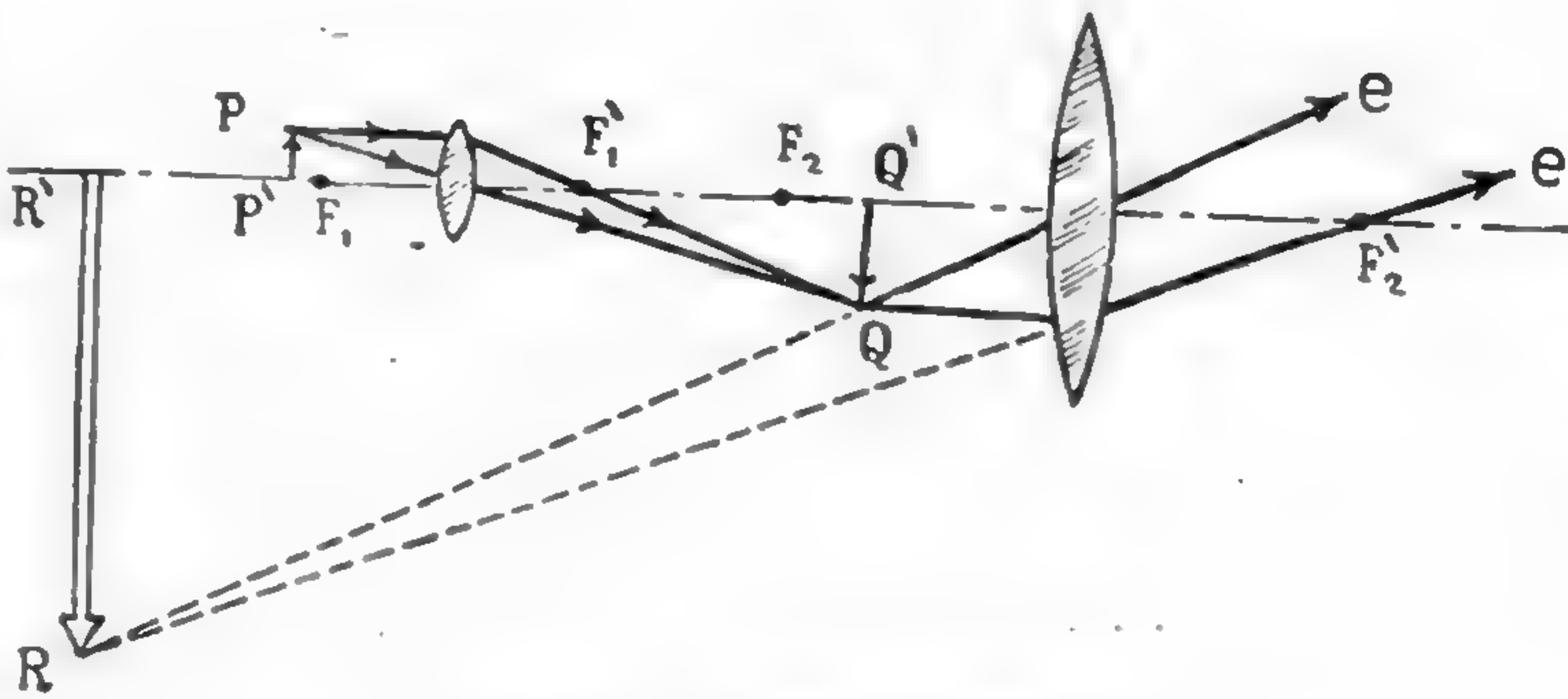
ఇచ్చట f సెంటీమీటరులలో చూపబడినది. ఇట్లు అధికీకరణ కటకము, కంటికి చాలదగ్గరగా పెట్టిన వస్తువును కూడ సులభముగ పరీక్షించుటకు వీలిచ్చును. ఇట్టి అధికీకరణ కటకమును చాక్షుష పరికరములలో అక్షికటకముగ

తరచు వాడుక చేయుదురు.

సంయుక్త సూక్ష్మదర్శని : (కాంపౌండ్ మైక్రోస్కోప్) : అతిశయిత అధికీకరణము ఆవశ్యకమైనపుడు సంయుక్త సూక్ష్మదర్శనిని వాడుక చేతురు. ఈ పరికరమందు రెండు అభిసారి కటకములు ఉండును (వ్యవహారములో ఇవి కటక సమ్మేళనములుగాని, ఏక కటకములు కావు). ఇందులో ఒకటి చాల తక్కువ



1 వ పటము : సరళ సూక్ష్మదర్శని



2 వ పటము : సంయుక్త సూక్ష్మదర్శని

PP' : వస్తువు ; QQ' : వస్తుకటకముయొక్క ప్రతిబింబము ; RR' : అక్షికటకము యొక్క ప్రతిబింబము (మిథ్యాబింబము) ; F1, F1' : వస్తుకటకముయొక్క నాభులు ; F2, F2' : అక్షికటకముయొక్క నాభులు ; e : కన్ను.

నాభ్యంతరము గల వస్తుకటకము (ఆబ్జెక్టివ్), రెండవది సాధారణ నాభ్యంతరముగల అక్షికటకము. వస్తుకటకము సూక్ష్మదర్శని నాభ్యంతరమందు వస్తువు కొంచెము పెద్దదిగా ఉండు యథార్థ బింబమును కల్పించును. ఈ బింబము తరువాత అక్షికటకముచే అధికీకృతమగును. ఇట్లు కంటికి గోచరించునది. చాల పెద్దదియగు మిథ్యా బింబము.

వస్తువు (PP') ను వస్తుకటక ప్రధాన నాభ్యంతరమునకు చాల ఆవలనడుంతురు. అప్పుడు QQ' అను యథార్థబింబము ఏర్పడును. ఈ బింబము సూక్ష్మదర్శని నాళము లోపల



నున్న ప్రదేశములో ఏర్పడును. దీని తెరపై గ్రహించుటకు వీలులేదు. ఇది తక్కిన యథార్థ బింబములవలె వస్తువు నుండి బయలుదేరు కాంతికిరణముల పరస్పర భేదబిందువుల వలన ఏర్పడును. ఈ బింబమును సరళ అధికీకరణ సాధనము వలె ఆచరించు అక్షికటకము ద్వారా పరీక్షింతురు. ౨౨' అను యథార్థబింబము ప్రధాన నాభ్యంతరము  $F_2$  లోపల ఉండునట్లు అక్షికటకము యొక్క స్థానమును మార్చ వలెను. అందువలన చివరకు మనకు అగవడుబింబము  $RR'$  అధికీకృత మిథ్యాబింబమై ఉండును. ఇది వస్తువునకు తల క్రిందు దిశలో ఉండును.

సూక్ష్మదర్శనివలన లభ్యమగు అధికీకరణము, అక్షికటకము, వస్తుకటకము ఈ రెండింటిచే ఉత్పాదితమైన అధికీకరణముల గుణిజఫలమగును.

$$\text{అనగా } \mu = \mu_0 \times \mu_e = \frac{q}{p} \left( \frac{25 \text{ సెం.మీ.}}{f_e} + 1 \right)$$

$p, q$ లు వరుసగా వస్తువునుండి వస్తువుయొక్కయు మొదటి బింబముయొక్కయు దూరములు.  $f_e$  అక్షికటకముయొక్క నాభ్యంతరము (ఈ దూరములు అన్నియు సెంటీ మీటరు లలో కొలువబడును). వ్యవహారములో సూక్ష్మదర్శనివల్ల సాధ్యమగు గరిష్ఠ అధికీకరణము 1500 శ్రేణిలో ఉండును.

నేడు సూక్ష్మదర్శనియొక్క సామాన్య వర్ణనమును ఇచ్చుటకు వీలుపడదు. ఏలన అనేకవిధములగు విశిష్ట రచనలు విశిష్ట ప్రయోజనములు గల సూక్ష్మదర్శనులు వివిధ క్షేత్రములందు జరుగుచున్న పరిశోధనమార్గముల కను గుణముగ సృజించబడుచున్నవి. అధికీకరణ సామర్థ్యము ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శనిలో ఊర్ధ్వసీమను అందుకొనినది.

చాడుష సూక్ష్మదర్శని ఇటీవల, అవస్థాభేద శిల్పము (ఫేజ్ కాన్ ట్రాస్ట్ టెక్నిక్)ను ఉపయోగించి ఎక్కువదక్షము గావించబడినది. ఇందొక మిథోఘట్టనమాపక తంత్రమును ఉపయోగించుట వలన పరీక్ష్యవస్తువు శరీరమందు కన్నట్లు వక్రీభవన గుణకమందలి అతిస్వల్ప వ్యత్యాసములు, బింబ మందు ఔజ్వల్య వ్యత్యాసముల రూపమున కన్నట్లును. ఈ ఉపాయమువలన వస్తువునకు రంగుపట్టించు ఆవశ్యకత లేకుండ జీవించియున్న వస్తువుయొక్క బింబమును సాధించ వచ్చును. సినిమెటో గ్రాఫుతో దీని కలిపి, జీవి అభివృద్ధి జీవకణ విభజన ప్రక్రియ మొదలగు సాధారణ సూక్ష్మ దర్శనితో సాధ్యముగాని సంఘటనల చిత్రించవచ్చును. ఈ అవస్థాభేద సూచక సూక్ష్మదర్శనిని ఇంకను అభివృద్ధి పరచుటకు శాస్త్రజ్ఞులు యత్నించుచున్నారు. మే.వ.న.

సెయ్యులోన్ : చూ. కార్బోప్రాడ్రేట్లు, పంచ దారలు - పు. 285.

సైక్లోట్రాన్ (చాక్రికత్వరకము): 'ఫాన్ డిగ్రాఫ్' స్థిర విద్యుదుత్పాదకమందు అత్యున్నత శక్తలను ఉపయోగించి  $\alpha$  - కణమువంటి ధనవిద్యుదావిష్ట కణముల శక్తిని అధికము చేయుట జరుగు చున్నది. 'చాక్రికత్వరకము' అను ఇంకొకరకపు పరికరములో ప్రతిసారియు చాలతక్కువ శక్తను ఉపయోగించి కణమును అనేకవేల సార్లు ఉత్తేజనమొనర్చుచో కొనకు కణము అతి శక్తి మంతమైనదిగ పరిణమించును. ఈ ఉపాయముచే స్థిరవిద్యుదుత్పాదకమందు వలె మిక్కిలి ఉన్నతమగు శక్తలను ఉపయోగించు అవశ్యకత తప్పినది. ఇది కారణముగ చాక్రికత్వరకము స్థిరవిద్యుదుత్పాదకముకన్న చాల ఇమిడిక గల పరికరము.

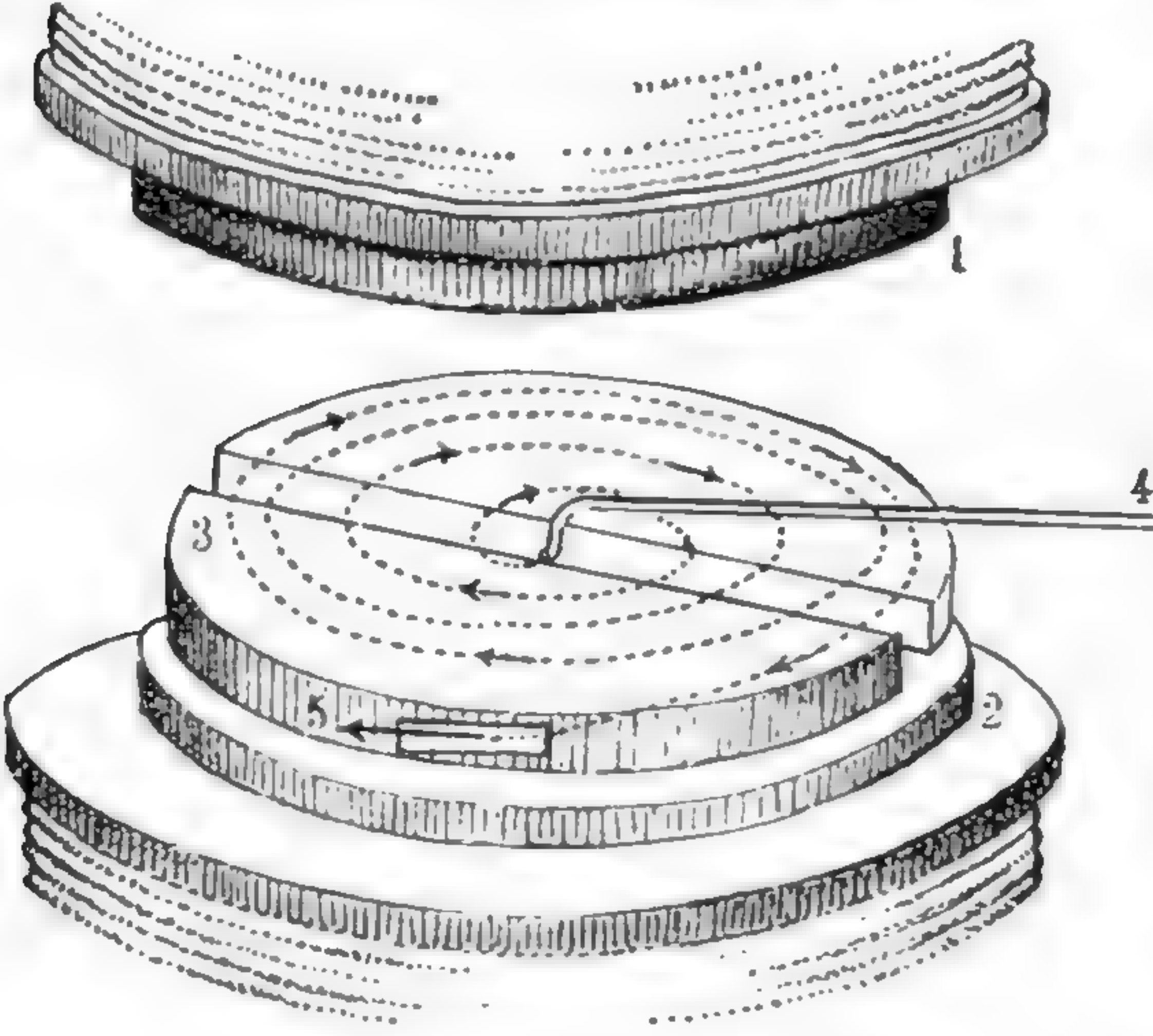
సమరూప అయస్కాంత క్షేత్రమునందు చలించుచున్న విద్యుదావిష్టకణము ఏదియైనను, దానిపూర్వపు మార్గము నుండి మళ్ళి, వర్తులమార్గమును పట్టునను సుప్రసిద్ధభౌతిక శాస్త్రనియమము చాక్రికత్వరకము యొక్క రచనకు మూలసూత్రము. కణముతొక్కు మార్గవృత్తముయొక్క వ్యాసదైర్ఘ్యము అయస్కాంతక్షేత్రబలము, కణము యొక్క వేగము-వీటిరెండింటిని పట్టి ఉండును. కణవేగము పొచ్చగు కొలది, కణము మార్గమందలివంపు తగ్గుచుండును. అనగా వృత్తపరిధి అధికమగుచుండును. అందుచే వర్తులమార్గపు మొత్తపుకొలత, కణవేగమునకు అనులోమముగ మారుచుండును. ఇదికారణముగ, వేగముగచలించుచున్నను, మందముగ చలించుచున్నను కణము ఒకసారి వర్తుల మార్గమును చుట్టివచ్చుటకు పట్టుకాల వ్యవధిలో మాత్రము వ్యత్యాసము ఉండదు. ఈ విచిత్ర సంఘటనకు కారణమేమన, కణవేగముతో సమానముగ, దీని వర్తుల మార్గపరిధికూడ అధికమగుచుండును. అనగా వేగము, పరిధికొలత స్థిరానుపాతములో ఉండును. దీనిని జ్ఞప్తి యందు ఉంచుకొనిన 'చాక్రికత్వరకము' యొక్క చర్యను ప్రక్కపుట (748)లోని చిత్రమువలన సుళువుగ బోధ పరచుకొన వచ్చును.

'చాక్రికత్వరకము' యొక్క రచనను, రెండు పెద్ద విద్యుదయస్కాంత ధ్రువముల (1, 2) మధ్యనున్న ఒక పలుచటి ధాతు 'డబ్లీగా' మనము నిరూపించవచ్చును. ఈ 'డబ్లీని' మధ్యకు సమముగ కోయగావచ్చిన (3) అను సగభాగములు 'D' అను ఇంగ్లీషుఅక్షరపు పోల్కిలో ఉండుటచే వీటికి 'డి' లని పేరు. 'విద్యుదయస్కాంతపు దౌడలమధ్య ఈ 'డి' లు కొంచెముఎడముగ ఒకే సమతలములో అమర్చబడి ఉన్నవి.' ఈ రెండు సగభాగములును నియతపానఃపున్యము గల ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రేషమును ఇచ్చు



## సోడియమ్

పరివర్తకముతో సంధించబడి ఉండును. అందుచే ఈ 'డి'లు ధన, ఋణ ఆవేశములను ఒకదానితరువాత ఒకటి త్వర త్వరగ, మారిమారి గ్రహించు చుండును. విద్యుదావిష్టకణము ఏదియైనను 'డి' లోపల చలించునపుడు, 'డి'లో విద్యుత్ షేత్రము లేమిచే (డి అంతయు సమరూపావేశము కలిగిఉండుటచే అందు విద్యుత్ షేత్రము ఉండుట



వైకోట్రాన్

అసంభవము) ఆవరించుచున్న విద్యుదయస్కాంత షేత్ర ప్రభావమున 'డి' లో కణము వర్తులమార్గమును అనుసరించును. కాని కణము తనవర్తుల పథములో ఒక 'డి' ని విడచి, ఇంకొక 'డి' ని ప్రవేశించినపుడు, రెండు 'డి' లకు మధ్యనున్న శక్తచిహ్నమునువట్టి కణవేగము అతిశయించుటయో, మందగించుటయో తటస్థించును. చాక్రికత్వరకము యొక్క చర్యను వివరముగ తెలిసికొనుటకు ఒక 'డి' లో ఒకద్వారముగుండా ప్రవేశపెట్టబడిన ఒక విద్యుదావిష్టకణ మార్గమును అనుసరింతము. ఒక 'డి' లోనికి ఆకణము ప్రవేశించినది అనకొందము. అందువైపున్న విద్యుదయస్కాంత ప్రభావముచే, కణము వర్తులమార్గమును స్వీకరించి దాని అర్థవర్తులమార్గము ముగియు సరికి 'డి'ల మధ్యనున్న ప్రదేశములోనికి వచ్చును. ఈ కణమందు ఈకణము రెండు 'డి'ల మధ్యనున్న విద్యుత్ షేత్రమందు వేగాతిశయమును పొందుటకు వీలగునట్లు 'డి'ల విద్యుదావేశచిహ్నాలను పరివర్తకసహాయమున ఆకస్మికముగ మార్చగలుగుదుమేని, కణము అతిశయించిన వేగముతో రెండవ 'డి'ని ప్రవేశించును. అందీ అధిక కృతవేగముతో మరల మునుపటికన్న పెద్దదిఅగు అర్థవర్తులమునుచుట్టి ఆ 'డి'నుండి 'డి'ల మధ్యనున్న ప్రదేశము లోనికి మరల వచ్చుసరికి, 'డి'ల విద్యుదావేశచిహ్నమును

అనుగుణముగా మార్చిన మునుపటికన్న అధికమగు వేగముతో మొదటి 'డి'ని మరల ప్రవేశించును. ఇట్లు మరల మరల గావించినచో, ఈ కణము సతతము అతిశయించు వేగముతో 'డి'నుండి 'డి'కి మారినప్పుడెల్ల వేగము అధికమగుటయేగాక, దాని అర్థవర్తులమార్గపరిధికూడ అధికమగుచుండును. దీనిఫలితముగ కణము 'డి'లలో సర్పిల మార్గమును అనుసరించును. కొనకు కణముయొక్క వర్తులమార్గవ్యాసార్థము డబ్బివ్యాసార్థముతో ఇంచుమించు సమానమైనపుడు కణము డబ్బిగోడలోనున్న చిన్ననందు (5) గుండా బయటకు దానిని ప్రయోగించుచోటికి నెట్టబడును. ఈ పరికరములో మనము కణమునకు ఈయగల గరిష్ఠశక్తి, అందు వాడుకచేసిన విద్యుదయస్కాంతపు పరిమాణము, బలము - వీటిని రెండింటిని వట్టి ఉండును. మే. వ. న.

సోడియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము పరమాణ్వంకము 11; సంకేతము Na; పరమాణు భారము 22.991; విశిష్టగురుత్వము 0.97; ద్రవాంకము 97.7° C; క్వథనాంకము 883° C. దీనిఉనికిని 1807 లో హంఫ్రీడేవీ కనుగొన్నాడు. పారిశ్రామికరంగమున ఊరధాతువులలో సోడియమ్ ప్రసిద్ధిచెందినది.

ప్రాప్తి : భూమ్యుపరిభాగములో 97% ఆక్సిజన్, సిలికన్, మిరిరి ధాతువులచే నిర్మింపబడినది; సోడియమ్ ఈ ఆరు ధాతువులలో ఒకటి. సోడియమ్ యాగికరూపమున భూపటలమున జలమునందు, జంతుపదార్థములందును, వృక్షపదార్థములందును కూడ కలదు. అంత విరివిగా లభ్యమగుటచే ఇదిలేని ద్రవ్యమేలేదని చెప్పనగును. సోడియమ్ చాలత్వరితగతిని నీటితోను, ఆక్సిజన్ తోను సంయోగించుస్వభావము కలది కావున విడిగా దొరకదు. దీని యాగికములలో క్రింద పేర్కొనినవి ముఖ్యములు.

సోడియమ్ క్లోరైడ్ (NaCl): దీనికి వ్యవహారనామము ఉప్పు. ఇది సముద్రపునీటిలో కరగి ఉన్నది. అనాదికాలమందు సరస్సులు, సముద్రములు ఎండిపోవుటచేత భూతలమున అక్కడక్కడ ఉప్పుపాతరలు ఏర్పడినవి. అందు రాతిఉప్పు (రాక్ సాల్ట్) రూపమున సోడియమ్ క్లోరైడ్ విశేషముగా ఉన్నది. ఆస్ట్రేలియాలోని 'వీలిట్టికా' యందు ఇటువంటి లవణపుగని కలదు. దాని వైశాల్యము (500 X 200) 1,00,000 చదరపుమైళ్లు, మందము 1200 అడుగులు. మిగిలినవి ముఖ్యముగా ఇంగ్లండులోని చెమ్రేర్, వార్నెస్టర్ మైర్, యార్క్ మైర్ నందును, జర్మనీలోని స్ట్రాస్బర్గ్ నందును, ఇండియాలో కూడ సింధు, రాజస్థాన్ లందు ఈ రాతిఉప్పుగనులు కలవు. దీనినే మనము 'నైంధవలవణము'



అనీకూడ పీలుతుము. ఇది ఉప్పునీటి సరస్సులలోను, ఖనిజములలోను, నీటి బుగ్గలలోను మిక్కిలిగా ఉన్నది.

ప్రకృతియందు ఉప్పు చాలవిరివిగా దొరకును. సాధారణముగా సముద్రజలమందు 2.7% సోడియమ్ క్లోరైడ్ విలీనమైఉన్నది. మిగిలిన లవణములన్నియు కలిసి (మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ 0.38%; మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ 0.23%; కాల్షియమ్ సల్ఫేట్ 0.14%; పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ 0.07%; కాల్షియమ్ బైకార్బోనేట్ 0.028%; మగ్నీషియమ్ బ్రోమైడ్ 0.00163%) సుమారు 0.83% మాత్రమే. భూమధ్య సముద్రములలో లవణములు ఇంతకంటె ఎక్కువ ఉండును. మధ్య ప్రాచ్యములోని డెడ్ సముద్రమునందు 22%-23% మొత్తము లవణములు - అందులో 9% మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్, 9% సోడియమ్ క్లోరైడ్ ఉండును. ఊటలయందు, లవణసరస్సులయందు ఇంకను అధికముగా లవణములు ఉండును. బాల్టిక్, నల్ల సముద్రములలో 1% తక్కువ సోడియమ్ క్లోరైడ్ ఉండును; ఇందుకు కారణము, వాటిలోనికి ప్రవహించు మంచినీటి నదులు. రాజస్థాన్ లోని సరస్సులన్నిటిలోనికి పెద్దదిఅగు సాంభార్ సరస్సు భారత దేశమునకు గావలసిన ఉప్పులో నాల్గవభాగమును ఉత్పత్తి చేయుచున్నది.

ఉష్ణమండలములలో సముద్రపునీటిని పెద్దఉప్పు మళ్ళలో సూర్యరశ్మిలో ఇగురబెట్టెదరు. ఇటుల స్ఫటికీకరణమును చెందిన ఉప్పు 95% శుభ్రముగా ఉండును. మిగిలిన ద్రావణమును 'బిట్టరన్స్' అందురు. దీనిలో మగ్నీషియమ్ లవణములు, బ్రోమైడ్లు ఉండును. సోవియట్ రష్యావంటి శీతలదేశములలో సముద్రపునీటిని శీతలీకరించుటవలన నీటిని ఘనీభవింపజేసి ఉప్పును వేరుచేయుదురు.

రాతిఉప్పుగాక కొన్నిచోట్ల ఉప్పునీటిబుగ్గలుకూడకలవు. ఈ బుగ్గలలో సంతృప్తద్రావణము ఉండును. ఈ ద్రావణమును పెద్ద పెనములలో వేడిచేసి ఇగిర్చి ఉప్పును తయారు చేయుదురు. భూగర్భముననున్న ఉప్పునీటిని పైకి ఉబికించుటకుగాను భూమిలోనికి గొట్టములను దింపి పంపు చేయుదురు. ద్రావణరూపమునగాక ఉప్పు ఘనస్థితిని భూగర్భముననున్నచో గొట్టములలో నీరు పోయగా ఏర్పడిన సంతృప్తద్రావణమును పైకితోడుదురు. కొన్నిచోట్ల ద్రావణమును గాలితీసివేసినపాత్రలలో, స్ఫటికీకరించుటకు ఆరంభించువరకు, ఇగురబెట్టినచో సోడియమ్ క్లోరైడ్ స్ఫటికీకృతమై పరిశుభ్రముగా తయారగును.

ఉప్పు చెమ్మగిల్లి నీరగుట మనకందరకు తెలిసినవిషయమే. గాలి నుండి తేమను ఆకర్షించుశక్తిగల మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్ క్లోరైడ్లు ఇందుండుటయే దీనికి కారణము.

సోడియమ్ క్లోరైడ్ నకు ఈధర్మములేదు. పరిశుభ్రమైన సోడియమ్ క్లోరైడ్ ను సిద్ధముచేయవలెనన్నచో ఉప్పును నీటిలో సంతృప్తద్రావణముగా వరకు కరగించి వడియగట్టి దానిలోనికి హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువును పంపవలెను. శుద్ధమైనసోడియమ్ క్లోరైడ్ స్ఫటికములుగా అవక్షిప్తమగును.

ఉప్పునీటిలోనున్న మగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్ భాగములను తొలగించి అనీటిని ఇగురపెట్టగావచ్చిన ఉప్పు చెమ్మగిల్లుదు. ఉప్పునీటిలో కొంచెము సున్నపుముద్దను కలిపినచో అందున్న మగ్నీషియమ్ లవణములు హైడ్రాక్సైడ్ గా అవక్షిప్తమగును. తర్వాత సోడియమ్ కార్బోనేట్ లవణమును కొంచెము ఎక్కువగా ఆద్రావణమునకే కలిపినచో ఆద్రావణములోనున్న కాల్షియమ్ కూడ అవక్షేపముగా ద్రావణమునుండి విడివడును. ఇప్పుడీద్రావణమును వడపోసి ఇగురబెట్టినచో శుద్ధమైన ఉప్పు లభ్యమగును. ఇదియే 'చేబిల్ సాల్ట్'.

ఉపయోగములు : ఉప్పు మన ఆహారమందు ప్రధాన ద్రవ్యము. ప్రతిమానవునకు ఏడాదికి 29 పౌనుల ఉప్పు సగటున కావలెను. ప్రపంచములో ఉత్పన్నమగు ఉప్పులో మూడవవంతు సాల్ట్రే పద్ధతిని సోడియమ్ కార్బోనేట్ ను సిద్ధము చేయుటకు ముడిద్రవ్యముగా ఉపయోగపడుచున్నది. ఇదిగాక రాహకసోడా, రొట్టెలసోడా, సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్, సోడియమ్ సల్ఫేట్ మొదలయిన సోడియమ్ యాగికములను, క్లోరీన్ ను, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ను చేయుటకు ఇది మొదటిద్రవ్యమై ఉన్నది. సబ్బుపరిశ్రమలో ద్రావణమునుండి సబ్బును అవక్షేపించుటకును, చేపలు, వెన్న, మాంసము మొదలయిన ఆహారపదార్థములను నిల్వజేయుటకును, వెండిని, రాగిని వాని ఖనిజములనుండి వేరుచేయుటకును, వస్త్రములకు రంగులు అద్దుటకును, శీతలీకరణపద్ధతియందును గూడ ఉప్పు వాడబడుచున్నది. సోడియమ్ క్లోరైడ్ బంకమన్నులోని అల్యూమినా, సిలికా పదార్థములతో అధిక తాపక్రమమువద్ద సంయోగించి ఏర్పడు సోడియమ్ అల్యూనియము సిలికేట్ అను ఒక యాగికము పింగాణి మొదలైన మృణ్మయపాత్రలను మెరుగుపెట్టుటకు ఉపయోగించును.

సోడా : దీనిరాసాయనికనామము సోడియమ్ కార్బోనేట్ ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). గండశిలలు శిథిలములైనప్పుడు వానియందలి సోడా ఫెల్డ్ స్పార్ లేదా ఆల్సైట్ ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) వంటి ఖనిజములు గాలియందలి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ చేతను, వర్షమువలనను విచ్ఛేదనమును చెంది సోడియమ్ కార్బోనేట్ ఏర్పడును. ఇది వర్షపునీటియందు కరగిభూమధ్య సముద్రములలో గాని, లవణ సరస్సులలో



సోడియమ్

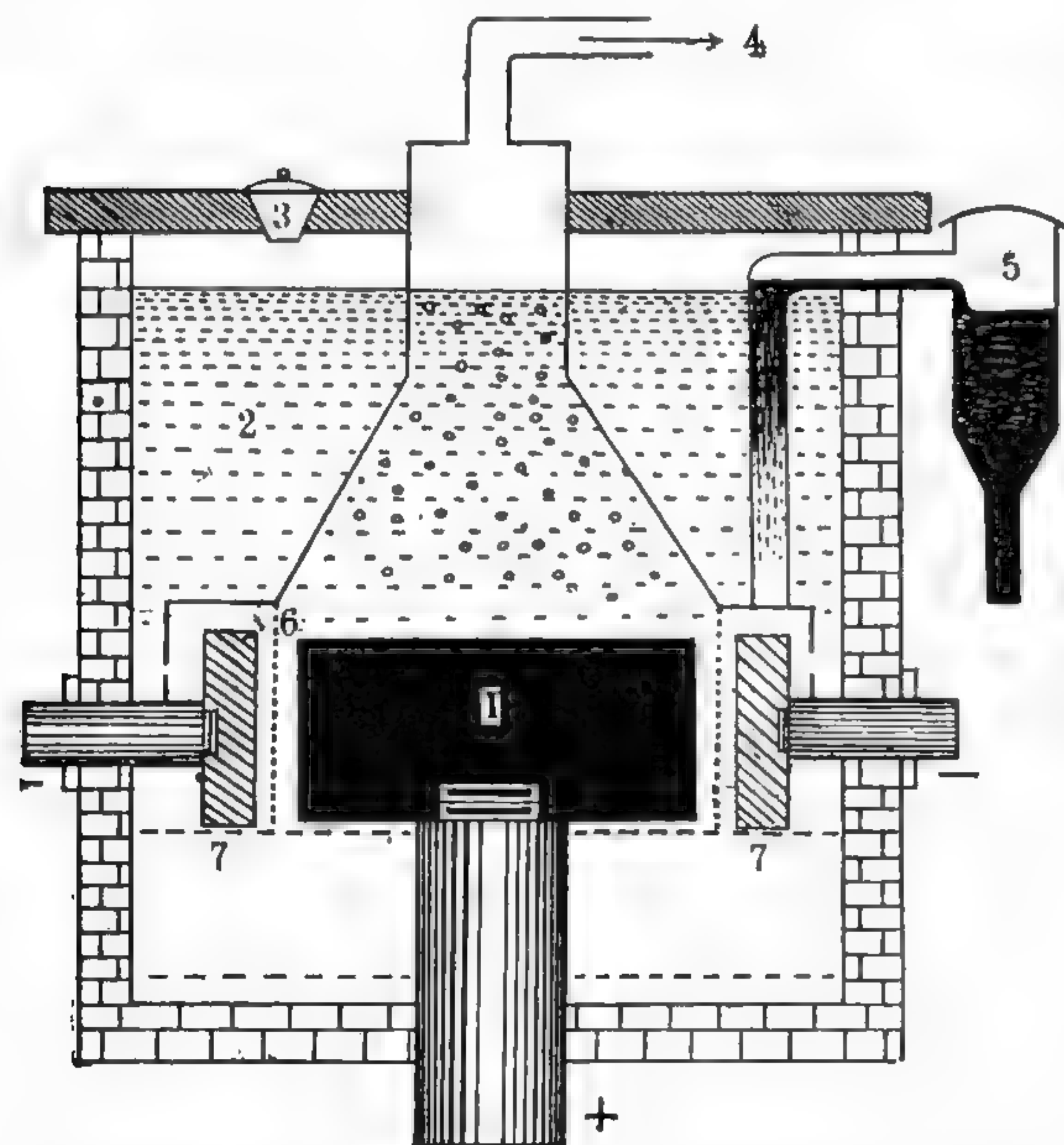
గాని చేరును. ఈసరస్సులలో ముఖ్యమైనవి బ్రిటిష్-తూర్పు ఆఫ్రికాలోని 'మగది' సరస్సు, ఉటాలోని లవణ సరస్సు. 'మగదిసరస్సు' వైశాల్యము 100 చదరపుమైళ్లు. ఇది దాదాపు పూర్తిగా స్ఫటికీకరణము చెందినసోడాతో నిండి ఉన్నది. స్వతస్సిద్ధమగు ఈ సోడాను 'నాట్రాన్' అందురు. యునైటెడ్ స్టేట్స్లో సహజసిద్ధమగు సోడా అంతయు కాలిఫోర్నియా లోని 'యోయన్', 'నెర్గి' సరస్సులనుండి వచ్చుచున్నది.

చిలీ నైట్రేట్ : దక్షిణఅమెరికాలోని చిలీ, పెరూ దేశముల మధ్యగల ఎడారిప్రదేశములందు చాల విశాలమైన లవణములపాతరగలదు. దీనిని 'చిలీపెట్టుప్ప' లేదా 'చిలీ నైటర్' అనియు, 'కాలిషన్' అనియు అందురు. ఇందు కొంత వెలిగారము, సోడియమ్ అయిడేట్ కూడ గలవు.

క్రయొలైట్ ( $\text{Na}_2\text{AlF}_6$ ) : ఇది సోడియమ్ అల్యూమినియముఫ్లోరైడ్; గ్రీన్ లాండ్ లో దొరకెడు ఒక ముఖ్యమైన ఖనిజము.

టింకాల్ ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) : సహజముగా లభించు వెలిగారము. ఇండియా, కాలిఫోర్నియా, టిబెట్టు దేశములలో ఇది విరివిగా దొరకును.

సోడియమ్ ధాతుసాధన - పారిశ్రామిక పద్ధతి : డౌను ఘటము ఒక ఉక్కుపాత్ర. దానిలోపల పొర అగ్నినిరోధక



1. ధనధ్రువము ; 2. సోడియమ్క్లోరైడ్ద్రవము ; 3. మూత ; 4. క్లోరిన్ బయటికిపోవుటకు దారి ; 5. సోడియమ్సంగ్రహణ పాత్ర ; 6. తెరలు ; 7, 7. ఋణధ్రువములు

మైన ఇటుకలతో చేయబడును. పాత్రలో ద్రవీభవించిన

సోడియమ్ క్లోరైడ్ను ఉంచి, అందులో కొంతకాల్షియమ్, బేరియమ్ క్లోరైడ్లుగాని, ఫ్లోరైడ్లుగాని కరగింతురు. ఇందుమూలమున సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రవాంకము  $800.4^\circ\text{C}$  నుండి  $800^\circ\text{C}$  వరకు తగ్గును. పాత్ర క్రిందనుండి లోనికి చొచ్చియున్న గ్రాఫైట్కడ్డి (1) ధనధ్రువము, ఇనుప కడ్డిలు (7, 7) ఋణధ్రువములు. క్లోరిన్ను ప్రోగు చేయుటకు గుమ్మటమువలెనుండు ఒక కలశమును ధనధ్రువముపైని బోర్లించుదురు. క్లోరిన్ ఒక గొట్టము (4) గుండా పైకెగయును. సోడియమ్ ఋణధ్రువమునుండి బయలుదేరి ఒక గొట్టములోనుండి వెడలి ఒకపాత్ర (5) లో కూడును. ధనధ్రువముమీద బోర్లించిన కలశమునకు రెండు 'రి' అను ధాతునిర్మితమైన తెరల తగిలించుటచేత ధనఋణధ్రువముల వద్ద ఉత్పత్తియైన క్లోరిన్, సోడియమ్లు ఒకదానితో ఒకటి కలియలేవు:



ఈ సాంకేతికమునందు కనబడు 'e' అనునది విద్యుత్తు యూనిట్ నకు గురుతు.

ఉపయోగములు : ఒకప్పుడు అల్యూమినియమును ఉత్పత్తిచేయుటకు సోడియమ్ ఉపయోగపడెడిది. ప్రపంచములో ఉత్పత్తియైన సోడియమ్లో 50% 'లెడ్ పెట్రోఎతిల్ \*' అను యాగికమును జేయుటకును, 40% వెండిని, బంగారమును, వానిఖనిజములనుండి తీయుటకు కావలసిన సోడియమ్ సైనైడ్ను చేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. మిగిలినది నీలిమందు, సోడియమ్ పెరాక్సైడ్ మొదలైన ద్రవ్యములు చేయుటకు 'ఐసోప్రిన్' అను కార్బన్ యాగికమును కృత్రిమ రబ్బరుగా మార్చుటకు, ప్రేరకముగా వాడుటకు ఉపయోగ పడుచున్నది. ఇటీవల యునైటెడ్ స్టేట్స్లో సోడియమ్ ఆవిరిదీపములతో పురవీధులను వెలిగించుచున్నారు; ఇవి, టంగ్ స్టన్ తీగ దీపము లోపల గాలిని పూర్ణముగా తీసివేసి సోడియమ్ను, నీయాన్ వాయువును నింపిన దీపగోళములు. అన్ని ఊరధాతువుల వలె సోడియమ్ కూడ 'ఫోటోఎలక్ట్రిక్' ధర్మము గలది కావున కాంతి ఘటములలో దీనిని వాడుదురు (చూ. కాంతి విద్యుత్ ఘటములు - పు. 253). శోధనాగారములో 'ఈతర్' మొదలైన రాసాయనిక ద్రవ్యములను నిర్జలీకరించుటకు ఉపయోగించెదరు.

\* పెట్రోలు ఇంజను వనిచేయునపుడు కొట్టుకొనకుండ చేయుటకు పెట్రోలులో కలుపు సీసకార్బన్ యాగికము.

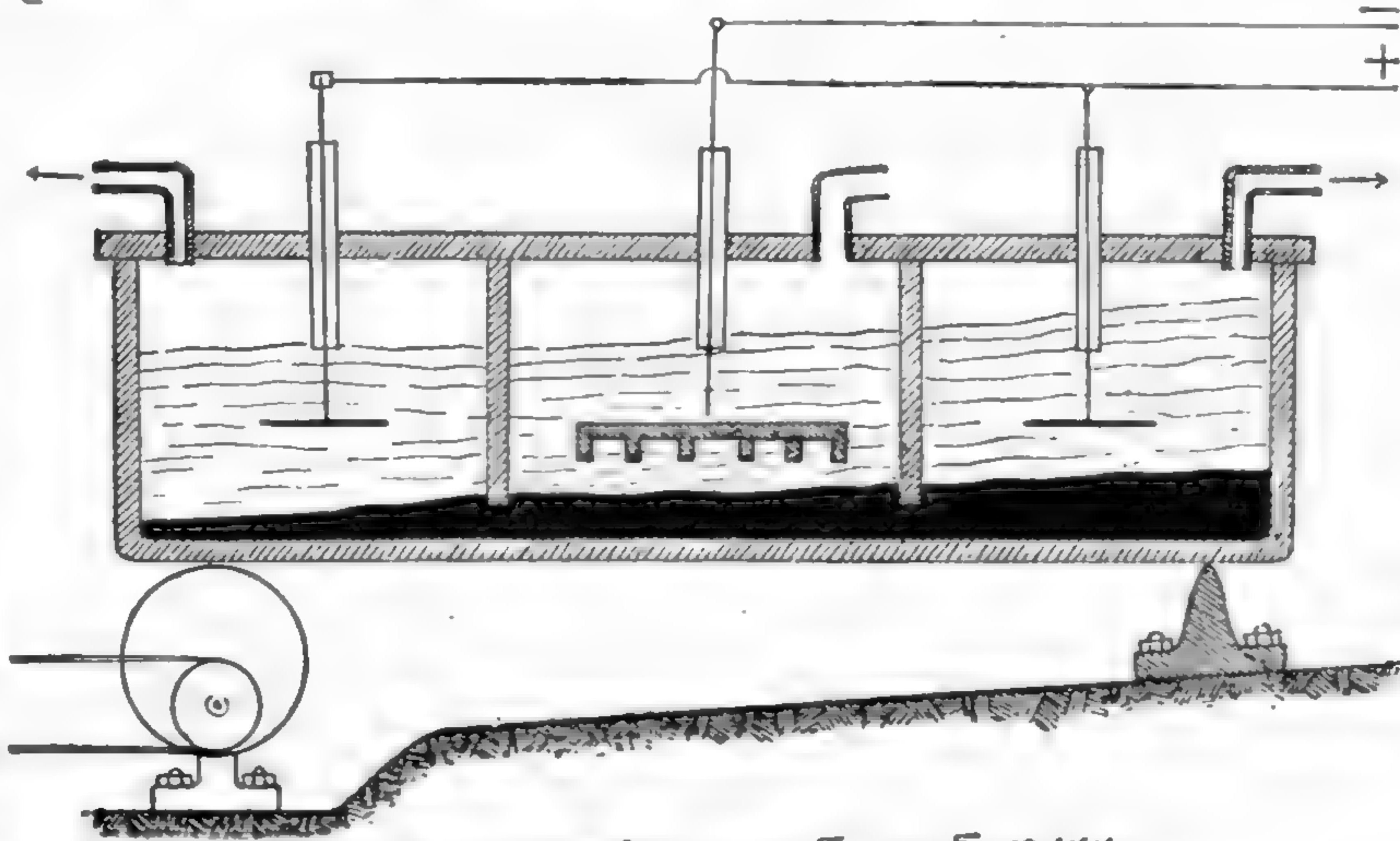


దాహకసోడా పరిశ్రమ : దాహకసోడాను ఇంగ్లీషులో సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (NaOH) అందురు. దాహక సోడా పరిశ్రమ పెక్కుతెరగుల ఉన్నది. సోడియమ్ కార్బోనేట్ (చాకలిసోడా) నుండిగాని, నిత్యగృహకృత్య ములకు వాడెడి ఉప్పునుండిగాని దీనినిఉత్పత్తి చేయవచ్చును. సుమారు 9 లక్షల టన్నుల దాహకసోడా ఏటేట ఉత్పత్తి అగుచున్నది.

గాసేజి పద్ధతి : ఈ పద్ధతియందు చాకలి సోడానుండి దాహకసోడాను ఉత్పత్తిచేయుదురు. ఒక ఇనుప తొట్టెలో 10% సోడియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణము తీసికొని, దానికి కావలసిన దానికంటె కొంచెము అదనముగా ముద్దసున్నము కలిపి, నీటిఅవిరిచే 85°C వరకు వేడిచేయుదురు. వేడిచేయు చున్నంతకాలము దీనిని మంథనయంత్రములతో చిలుకు దురు. మధ్యమధ్యను తేరినద్రవము తీసి దానిలో ఇంకను సోడియమ్ కార్బోనేట్ కలదేమో అని పరీక్షించురు. అది లేనిచో మార్పు పూర్తియైనది కావున ద్రావణమును తేరబెట్టి క్రిందికి దిగిన కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ నుండి తేరిన ద్రావణమును వేరుపరచురు.



అవక్షిప్తమైన కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ ను కూడ దాహక సోడా పోవువరకు శుభ్రముగ నీటితోకడిగి సోడాను సంగ్రహించురు. ద్రావణమును 50% గాఢత వచ్చువరకు గాలి తీసివేసిన పాత్రలోను, చివరకు ఇనుపపాత్రలో ఇగుర బెట్టెదరు. మిగిలిన జలమును పూర్తిగా వెడలగొట్టుటకు కావలసిన తాపక్రమము దాహకసోడా ద్రవాంకము కంటె ఎక్కువ కాన చివరకు దాహక సోడా ద్రవ రూపమున మిగులును. దీనిని కడికలుగా గాని, బిళ్ళలుగా గాని పోత పోసి ఇనుప సీసాలలో ఎగుమతి చేయుదురు.



కాస్టిక్ సోడా తయారుచేయు కాస్టర్, కెల్సర్ పరికరము

జేసినపుడు అది సోడియమ్ క్లోరైడ్ గావియోగముచెందును. సోడియమ్ ఋణద్రువమునొద్ద జనించి అచ్చటనున్న నీటిని విశ్లేషించుటచేత సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ ఏర్పడును. క్లోరైన్ ధన ద్రువమునొద్ద జనించి వాయు రూపమున పైకివెడలును. క్లోరైన్ దాహకసోడాతో ప్రతిక్రియ సలుపకుండుటకును, క్లోరైన్ హైడ్రోజన్ ల దారుణ సంయోగము నిరోధించుటకును ధన, ఋణ ద్రువముల రెండింటిని సందులులేని వేరువేరు గదులలో ఉంచవలెను.

అట్టిజాతికి చెందినవే పాదరసము ఋణద్రువముగా గల ఘటములు. ఒక సిమెంటుతొట్టె తీసికొని దాని అడుగుభాగమున కొంత మందము వరకు పాదరసమును ఉంచెదరు. పాదరసముమీద తేలుచు తొట్టి అడుగుభాగమున తాకకుండ రెండుబలపపు రాతిపలకలు నిట్టనిలువుగ అమర్చుట చేత తొట్టె మూడుగదులుగ విభజింపబడును. చివరగదుల రెండింటిని చిక్కని ఉప్పుద్రావణముతోను, మధ్య గదిని కొంచెము దాహక సోడాకలిపిన నీటితోను నింపుదురు. కార్బన్ ధన ద్రువములను చివరిగదులలోను, కొన్ని ఇనుప కడ్డీలను ఋణద్రువముగ మధ్యగదిలోను అమర్చురు. పాదరసముగూడ ఋణద్రువముగా పనిచేయును. పాదరసము ఇనుప కడ్డీల మార్గమున 90%, 10% ఘటమునకు వెలుపల సమానాంతరముగా అమర్చిన నిరోధము గుండాను విద్యుత్తు ప్రసరించును. క్లోరైన్ చివర గదులలో జనించి మట్టిగొట్టముల గుండా బయటకు పోవును. క్లోరైన్ ఒత్తిడికి గురిచేసిగాని, శీతలీకరించిగాని, ద్రవీభవించి

ఉక్కు సీతం డర్లలో ఎగుమతి చేయుదురు.

సోడియమ్ కూడ చివర గదులలోనే ఉద్భవించి, అక్కడి పాదరసముతో సోడియమ్ రసమిశ్రముగా మారును. ఇప్పుడు

ఉప్పునుండి దాహకసోడాను ఉత్పత్తిచేయుట : సోడి క్రింద అమర్చిన చక్రములమీద తొట్టెను ఉయ్యలవలె యమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణములోనికి విద్యుత్తును ప్రసరింప ఊచి చివరగదులలోని సోడియమ్ రసమిశ్రమును మధ్య



## సోడియమ్

గదిలోనికి వచ్చునటుల చేయుదురు. ఈ మిశ్రము ఆ గది లోని నీటిని విశ్లేషించునటులచేసి దాహకసోడా ద్రావణముగ మారును; హైడ్రోజన్ గొట్టము ద్వారా పైకి పోవును. హైడ్రోజన్, క్లోరిన్ వాయువులు ఈ విధానమున లభించిన అమూల్యమైన ఉపఫలములు:



శుభ్రపరచుట : ఏవిధానమున నిర్దమ చేసినను దాహక సోడాను మధ్యద్రావణమునుండి పునఃస్ఫటికీకరణము చేసి శుభ్రపరచురు.

దాహకసోడా-శోధనాగారపద్ధతి : ఇందు నీటిపై సోడియమ్ ధాతువుయొక్క చర్యవలన దాహకసోడా ద్రావణమును ఉత్పత్తి చేయుదురు. ఈ చర్య బహు దారుణము కావున సోడియమ్ ను రసముతో మిశ్రముగావించి సోడియమ్ నకు బదులుగా ఆ మిశ్రమును వాడుటలవసరము.

ధర్మములు : సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ తెల్లని స్ఫటికములుగ ఉండును. దీనికి చెమ్మగిల్లడి స్వభావము కలదు. ద్రవాంకము  $318.4^\circ\text{C}$ ; విశిష్టగురుత్వము 2.13; ఇది నీటిలో తేలికగా కరగును; తాకుటకు జిడ్డుగా ఉండును; చర్మమును తాకిన పుండ్లుబడును. ఇది వృక్ష ద్రవ్యములను జంతుద్రవ్యములను తేలికగా విచ్ఛిన్నము చేయును. గాఢ ఊరములలో ఇది ఒకటి.

ఉపయోగములు : జంతు, వృక్షతైలముల నుండియు, క్రొవ్వలనుండియు సబ్బులను చేయుటకు ఇది ముఖ్యముగా ఉపయోగపడుచున్నది. ఇదిగాక అలిజరిన్ వర్ణద్రవ్యము ఉత్పత్తి చేయుటకును, నూలును మెర్సిరైజ్ చేయుటకును, కాగితముల పరిశ్రమయందును, కృత్రిమ పట్టును ఉత్పన్నము చేయుటకును అస్థులనుండి మాంసమును తొలగించుటకును, జీవశాస్త్ర శోధనాగారములలోను, నూలుబట్టల రంగులను తీసివేయుటకు ఫీనోల్, ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ చేయుటకు, అల్యూమినియము ధాతుసాధన పరిశ్రమయందు బాక్సైట్ ను శుభ్రపరచుటకును, సోడియమ్ ధాతువును ఉత్పత్తిచేయుటకును, భూమినుండి తీసిన పెట్రోలునకు దుర్వాసన ఇచ్చు గంధకపుయోగికముల తొలగించి దానిని శుభ్రపరచుటకును వాడబడుచున్నది. గృహపరికరములను అంటుకొనిన జిడ్డునుగాని, చమురును గాని పోగొట్టుటకు కూడ వాడవచ్చును.

సోడియమ్ పెరాక్సైడ్ ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) : సోడియమ్ గాలిలో గాని, ఆక్సిజన్ వాయువులోగాని మండినపుడు సోడియమ్ పెరాక్సైడ్ ఏర్పడును:



ఇది పసుపురంగుగల ఘనద్రవ్యము. జలసంపర్కమున విఘట్టనముచేంది ఆక్సిజన్, దాహకసోడాగా విడిపోవును:

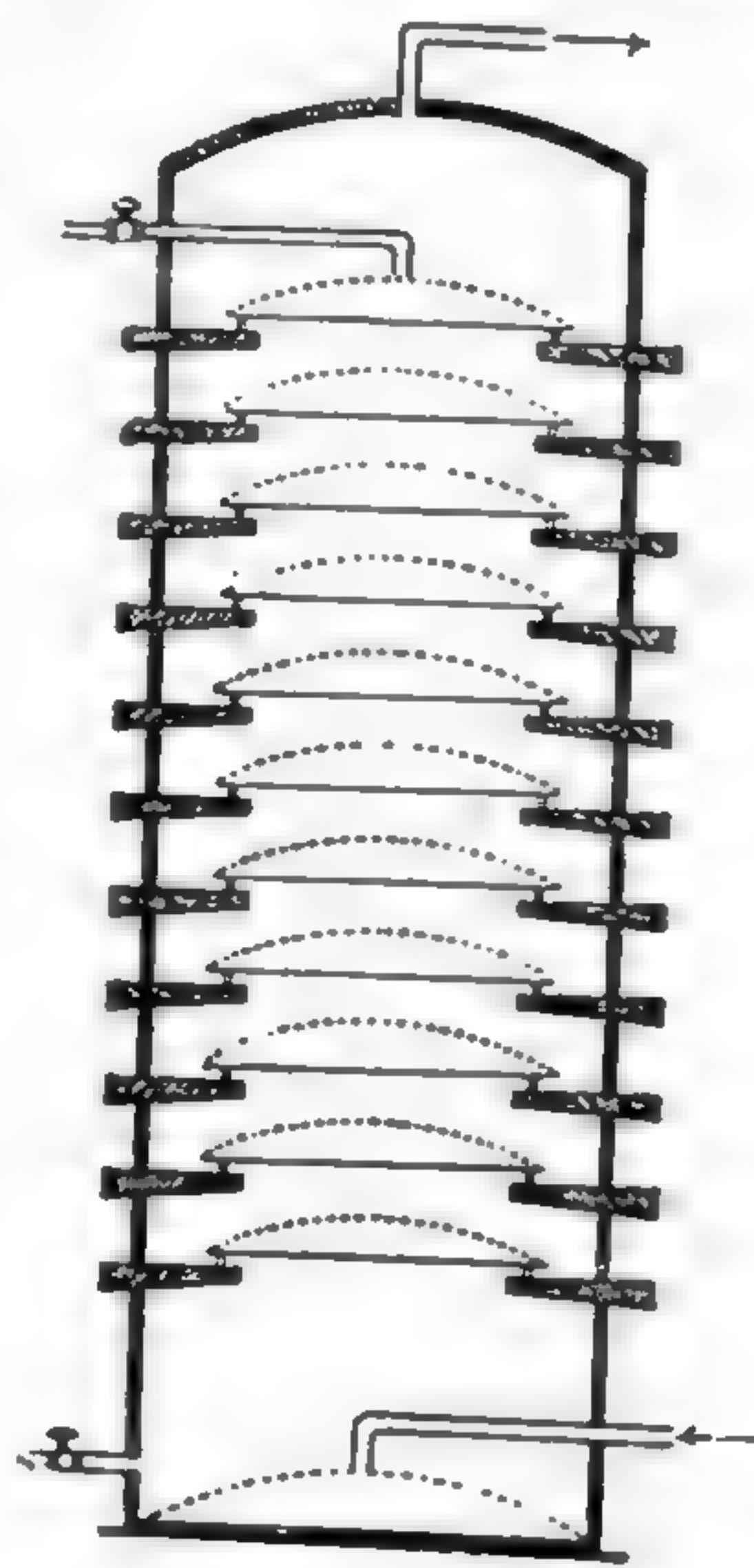


ఉపయోగములు : సున్నితమైన ఉన్ని, పట్టు, నూలు, గుడ్డలను ధవళపరచుటకు దీనిని ఆప్లుముతో కలిపి వాడుదురు. జలాంతర్గాములు మూసికొనిఉన్న కారణము చేత వానిలో విశేషముగా కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువు ప్రోగువడును కాన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ను తీసికొని ఆక్సిజన్ విడుదలచేయుటకు కూడ ఇది ఉపయోగపడుచున్నది.

చాకలి సోడా : దీని రాసాయనికనామము సోడియమ్ కార్బోనేట్ ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). అతి ముఖ్యములగు సోడియమ్ యోగికములలో ఇది ఒకటి. దీనినే బట్టలను చలువచేయుటకు చాకలి ఉపయోగించును. కాన చాకలి సోడాఅనియు, చలువసోడా అనియు దీనికి పేర్లు గలవు. సహజముగ ఘనస్థితిలోను, ద్రావణరూపమునను ఇది దొరకును. ప్రస్తుతము సోడా అంతయు చాల భాగము ఉప్పునుండి తయారగుచున్నది.

సాల్వే అమోనియా సోడా విధానము : ప్రస్తుతము ఈ పద్ధతి చొప్పుననే చాలవరకు సోడా ఉత్పత్తి అగుచున్నది. దీనికి కావలసిన ముడిద్రవ్యములు ఉప్పుద్రావణము, అమోనియా, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువు. ఈ విధానమున మూడు దశలు గలవు:

1. భూగర్భస్థమైన ఉప్పుసంపత్తినుండి బయలువెడలు ద్రావణమునుగాని, రాతిఉప్పునైనను, సముద్రపుఉప్పు



నుండి అమోనియా వాయువును. ఆ శిఖరములోనికి

నైనను నీటిలో కరగించుటచే ఏర్పడిన సంతృప్త ద్రావణమునుగాని ఈ విధానమున ముడిద్రవ్యముగా వాడవచ్చును. తొలుత సోడానుగాని, సున్నమునుగాని ద్రావణమునకు కలిపి మాలిన్యములగు కాల్షియమ్, మగ్నీషియమ్ లవణములను అవక్షేపించి ద్రావణమును శుభ్రపరచురు. ఈ శుభ్రద్రావణమును 'అమోనియా అబ్సార్ప్ర్' అను శిఖరము పైనుండి సన్నని ధారగా విడుతురు. అడుగు

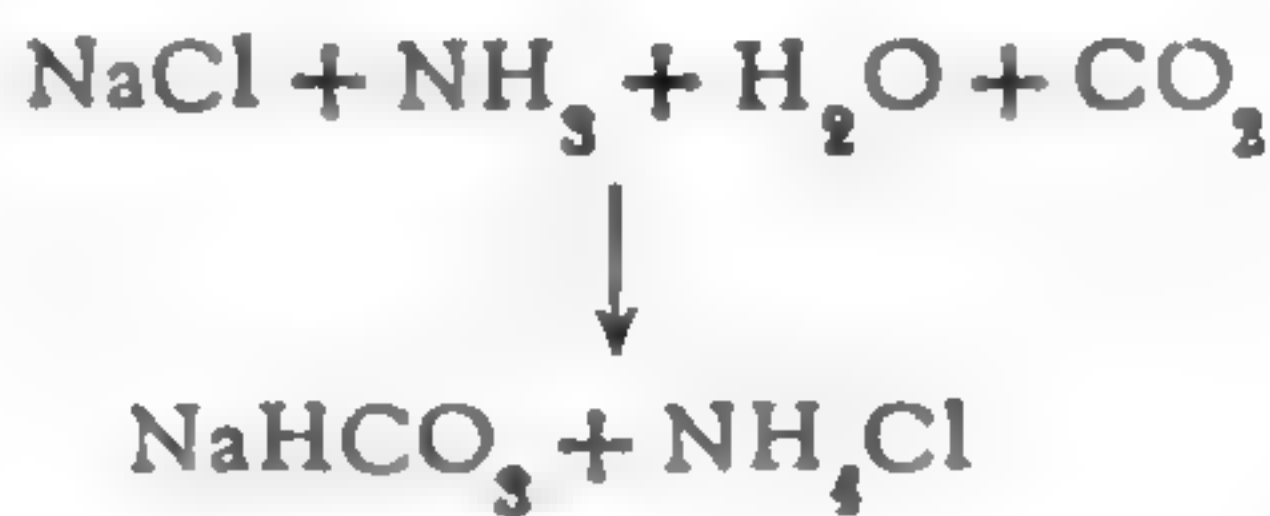


పోనితురు. గొడుగులవలెనుండు అవరోధములను చాటుచు ద్రావణము ఆ శిఖరము క్రిందికి జారునపుడు అమోనియా వాయువు దానిలో బుడగలవలె చొచ్చి అందు లీనమగును. తుదకు ఆ రెండింటి మిశ్రము సంతృప్తద్రావణము అగును.

2. సున్నపుబట్టిలో సున్నపురాతిని బాగుగాకాల్చిన ఎడల కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువు ఉత్పత్తి అగును; పొడిసున్నము మిగులును :



ఈవాయువుచే సాల్ఫే శిఖరమునందు వై విధముగా ఏర్పడిన ద్రావణమును సంతృప్తపరచినప్పుడు సోడియమ్ బైకార్బోనేట్ ఏర్పడును :



సాల్ఫేవిధానమున అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము, పొడిసున్నము, కార్బన్ డైఆక్సైడ్లు ఉపద్రవ్యములుగా మిగులును. సోడియమ్ కార్బోనేట్ కంటే అమోనియా మిక్కిలివిలువకలది కావున సాధ్యమైనంతవరకు అమోనియాను తిరిగి ఉపద్రవ్యములనుండి సంపాదించ ప్రయత్నింతురు. ఉపద్రవ్యములైన అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము పొడిసున్నముతో కలిపి వేడిచేసి అమోనియావాయువును తిరిగి తయారుచేయుదురు :



దీనిని మరల ఈవిధముననే వాడుదురు. మొత్తమున కొలదిగ అమోనియా తగ్గును. ఒక్కొక్కటన్న సోడియమ్ కార్బోనేట్ నకు కొలదిపాసుల అమోనియా మాత్రమే క్రొత్తగా కలుపవలసి ఉండును. సోడియమ్ బైకార్బోనేట్ ను వేడిచేయుటవలన, సోడియమ్ కార్బోనేట్, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ లభించును. కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును మరల సాల్ఫే శిఖరమున ఉపయోగింతురు. ఇటుల ప్రతి ద్రవ్యమును రద్దుపోకుండ ఏదియోవిధమున ఉపయుక్తమగును. కాబట్టి సాల్ఫేవిధానమునకు అంత ప్రాముఖ్యము కలిగినది.

విద్యుత్కరణ విధానము : ప్రస్తుతము విద్యుత్కరణము మూలమునగూడ సోడియమ్ కార్బోనేట్ ను ఉత్పత్తిచేయుచున్నారు. రాహకసోడాను సిద్ధముచేయు విభాజక ఘటములలో పైతొట్టెలోనికి ఆవిరితోబాటు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును కూడ పంపినచో సోడియమ్ కార్బోనేట్ ఏర్పడును :



ధర్మములు : సోడియమ్ కార్బోనేట్ శీతలదేశములలో పారదర్శకమగు స్ఫటికములుగా ఉండును. గాలిలో ఉంచిన అవి తొమ్మిదిఅణువులస్ఫటికజలమును గాలిలోనికివదలి ఒకఅణువుజలముమాత్రము గల తెల్లని చూర్ణముగా మారును.

ఉపయోగములు : సోడియమ్ కార్బోనేట్ గాఢ పరిశ్రమలో ముడిద్రవ్యముగను, రాహకసోడా, రొట్టెల సోడా మొదలైన ఇతరములగు సోడియమ్ యోగికములను సబ్బులను ఉత్పత్తిచేయుటకును, నూలుబట్టలరంగును తీసివేయుటకును, కఠినజలమును మృదుజలముగా మార్చుటకును, పెట్రోలును శుభ్రపరచుటకును ఉపయోగపడుచున్నది. నిర్జలసోడియమ్ కార్బోనేట్ ను ఆయతనాత్మక విశ్లేషణమునందు ప్రమాణద్రవ్యముగా వాడుదురు (చూ. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము : ఆయతనాత్మక విశ్లేషణము-పు. 696).

రొట్టెల సోడా (బేకింగ్ సోడా) : దీనికి సోడియమ్ బైకార్బోనేట్ ( $\text{NaHCO}_3$ ) అని సాంకేతిక వ్యవహారము. దీనిని సాధారణముగా అందరి ఇండ్లలోను వంటకు ఉపయోగింతురు. రొట్టెలుగాని, అప్పడములుగాని పొంగవలెనన్న సోడా అవసరము. ఇది తెల్లనిచూర్ణము. నీటిలో ఎక్కువగా కరగదు. సెస్క్వికార్బోనేట్ ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) రూపమున సహజముగా సరస్సులందు దొరకును.

సోడియమ్ బైకార్బోనేట్ సాల్ఫేవిధానమునందు సోడియమ్ కార్బోనేట్ కంటే ముందుగనే ఉత్పన్నమగును. శోధనాగారమున తయారుచేయవలెనన్నచో చాకలి సోడాను నీటిలో సంతృప్తద్రావణము గావించి అందులోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ను పంపవలెను. సోడియమ్ బైకార్బోనేట్ అవక్షిప్తముగ క్రిందకు దిగును.  $15^\circ\text{C}$  వద్ద చాకలిసోడా ద్రావణీయత 63%. సోడియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణీయత 91%; ఇది ఆమ్లలవణమైనను దీని ద్రావణమునకు జారధర్మము కలదు (చూ. విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - II : జలవిశ్లేషణము - పు. 687).

ఉపయోగములు : సోడియమ్ బైకార్బోనేట్ ను బేకింగ్ పొడరులు, సెడ్లిట్స్ (విరేచనకారి) చూర్ణములు చేయుటకును, అగ్నినిర్వాపకములలోను, జఠరకోశమున ఉండు ఆమ్లతను పోగొట్టుటకు వైద్యమునందును, కొన్ని మందులలోను, తోలుసామానులు చేయుటకును ఉపయోగింతురు.

బేకింగ్ పొడరులలో ఒక ఆమ్లద్రవ్యము ఒక లవణాధార ద్రవ్యముండును. పొటాసియమ్ బైటార్మేట్ (లేదా టార్టార్ క్రిమ్) గాని, కార్బోనాట్ ప్రెమరీఫాస్ఫేట్ గాని, పటిక



సోడియమ్

గాని ఆప్లువదార్థమై ఉండును. సోడియమ్ బైకార్బోనేట్ లవణాధారద్రవ్యమై ఉండును. జలసంపర్కమువలన ఈ రెండు ద్రవ్యములు ప్రతిక్రియనొందుటచేత కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ జనించును. దీనిని వాడుటచే రొట్టె వాయు పూరితమై ఉబుకును. సైడ్లిట్ చూర్ణములను విరేచనకారిగా వాడుదురు. జ్వాలానిర్వాపకములలో సోడియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణము, సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను వేరువేరుగా ఉండును. అవసరమైనప్పుడు ఈ యంత్రమును నేలకుగాని, గోడకుగాని కొట్టినచో ఆప్లుమున్నబుడ్డి బ్రద్దలై ఈ రెండు ద్రవ్యములు కలియుటచేత కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ కొంత ఒత్తిడిలో ఉద్భవించి నీటితో కలిసి పైకి బుస్సుమనివచ్చి మంటను ఆర్పును (చూ. అగ్ని నిర్వాపకములు - పు. 124).

సోడియమ్ సల్ఫేట్ (గ్లోబరులవణము): దీని రాసాయనిక సాంకేతికము  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . ఉప్పు నుండి హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ను సిద్ధముచేయు పరిశ్రమయందు ఉపఫలముగా ఇది లభ్యమగును.

స్ట్రాస్బర్గ్ నందలి లవణసముదాయములోనిదగు రాతి ఉప్పును, ' కీసరైటు ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) ' ను కలిపి నీటిలో కరిగించి ఆద్రావణమును  $90^\circ\text{C}$  వరకు శీతలీకరించినచో సోడియమ్ సల్ఫేట్ స్ఫటికములు ఏర్పడును. కావుననే శీతకాలమందు కొన్నిచోట్ల ఉప్పు నీటిబుగ్గలనుండి ఇది స్ఫటికీకరణముచేంది వేరగుట తటస్థించును.



ఉపయోగములు : ఇది గాఢపరిశ్రమలో ముడిద్రవ్యము గను వైద్యములో విరేచనకారిగను ఉపయోగపడుచున్నది.

సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ ( $\text{NaHSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) : చిలీపెట్లుప్పు నుండి నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను ఉత్పత్తిచేయు పరిశ్రమలో ఉపఫలముగా ఇది లభించును. దీనిని నైటర్ కేక్ అందురు.



సోడియమ్ నైట్రేట్ ( $\text{NaNO}_3$ ) : చిలీదేశములో సముద్ర తీర ప్రాంతమునందలి వర్షాధారములేని ప్రదేశములందు విశేషమైన ఒకజాతి ఖనిజసంపత్తి కలదు. ఇది చిలీ 'పెట్లుప్పు' అని ప్రఖ్యాతి గాంచినది. ఇది గాలిలో చెమ్మగిల్లెడిస్వభావము కలది కావున ప్రేలుడుద్రవ్యముల సిద్ధముచేయుటకు ఉపకరించదు. అందుచేత చిలీ నైట్రేట్ ను పొటాసియమ్ నైట్రేట్ గా మార్చి ఇందుకై వాడుచున్నారు. నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను విరివిగా ఉత్పత్తిచేయుటకు ఇది ఒక ముఖ్యమైన ముడి ద్రవ్యము. నైట్రిక్ ఆసిడ్ కూడ ప్రేలుడుద్రవ్యములను చేయుటకు ఉపయోగించును కాన చిలీ నైట్రేట్ ఈ పరిశ్రమకు ఆధారభూతమని చెప్పవచ్చును. ఇదిగాక

మొక్కలకు నైట్రోజన్ ను ఇచ్చురాసాయనికపు ఎరువుగా వాడుదురు.

సోడియమ్ నైట్రైట్ ( $\text{NaNO}_2$ ) : వేడిచే ద్రవీభవించిన సోడియమ్ నైట్రేట్ నకు సీసపుముక్కలను కలుపుటచే ఇది సిద్ధమగుచున్నది:



ఈ మిశ్రమును చల్లార్చి నీటితో సారముదీసి, కరగని లెడ్ మోనాక్సైడ్ ను వడపోతవలన వేరుచేసి, ద్రావణమును స్ఫటికీకరణము కావించురు. సీసము విలువైన పదార్థమగుటవలనను, దానివలన కార్మికులు విషగ్రస్తులగుట సంభవించును కావున ఈ పద్ధతి నేడు వాడుకలోలేదు. ప్రస్తుతము నైట్రిక్ ఆసిడ్ నుండి లభ్యమగు నైట్రిక్ ఆక్సైడ్, నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్ వాయువులను మిశ్రముచేసి దానిని రాహకసోడా ద్రావణములోనికిగాని, ఛాకలిసోడా ద్రావణములోనికిగాని పంపి ఆద్రావణమును ఇగుర బెట్టుదురు:



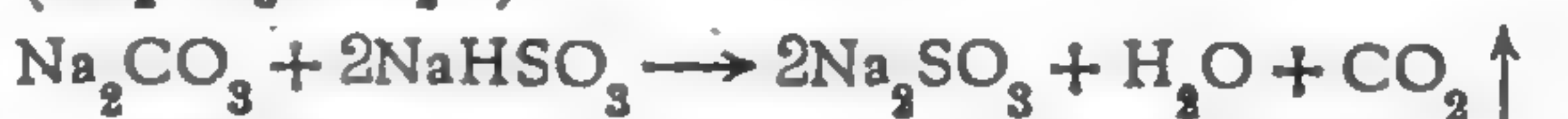
ఇది పసుపుఛాయగలిగినద్రవ్యము; గాలిలో ఒకమాదిరిగా చెమ్మగిల్లును; నీటిలో బాగుగా కరగును. అనిలీన్ నుండి ఆజోరంగులను ఉత్పత్తిచేయుటకు ఇది విశేషముగా ఉపయోగపడుచున్నది.

సోడియమ్ బై సల్ఫైట్ : సోడియమ్ కార్బోనేట్ ద్రావణమును సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ తో సంతృప్తముగావించుటవలన సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ లభించును :



సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ ద్రావణము తోళ్ళపరిశ్రమయందు క్రోమేట్ ద్రావణమునకు ఆక్సీహరణ సాధనముగను, తోలుమీది బొచ్చు తీసివేయుటకును, వస్త్రపరిశ్రమయందు నూలును వివర్ణము ఒనర్చుటకు ఉపయుక్తమైన క్లోరీన్ ను హరించుటకును, కాగితపు పరిశ్రమయందును, 'కాలిష' నుండి అయిడిన్ ఉత్పత్తి చేయుటకును ఉపయోగపడుచున్నది.

సోడియమ్ సల్ఫైట్ : పైన వచ్చిన ద్రావణమునకు పూర్వము ఉపయోగించినంత సోడియమ్ కార్బోనేట్ కలిపి ద్రావణమును ఇగుర బెట్టి చల్లార్చినచో ఏడుజలాణువులుగల సోడియమ్ సల్ఫైట్ స్ఫటికములు ఏర్పడును ( $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ).



సోడియమ్ సల్ఫైట్ ప్రబలమైన ఆక్సీహరణద్రవ్యము. ఉన్నిని, పట్టును, నూలును, కాగితములను, క్లోరీన్ చే



ధవళము ఒనర్చిన తరువాత ఎక్కువగానున్న క్లోరీన్ ను హరించుటకుగాను, ఆహారపదార్థములను నిర్వచేయుటకును, పంచదార పరిశ్రమయందు చెరకు పానకమును ఇగుర పెట్టునపుడు దానికి రంగురాకుండ చేయుటకును దీనిని వాడుదురు. ఫోటోగ్రాఫర్లు ఉపయోగించు హైడ్రోక్విలోన్ డెవలపర్ నకు దీనిని కలిపి డెవలపర్ యొక్క ఆక్సిజనమును నిరోధింతురు. వైద్యరంగమున క్రిమిహారిగా లోపలికి పుచ్చుకొను మందులలో వాడుదురు. బాయిలర్ లో వాడు నీటియందు కరగిన ఆక్సిజన్ ని తొలగించి బాయిలర్ త్రుప్పుపట్టకుండునటుల ఈ ద్రవ్యము చేయగలదని ఇటీవల కనిపెట్టబడినది.

సోడియమ్ మెటా బైసల్ఫేట్: మొదటవచ్చిన సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ ద్రావణమునకు సారాయి కలిపినచో నిర్జలమైన సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ ( $\text{NaHSO}_3$ ) స్ఫటికములు క్రిందికి దిగునుకాని, ఆ ద్రావణమునే విశేష సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువు సంపర్కమున ఇగురపెట్టినచో సోడియమ్ మెటా బైసల్ఫేట్ ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) స్ఫటికములు వచ్చును :



సోడియమ్ మెటా బైసల్ఫేట్ ఫోటోగ్రాఫీలో 'డెవలపర్' గా వాడుదురు.

సోడియమ్ హైపో సల్ఫేట్ ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ): దీనిని సోడియమ్ హైడ్రోసల్ఫైడ్ లేదా 'హైడ్రో' అనికూడ అందురు. బట్టల అద్దకపు పరిశ్రమయందు ఉపయోగపడు ద్రవ్యములలో ఇది చాల ముఖ్యమైనది. బట్టలనుండి కొన్ని రంగులను పోగొట్టుటకును, ఎండుగడ్డిని, సబ్బులను నిర్వర్ణముగ ఒనర్చుటకు ఇది ఉపయోగపడును. ఫార్మాల్డి హైడ్ లో జింకు చూర్ణమును ఉంచి దానిలోనికి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువును  $60^\circ\text{C}$  వద్ద పంపి సోడాభస్మమును కలిపినపుడు ఏర్పడిన ద్రావణమును గాలి తీసివేసిన ప్రదేశమున ఇగురపెట్టినచో సోడియమ్ హైపోసల్ఫేట్ స్ఫటికీకరించును.

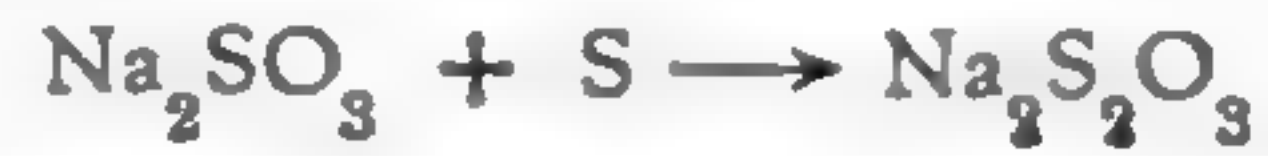
సోడియమ్ సల్ఫైడ్ ( $\text{Na}_2\text{S}$ ): సోడియమ్ సల్ఫేట్ ను నేలబొగ్గు పాడితో  $800^\circ\text{C}$  వరకు ఒక కొలిమిలో వేడిచేసి సోడియమ్ సల్ఫైడ్ ను సిద్ధము చేయవచ్చును :



ఎమీనోయోగికములను తయారుచేయుటకు వర్ణద్రవ్యములను ఉత్పత్తిచేయు పరిశ్రమలో ఆక్సిహారిగను, తోళ్ళ పరిశ్రమలో చర్మమునుండి బొచ్చుతీసివేయుటకును సోడియమ్ సల్ఫైడ్ ను వాడుదురు.

డై సోడియమ్ సోలినల్ఫైడ్ ( $\text{Na}_2\text{S}_2$ ): 'తయోకో' అను కృత్రిమరబ్బరు చేయుటకు ఉపయోగించును.

సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ): ఫోటోగ్రాఫీలో దీనికి 'హైపో' అని వ్యవహారము. సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ నిర్జల స్ఫటికములుగా ఉండును. సోడియమ్ సల్ఫైట్ గాఢ ద్రావణములో గంధక చూర్ణమును పొచ్చుగా కలిపి మరగబెట్టి మిగిలిఉన్న గంధకమును వడపోతవలన వేరుచేసి వచ్చిన ద్రావణమును స్ఫటికీకరణము గావించిన సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ వచ్చును :



ఉపయోగములు : దీనిని ఫోటోగ్రాఫర్లు వెగెటివ్ ల మీదను, ప్రింటులమీదను మార్పుచెందక మిగిలి ఉన్న సిల్వర్ హేలైడ్ ను కరగించుటకు ఉపయోగింతురు. ఈ విధానమును 'ఫిక్సింగ్' అందురు. సెల్యూలోస్ ద్రవములను క్లోరీన్ తో ధవళముగా ఒనర్చిన తర్వాత మిగిలిన క్లోరీన్ ను తొలగించుటకును, ఉన్ని, తైలము, దంతము మొదలగువానిని ధవళమొనర్చుటకు కావలసిన సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువును ఇచ్చుటకును, వర్ణద్రవ్యముల పరిశ్రమయందు ద్రావణము పులియకుండ నిరోధించుటకును, కొన్ని వర్ణబంధక ద్రవ్యములను తయారుచేయుటకును, కొన్ని చర్మవ్యాధులకు ఔషధముగను, అయిడి మాపన విధానమున మానద్రావణముగను దీనిని వాడుదురు. (చూ. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము-II : అయిడిమెట్రీ - పు. 701).

మైక్రోకాస్మిక్ లవణము ( $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ): మైక్రోకాజ్మ్ అను ఇంగ్లీషు పదమునకు మానపుడని అర్థము. మానవ మూత్రమున ఈ లవణము ఉండుటచేత దీనికి ఈ పేరు వచ్చెను. ద్వితీయసోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ ను, అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ను వాని అణుభారముల నిష్పత్తిలో తీసికొని ఆ మిశ్రమును కొద్దివేడిగల నీటిలో కరగించి నప్పుడు అవక్షేపించిన సోడియమ్ క్లోరైడ్ ను వడపోత వలన వేరుచేసి మిగిలిన ద్రావణమును స్ఫటికీకరణము గావించినచో నాలుగు జలాణువులు గల ఈ లవణము ఏర్పడును. గుణాత్మక విశ్లేషణమున దీనిని పూసవరిక్షకై ఉపయోగింతురు.

సోడియమ్ సైనైడ్ ( $\text{NaCN}$ ): ఒక పద్ధతియందు కాల్షియమ్ సైనమైడ్ ను కోకుబొగ్గుతోను, సోడియమ్ కార్బోనేట్ తోను కలిపి వేడిచేసి సోడియమ్ సైనైడ్ ను ఉత్పత్తి చేయుచున్నారు :





## స్కాండియమ్

రెండవ వర్గంలో ఒక ఇనుపయంత్రమునందు  $400^{\circ}\text{C}$  వరకు వేడిచేసిన స్కాండియమ్ ధాతువుపై అమోనియా వాయువును ప్రసరింపజేసి స్కాండియమ్ ఎమైడ్ను సిద్ధము చేయుదురు :



ఈ ఎమైడ్ను ద్రవీభవించి ఎర్రగామందుచున్న బొగ్గుల మీద పోయుదురు. అంత స్కాండియమ్ సైనైడ్ ఏర్పడును :



సైనైడ్లు అన్నియు చిటికలో ప్రాణముతీయు విషములు. వెండిని, బంగారమును ఖనిజములనుండి వేరుచేయుటకు స్కాండియమ్ సైనైడ్ ద్రావణమును విరివిగా వాడుదురు. మోటారుకారుల విడిభాగములు ప్రత్యేకమైన ఉక్కుతో చేయబడును. వాని ఉపరితలమున ఎక్కువ బొగ్గుకలిసిన ఉక్కుపొర ఒకటి ఉండును. ఈపొర నిర్మాణమునకు 'కేస్ హార్డెనింగ్' అందురు. దీనికై స్కాండియమ్ సైనైడ్నుగాని, పొటాసియమ్ సైనైడ్నుగాని 'ఎలక్ట్రోప్లేటింగ్' చేయుటకు వాడుదురు. హీనధాతువులగు ఇత్తడి, ఇనుము మొదలగువాని ఉపరితలమున విద్యుత్ సహాయమున శ్రేష్ఠధాతువులగు వెండి, బంగారు పూతలు నిర్మించు విధానమునకు 'ఎలక్ట్రోప్లేటింగ్' అందురు. క్రిమికీటక సంహారమునకు ఉపయుక్తమగు హైడ్రోజన్ సైనైడ్ సిద్ధముచేయుటకు సైనైడ్లు ఆధారములై ఉన్నవి (చూ. ఆల్కలిధాతువులు - పు. 190). జె. వి. బి. రావు.

**స్కాండియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 21; సంకేతము Sc; పరమాణుభారము 44.93. విశిష్టగురుత్వము 2.5; ద్రవాంకము  $1200^{\circ}\text{C}$ . దీనిని 1879 లో లాన్స్ ఫ్రెడరిక్ నిల్సన్ కనుగొన్నాడు (చూ. స్కాండియమ్ వర్గము). \* \* \*

**స్కాండియమ్ వర్గము :** ఇందు స్కాండియమ్, యిట్రీయమ్, లేంతెనెమ్, ఆక్టినియమ్ కలవు. ఈ ధాతువులన్నియు చాల అరుదుగా దొరకును. ఇవి అన్నియు మిక్కిలి ధన విద్యుత్ ధర్మము కలవి; అన్నియు త్రియోజనీయములు. వాటి ఆక్సైడ్ల సాంకేతికము  $\text{R}_2\text{O}_3$ ; వాటి హైడ్రోజనైడ్ల సాంకేతికము  $\text{RCl}_3$ ; వాటి హైడ్రాక్సైడ్లు లవణాధారములు. ఈ లవణాధార ధర్మము స్కాండియమ్ నుంచి లేంతెనెమ్నకు పెరుగుచుండును. ఈ ధాతువులన్నియును స్థిరమైన కార్బోనేట్లను ఇచ్చును. వాటి హైడ్రోజనైడ్లు బాష్పశీలములుకావు; నీటిలో కరగినపుడు విశ్లేషమును పొందవు. అందుచేత వాటి ధాతు ధర్మము రుజువైనది. వాటి సల్ఫేట్లు పొటాసియమ్

సల్ఫేట్తో ద్వీలవణములుగా ఏర్పడునుగాని అవి పటికతో సమస్పటిక రూపమును స్వీకరించవు.

ఈధాతువులు రాసాయనికముగ అపురూప మృద్ధాతువుల పోలియుండును. అపురూపమృద్ధాతువుల సంపూర్ణ జ్ఞానము లభించని రోజులలో రాసాయనికులు ఒకప్పుడు నీటిలోని యిట్రీయమ్, లేంతెనెమ్ మూలద్రవ్యములను అపురూప మృత్తుల గణములో చేర్చినను నేడు చేర్చరు.

**ఆక్టినియమ్ :** ఈవర్గమునందలి చరమధాతువైన ఆక్టినియమ్; రెండవ వర్గములోనున్న రేడియమ్వలె రేడియోధార్మికత గుణము కలది. అందువలన దీని రాసాయనిక స్వభావముకన్న రేడియోధార్మిక భౌతికస్వభావము ఎక్కువగా పరిశీలించబడినది :

| ధర్మము         | Sc                     | Y                      | La                     | Ac                     |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| పరమాణ్వంకము    | 21                     | 39                     | 57                     | 89                     |
| పరమాణుభారము    | 44.93                  | 88.92                  | 138.92                 | 227                    |
| పరమాణ్వాయతనము  | 14.55                  | 20.49                  | 22.48                  |                        |
| ద్రవాంకము      | $1200^{\circ}\text{C}$ | $1490^{\circ}\text{C}$ | $826^{\circ}\text{C}$  | $1600^{\circ}\text{C}$ |
| క్వథనాంకము     | ?                      | ?                      | $4200^{\circ}\text{C}$ | —                      |
| తారతమ్యసాంద్రత | 3.1                    | 4.24                   | 6.194                  | —                      |

ఆక్టినియమ్ రాసాయనిక స్వభావము పరిశీలించనందుకు ఇంకొక ముఖ్యకారణమున్నది. ఇది నేటివరకు విడిగా పరిశుద్ధముగా లభ్యముకాలేదు (చూ. రేడియో ధార్మికత సహజ - పు. 598). ఇది యురేనియమ్ ఖనిజములలో ఉండును (చూ. ఆక్టినియమ్ - పు. 164).

**స్కాండియమ్ :** రాసాయనికునికి చాల ముఖ్యమైన ధాతువు. పలన దీని ఉనికి మెండెలేయ్ ఫేచే ముందుగా నిర్దేశింపబడి 1879 లో లాన్స్ ఫ్రెడరిక్ నిల్సన్ అను (స్కాండినేవియా) ద్వీపకల్పమునకు చెందిన రాసాయనికునిచే ఆవిష్కరింపబడినది. ఇది పుల్ఫ్రైమైట్ (టంగ్ స్టన్) ఖనిజములో ఆక్సైడ్ గా 2% లభ్యమగును.

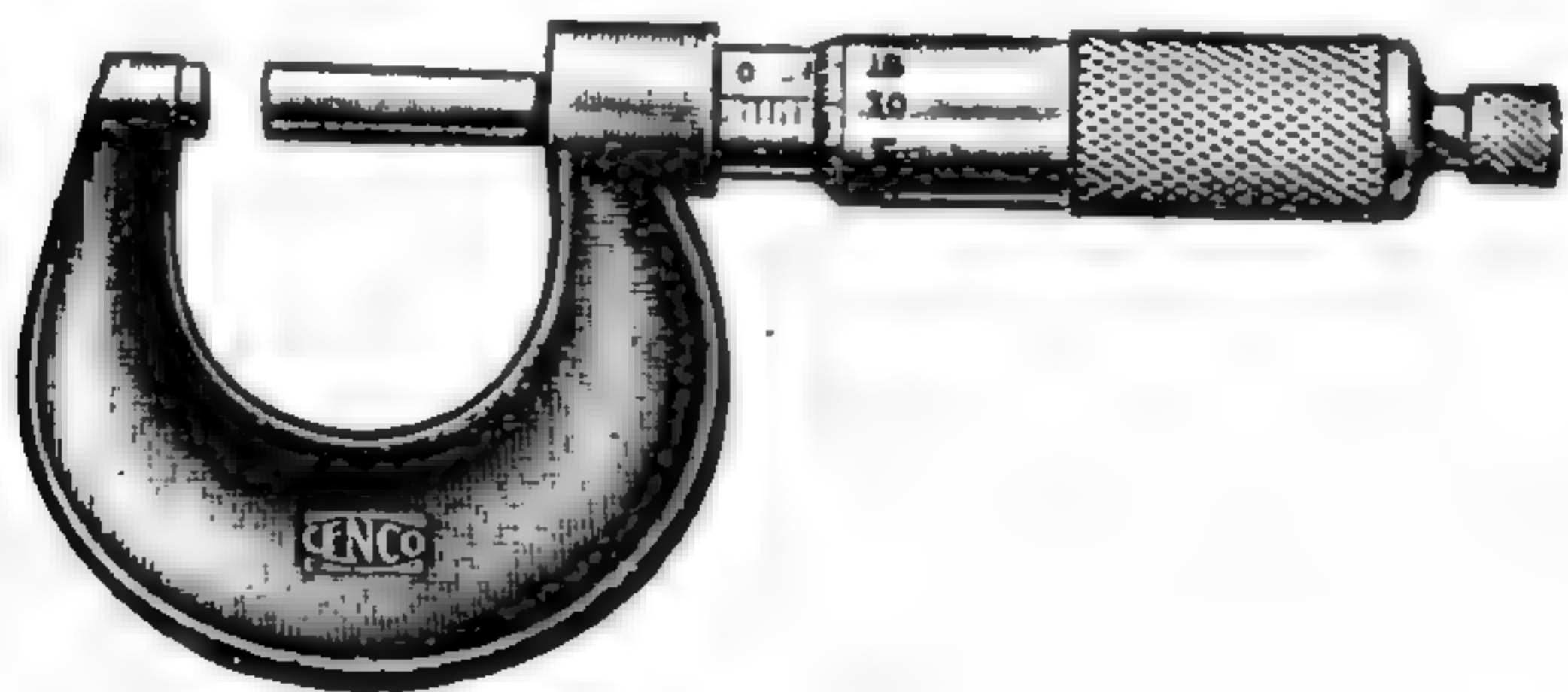
**యిట్రీయమ్ :** చూ. అపురూప మృత్తులు - పు. 140.

**లేంతెనెమ్ :** అపురూపమృత్తులలో సిరియమ్ గణములో నున్న ధాతువులతో కలిసి ఖనిజములలో లభ్యమగును (చూ. అపురూప మృత్తులు - పు. 140). మే. వ. న.

**స్మూగ్గేజి :** ఇది సన్నని రేకుయొక్క మందమును, తీగ వ్యాసమును కొలుచుటకై ఉపయోగించు అతి సున్నితమైన పరికరము. దీని ముఖ్యమైన భాగము మరచీల. ఈపరికరముయొక్క మరలో ఏరెండువరుస మరనూళ్ళ మధ్యదూరమైనను సమానముగ ఉండును. ఈ దూరమునకు 'మరభ్రమణాంతరము' అని పేరు.



సూగేజీలో 'P' ఆకారముగల చట్రమునకు ఒకవైపు కొనను సమతలముఖముగల ఒకదిమ్మయు, రెండవకొనకు అతుకబడి మిల్లి మీటరుల, అర్థమిల్లిమీటరుల స్కేలుగల గొట్టముయును కలవు. ఈగొట్టములో ఒకస్కూతిరుగును. ఈ మరచివరభాగము చట్రమునకు సమతలముగాను, రెండవ తలమునకు సమానాంతరముగా నుండి మరను



సూగేజీ

ముందుకు త్రిప్పినపుడు దిమ్మను తాకగలిగి ఉండును. మర రెండవ కొనవద్ద ఒకపిడివలె తలభాగముగల గొట్టము ఒకటి మరచీలకు తొడిగిఉన్నట్లు అతుకబడిఉండును. ఈ పిడి గొట్టపుఅంచు 50 భాగములుగ విభజింపబడిఉండును. దీనిని పిడిస్కేలు అందురు. స్థిరమైనదిమ్మతో మర ఒక కొన తాకు చున్నపుడు, చట్రపు గొట్టముమీద మిల్లిమీటరు స్కేలు యొక్క 'సున్న' గీతతో పిడిగొట్టపు అంచున్న, పిడి స్కేలుయొక్క సున్నగీతతో మిల్లిమీటరు స్కేలుయొక్క అడ్డుగీతయును, సాధారణముగా ఏకీభవించి ఉండును. అట్లు ఏకీభవింపకపోవుట దోషము గనుక వస్తువుల కొలత లను కనుగొనునపుడు దోషమున కనుగుణమైన సవరణను ఆకొలతలలో చేయవలెను.

మరపిడిని త్రిప్పి సమతలమునుండి మరను విడబరచి కొలత తీసికొనవలసిన రేకును ఆమధ్యనుంచి రెండుసమతల ములకు రేకును తాకువరకు పిడిని త్రిప్పుదురు. అప్పుడు మిల్లిమీటరు స్కేలు రీడింగును, పిడిస్కేలు రీడింగును బట్టి రేకుయొక్క మందమును కనిపెట్టవచ్చును. ని. ప. స్వా.

**స్టార్క్, జోహానెస్** (జననము 1874) : జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. బవేరియాలో జన్మించి, మ్యూనిక్ లో విద్యను అభ్యసించి, గాటింగన్ లోను, ఎయ్ లాషాపిల్ లోను ఆచార్యోద్యోగమును నిర్వహించి, 1920 లో విర్ట్ బర్గ్ యూనివర్సిటీ ప్రవేశించెను. 1933 లో బెర్లిన్ లోనున్న ఒక సాంకేతిక ప్రమాణసంస్థకు అధ్యక్షుడుగా నియమితుడు అయ్యెను. పీరితశాస్త్రమందు, పరమాణు సిద్ధాంతము నందు ప్రామాణికత్వమును సంపాదించినవాడు. ప్రబల స్థిరవిద్యుత్ క్షేత్రమందు వర్ణమాలరేఖల విశ్లేషణ సంఘటనను ఈయన నిరూపించెను. దీనికి 'స్టార్క్ ఫలితము' అని

పేరు. 1919 లో నోబెల్ బహుమానము ఈయనకు ఈయ బడినది. ధనకిరణముల విషయమై కూడ డప్లర్ సూత్రము అన్వయించునని ఈయన కనుగొనెను. లెనార్డ్ వలె ఈయన కూడ నాజీరాజ్యతంత్ర ప్రచారకుడు. జి. శి. రా.

**స్టీరియో స్కోప్** : చూ. చాక్షుష పరికరములు - పు. 334

**స్టెర్న్, ఆటో** (జననము 1889) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. బ్రెస్లా (జర్మనీ) లో విద్యనేర్చి, క్రమ ముగా జురిక్, ఫ్రాంక్ ఫర్ట్, (1915 - 21), రాస్టక్ (1921 - 22), హాంబర్గ్ (1925 - 33) యూనివర్సిటీలలో పని చేసి, 1933 లో కార్నేజీ ఇన్ స్టిట్యూట్ ఆఫ్ టెక్నాలజీ (యునైటెడ్ స్టేట్స్)లో భౌతికశాస్త్ర ఆచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. ఈయన ప్రధానాను శీలనావిషయములు శక్తిశాస్త్రము, చలదణుసిద్ధాంతము, క్వాంటంవాదము ; ప్రోటాన్ యొక్క అయస్కాంత గతిభారమును గురించి ఈయన చేసిన పరిశోధనలకు, పరమాణువుయొక్క అయస్కాంత స్వభావమును వెల్లడిచేయు, అణుకిరణపద్ధతిని స్థాపించినందుకు ఈయనకు 1943 లో నోబెల్ బహు మానము లభ్యమైనది. కె. రం.

**స్టోక్స్, జార్జి గేబ్రియల్ బేరొనెట్** (1819 - 1903) : భౌతికవిజ్ఞాని. కేంబ్రిడ్జిలో చదువుకొని 1841 లో పెంబ్రోక్ కాలేజీ సభ్యుడుగా స్టోక్స్ ఎన్నుకొనబడెను. అచటనే 1849 లో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1887-1892 కేంబ్రిడ్జికి పార్ల మెంటుసభ్యుడుగా, 1885-1890 రాయల్ సంఘాధ్యక్షుడుగా పనిచేసెను. 1893లో రాయల్ సంఘము ఈయనను కోస్టిపతకదాసముచే బహూకరించినది. గణిత భౌతిక శాస్త్రమందు నిధి. వర్ణమాలల అనుశీలననుండి సూర్యుని, తక్కిన నక్షత్రముల రాసాయనిక సంఘటన మును నిర్ధారణచేయవచ్చును అను భావమును శాస్త్రరంగ మున ప్రవేశ పెట్టినవాడు ఈయనే. ద్వివక్రీభవన సంఘటనను గురించి గణనీయమైన పరిశోధనను కావించెను. కేతోడ్ కిరణముల హతాత్పతిరోధమువలన X-కిరణములు జనించు ననియు, అవి విద్యుదయస్కాంత స్పందనములనియు నిరూపించెను. సాధారణ పరావర్తన, వక్రీభవన సంఘట నలను కనబర్చక పోవుటచే X-కిరణములు మిక్కిలి హ్రస్వతరంగములని కూడ నిష్కర్షించెను. వర్ణమాల యొక్క వివిధభాగముల ప్రభావమువల్ల వస్తువులలో కలుగు ప్రస్ఫురణకార్యమును పరిశీలించి నీలలోహిత, అతినీలలోహిత కిరణములు ప్రస్ఫురణకారులుగా అతి సమర్థములని ధ్రువపరిచెను. స్నిగ్ధతా గుణము గల ప్రవాహిలో చిన్నగోళము యొక్క చలనమునకు కలుగు



## స్ట్రాన్షియమ్

నిరోధమును గణించుటకువీలగు సూత్రమును కనుగొనెను. దీనికి 'స్ట్రోన్షియమ్ము' అని పేరు. ఏ. ఎల్. నా.

**స్ట్రాన్షియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 88 ; సంకేతము Sr ; పరమాణుభారము 87.63 ; విశిష్టగురుత్వము 2.6 ; ద్రవపాంకము  $771^{\circ}\text{C}$  ; క్వథనాంకము  $1380^{\circ}\text{C}$ . దీనిని 1808 లో హంఫ్రీ డేవీ కనుగొనెను. కాల్షియమ్ వంటి ధాతువు. స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్ ధాతువులును, వాటి యోగికములును అంత ముఖ్యమయినవి కావు. అవి ఏ పరిశ్రమలలోను, కాల్షియమ్ యోగికములంత విరివిగా ఉపయోగింపబడుటలేదు.

కాల్షియమ్ వలెనే స్ట్రాన్షియమ్ కూడ చురుకైన ధాతువు ; కాబట్టి ప్రకృతిలో విడిగా లభించదు. యోగికరూపముననే దొరకును. కాల్షియమ్ వలె ఇది కూడ కార్బోనేట్ గాను, సల్ఫేట్ గాను ప్రకృతిలో ఉన్నది.

స్ట్రాన్షియమ్ ధాతువును తయారుచేయువద్దతి, కాల్షియమ్ తయారుచేయు వద్దతివలెనే ఉండును. దీని రాసాయనిక గుణములు దాదాపు కాల్షియమ్ గుణములను పోలి ఉండును. స్ట్రాన్షియమ్ సున్నము కొంతవరకు చక్కెర పరిశ్రమలో చక్కెరను శుభ్రపరచుటకును, స్ట్రాన్షియమ్ నైట్రేట్ లవణము చక్కనైన ఎర్రనికాంతిని ఇచ్చు మతాశాలు, చిచ్చుబుడ్లు తయారు చేయుటయందును ఉపయోగింపబడుచున్నవి (చూ. బిరిలియమ్ వర్గము - పు. 510).

**స్ట్రాన్షియమ్ నిర్దేశము :** చూ. ఆరొమాటిక్ హైడ్రో కార్బన్ లు - పు. 181.

**స్థితిస్థాపకత :** సరళముగాను, పొడవుగాను ఉన్న బెత్తపు రెండుకొనలను, చేతులతో పట్టుకొని వంచినచో చివరలు కలియువరకు అది వంగును; విడిచినవెంటనే బెత్తము పూర్వస్థితిని పొందును. అట్లే రబ్బరుతాడును సాగతీసి విడిచిపెట్టినపుడుకూడ అది తొల్లింటి పొడవునే పొందును. తెన్నిసుబంతిని కాలితో త్రొక్కినచో అది అణగును ; కాలు తీసివేయగనే పూర్వాకారమును మరల పొందును. బలప్రేరితములు అయినపుడు మార్పును పొంది బలాధీనముండి తప్పిపోయినవెంటనే సహజాకార పరిమాణములను పొందగల ద్రవ్యములను స్థితిస్థాపక ద్రవ్యములు అందురు. ద్రవ్యము ఈవిధముగ ప్రవర్తించుటకు ఆధారమైన భౌతికలక్షణమును 'స్థితిస్థాపకత' (ఇలాస్టిసిటీ) అందురు (చూ. యంగ్ స్థితిస్థాపక గుణకము - పు. 552).

శాహ్యబలముల ప్రాబల్యమునకు, ఆ బలములు ఎంత అధికమైనవైనను విరూపమునొందని వస్తువులను దృఢ

వస్తువులు అందురు. శాహ్యబలములు ప్రవర్తించినపుడు విరూపము నొంది, ఆ బలములను తీసివేయగనే తొల్లింటి స్థితికి రాలేనట్టి అప్పడాల పిండివంటి వస్తువులు కొన్ని కలవు. అట్టి వాటిని మెత్తని, లేదా అస్థితిస్థాపక వస్తువులు అందురు.

సంపూర్ణ దార్ధ్యముగల వస్తువులు ప్రకృతిలో ఏవియు లేవని చెప్పవచ్చును. వస్తువులన్నియుకూడ కొద్దిగనో, గొప్పగనో స్థితిస్థాపకములే. సామాన్య స్థితిస్థాపక ద్రవ్యములు సైతము ఒక పరిమితి దాటినతరువాత స్నిగ్ధ ద్రవ్యములు అగును. ఉదా : రబ్బరు, గాలి, ఇతర వాయువులు - ఇవి స్థితిస్థాపకములు. ధాతువులుకూడ ఒకవిధముగ స్థితిస్థాపకములే. తారు, పారఫిన్, మైనము మొదలగునవి స్నిగ్ధములు. స్వల్పబలములకు గాజు, ఉక్కు సుమారుగ దృఢద్రవ్యములు.

'హుక్' నియమము : స్థితిస్థాపక ద్రవ్యములందు శాహ్య బలములచే ఏర్పడిన వైరూప్యము దానిని కలిగించు ప్రత్యా బలమునకు అనులోమముగా ఉండును. ఈ విషయమును తొలుదొలుత కనిపెట్టినవాడు 'హుక్' విజ్ఞాని అగుటచే అతని పేరుతో ఈ నియమము వ్యవహరింపబడుచున్నది.

ప్రత్యాబలము అనగా వస్తువైకాల్యములో ప్రతిచదరపు యూనిట్ పై ప్రవర్తించుబలము విక్రియను రెండు, మూడు విధములుగ నిర్వచింపవచ్చును. వస్తువుపొడవు వెంట వైరూప్యము కలిగినపుడు యూనిట్ పొడవులో గల్గిన మార్పునుగాని లేదా ఆయతనవైరూప్యము కల్గినపుడు యూనిట్ ఆయతనములో కలిగిన ఆయతనపు మార్పును గాని విక్రియ అందురు. విరూపణ ప్రత్యాబలము విషయములో కోణీయ వైరూప్యమును విక్రియ అందురు.

ప్రతిబలము ఎక్కువచేసినకొలది దానితో అనులోమముగ కొంతవరకు విక్రియకూడ పెరుగును. ఈసంబంధమును నిరూపించు సిద్ధాంతమును హుక్ సిద్ధాంతము అందురు.

ప్రతిబలము ఒక విలువను దాటిన పిదప ప్రతిబల విక్రియల సంబంధము మారిపోవును. తదుపరి హుక్ సిద్ధాంతము వర్తించదు. ఎక్కడనుండి హుక్ సిద్ధాంతము వర్తించదో దానికి 'స్థితిస్థాపకపరిమితి' అందురు. స్థితిస్థాపక పరిమితిని అతిక్రమించి వస్తువులో వైరూప్యము కలిగించినచో, దానిపై బలమును పూర్తిగ తీసివేసినను అది పూర్వపుస్థితికి మరల రాదు.

వస్తువులస్థితిస్థాపకతాగుణము నిత్యజీవితములో ముఖ్యముగా తీగ (స్ప్రింగ్) త్రాసునందును, గడియారములు మొదలుగా గల పరికరములలోని స్ప్రింగ్ లందును వినియోగపడుచున్నది.



హాయువును అదిమినపుడు దాని ఆయతనము తగ్గును. అదుముడు తొలగించిన వెంటనే మరల తొంటి ఆయతనమును గ్రహించును. వాయువుయొక్క ఈ గుణము దాని స్థితిస్థాపకతా గుణమే. వాయుపూరితములైన తైరులందును, సోడాబుడ్లలోను, వాయుపూరితములగు గుమ్మటములందును వాయువుల స్థితిస్థాపకతా గుణమే ఉపయోగములోనికి వచ్చుచున్నది. త. స. స. మూ.

**స్థిరవిద్యుచ్ఛాస్త్రము :** ఆంబరు అను ద్రవ్యమును గుడ్డతో రుద్దినపుడు అది ఈకలను, బెండును ఆకర్షించును అని 'తేలీజ్' అను గ్రీస్ దేశస్థుడు 2600 సంవత్సరముల క్రిందట సూచించెను. ఆ తరువాత 16 వ శతాబ్ది కడవటి భాగములో గిల్బర్ట్ (చూ. పు. 321) విజ్ఞాని గంధకపు ముక్కలనుగాని, గాజునుగాని పొడిఉన్నితో రుద్దినచో అవి కూడ తేలికయైన కాగితపుముక్కలను ఆకర్షించగలవు అని కనుగొనెను. ఇట్టి సంఘటనలన్నియు విద్యుచ్ఛాస్త్రమునకు సంబంధించినవే. రాపిడి ఫలితముగ బెండును ఆకర్షించుగుణమును ఆంబరు, గంధకము, గాజు మున్నగునవి పొందినపుడు వాటికి విద్యుదావేశము కలిగినది అందురు. ఈవిధముగా రాపిడివలన విద్యుదావేశమును కలిగించు సాధనములకు విద్యుత్ జనకములు అని పేరు. 'గేరికె' అను విజ్ఞాని ఉన్ని గుడ్డకు తాకునట్లు గంధకపుబంతిని గిరున త్రిప్పి, ఎక్కువవిద్యుదావేశమును జనింపజేసెనట. ఇట్టి ప్రరోచనయంత్రములలో పేరుగన్నదీ, ఇప్పటివరకును వాడుకలోనున్న విమ్ హార్ట్స్ యంత్రమే. ఈ యంత్రము నందు ఉత్పన్నమయిన స్థిరవిద్యుదావేశమును లైడెన్ జాడీలో నిలువజేయుదురు.

బెస్టమిన్ ఫ్రాస్కోలిన్ అను యునైటెడ్ స్టేట్స్ విజ్ఞాని మేఘములలో మెరుపురూపమున వ్యక్తమగు విద్యుత్తు, సంఘర్షణవలన జనించు విద్యుత్తు ఒకటేనని గాలిపట ప్రయోగముచే నిరూపించెను. గాలిపటమును మేఘమున కందునట్లు ఎగురవేసి మేఘమునందలి విద్యుత్తును లైడెన్ జాడీకి ఫ్రాస్కోలిన్ ఎక్కించెను; దానిపై ప్రయోగములు కూడ చేసెను.

దగ్గరగానున్న రెండు సమానాంతరఫలకముల మధ్యను గాలి ఉన్నను, ఆ సముదాయము లైడెన్ జాడీవలె ఆచరించునని ఎఫ్రై నస్ విజ్ఞాని కనుగొనెను.

విద్యుత్తునందు ధనవిద్యుత్తు, ఋణవిద్యుత్తు అని రెండు రకములు ఉన్నవి. ధన, ఋణ విద్యుదావేశముల మధ్యగల ఆకర్షణ, లేదా అవకర్షణ బలమును పరిమాణయుతముగా కనుగొను సూత్రమును కేవెండిష్ అను విజ్ఞాని కనుగొనెను. కేవెండిష్ సూత్రమును విమోటన తుల (టార్వన్

బాలెన్సు) తో ప్రయోగరీత్యా నిర్ధారణచేసినది కూలామ్ (చూ. పు. 289) అను విజ్ఞాని. విద్యుదావిప్ల వాహకము చుట్టును గాలివంతు గంధకము, మైనము మొదలగు విద్యున్నిరోధక ద్రవ్యములను ఉంచినచో గాలిలో ఉన్న పుటికన్న ఎక్కువ విద్యుదావేశము ఆ వాహకమునకు సంక్రమింపజేసినకాని అది గాలిలోకనవచ్చు విద్యుదాకర్షణ బలమును కనవర్చదు అని ఫారడే (చూ. పు. 493) అను ఇంగ్లీషువిజ్ఞాని 1837 లో కనుగొనెను. రెండు విరుద్ధ ఆవిప్ల వస్తువుల మధ్యప్రదేశము బలరేఖలతో నిండి ఉండుననియు, విద్యుత్ ఊత్రమంతయు ఈ బల రేఖలమయమే అను ఊహను ఫారడే సూచించెను. విద్యుత్ ప్రరోచనను కనుగొనినది గూడ ఫారడేయే. ఫారడే ప్రతిపాదించిన బలరేఖలను ఆధారముగచేసికొనియే మాక్స్ వెల్ (చూ. పు. 531) అను ఇంగ్లీషు విజ్ఞాని విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమును (చూ. పు. 678) రూపొందించెను.

**విద్యుదావేశము - పారవిద్యుత్తిక స్థిరాంకము :** విద్యుదావేశము ఏమియో అనునది చాల ప్రాతనమస్య. దీనిని ఒక విధమైనప్రవాహి అని ఒకప్పుడు శాస్త్రజ్ఞులు భావించెడి వారు గాని, ఇటీవలి పరిశోధనలవలన ఎలక్ట్రాన్ ల అధికతయే ఋణవిద్యుత్తు అనియు, వాటి కొరతయే ధనవిద్యుత్తు అనియు వ్యక్తమైనది, ఎలక్ట్రాన్ లు నవీనశాస్త్రదృష్ట్యా కణరూపముననున్న విద్యుదావేశములు. రెండువస్తువులు ఒకదానితో ఒకటి తాకినపుడు, ఆ వస్తువులోని ఎలక్ట్రాన్ లు ఒకేతావున గుమికూడునని ఇప్పటిఊహ. ఇట్లు గుమికూడిన ఎలక్ట్రాన్ లు ప్రవహించకుండచేయు ద్రవ్యములను పారవిద్యుత్తికములని అందురు. పారవిద్యుత్తికములలో ఏది ఎంతసామర్థ్యము గలిగినదో సూచించుటకు వీలుగ పారవిద్యుత్తికస్థిరాంకము అనేసంఖ్యను ఏర్పాటు చేసిరి (చూ. పారవిద్యుత్తికములు - పు. 476).

**విద్యుత్ సంఘనకములు :** ఇవి విద్యుత్తును నిల్వ యుంచు సాధనములు. వీటిలో మొట్టమొదట నిర్మితమైనది లైడెన్ జాడీ. లైడెన్ జాడీ అనగా తగరపు రేకులతో కప్పబడిన లోపలి, వెలుపలి ప్రక్కలు గల గాజుసీసా. ఏవిద్యుత్ సంఘనకమందైనను రెండుఫలకములు ఉండును. ఈఫలకములను తగరముతోగాని, ఇత్తడితోగాని మంచి విద్యుద్వాహకమగు మరి ఏదేనిధాతువుతోగాని చేయుదురు. ఈఫలకములు మంచి విద్యుద్వాహకములు అగుటవలన విద్యుదావేశము ఫలకతలమంతటను ప్రాక వీలున్నది. ఒక ఫలకముమీద ధనసంజ్ఞగల విద్యుదావేశము చేరుకొన్నచో రెండవ ఫలకముమీద ఋణసంజ్ఞగల విద్యుదావేశము ప్రరోచితమగును. భిన్న సంజ్ఞలుగల ఈ రెండువిద్యుదా

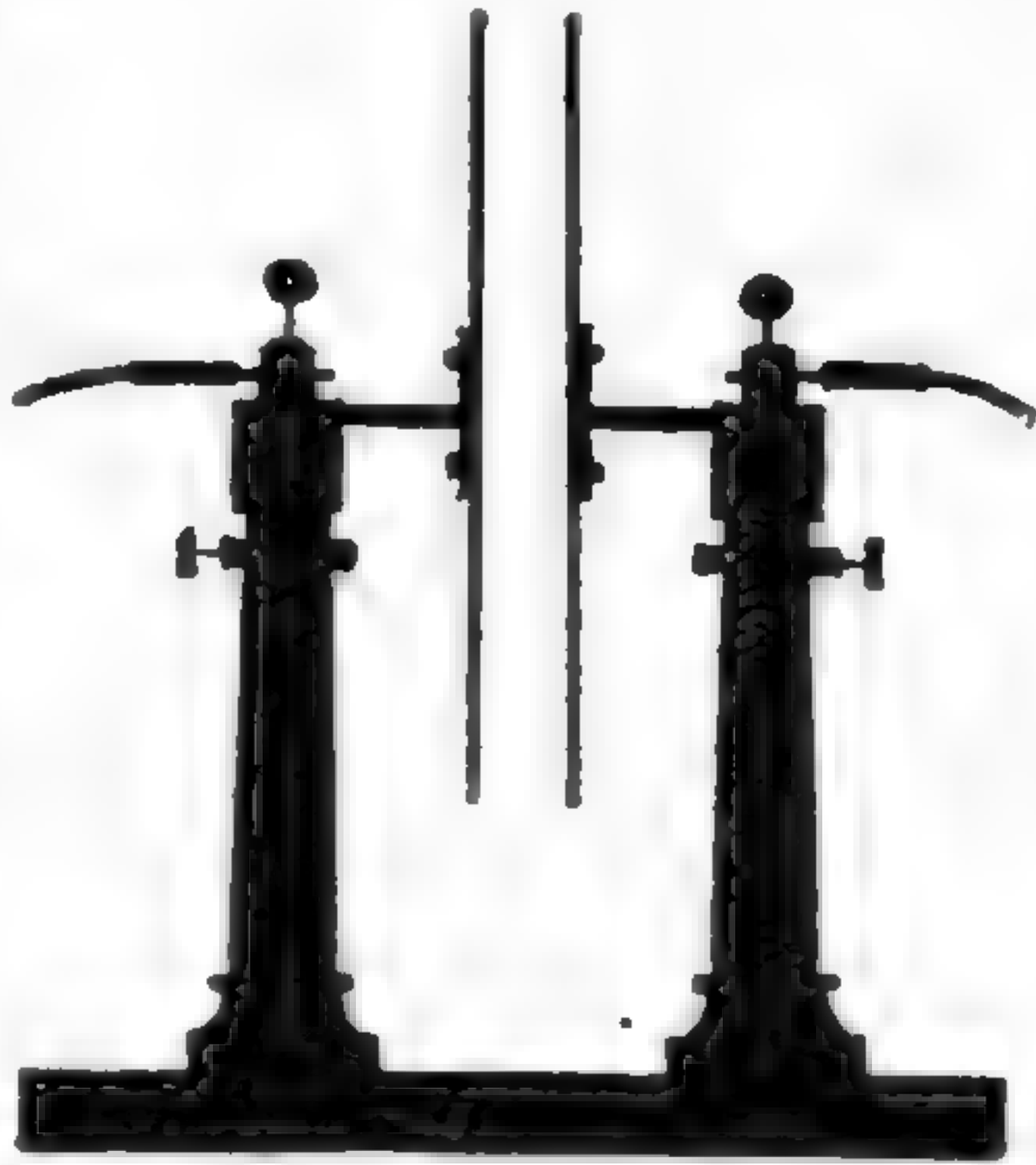


## స్థిరవిద్యుచ్ఛాస్త్రము

వేశములకే పరిమితమై వాటిమీద నిల్వ ఉండునట్లు చేయుటకు వాటిమధ్య గాలివంటి పారవిద్యుత్తికమును ఉంచుదురు.

సంఘనక సామర్థ్యము ఫలకముల విస్తీర్ణతను, వాటి మధ్య దూరమును, పారవిద్యుత్తిక స్థిరాంకమునుబట్టి ఉండును. సమానాంతర ఫలకములలో:

$$\text{సామర్థ్యము} = \frac{\text{ఫలక విస్తీర్ణము}}{4\pi \times \text{దూరము}}$$



1 వ పటము :

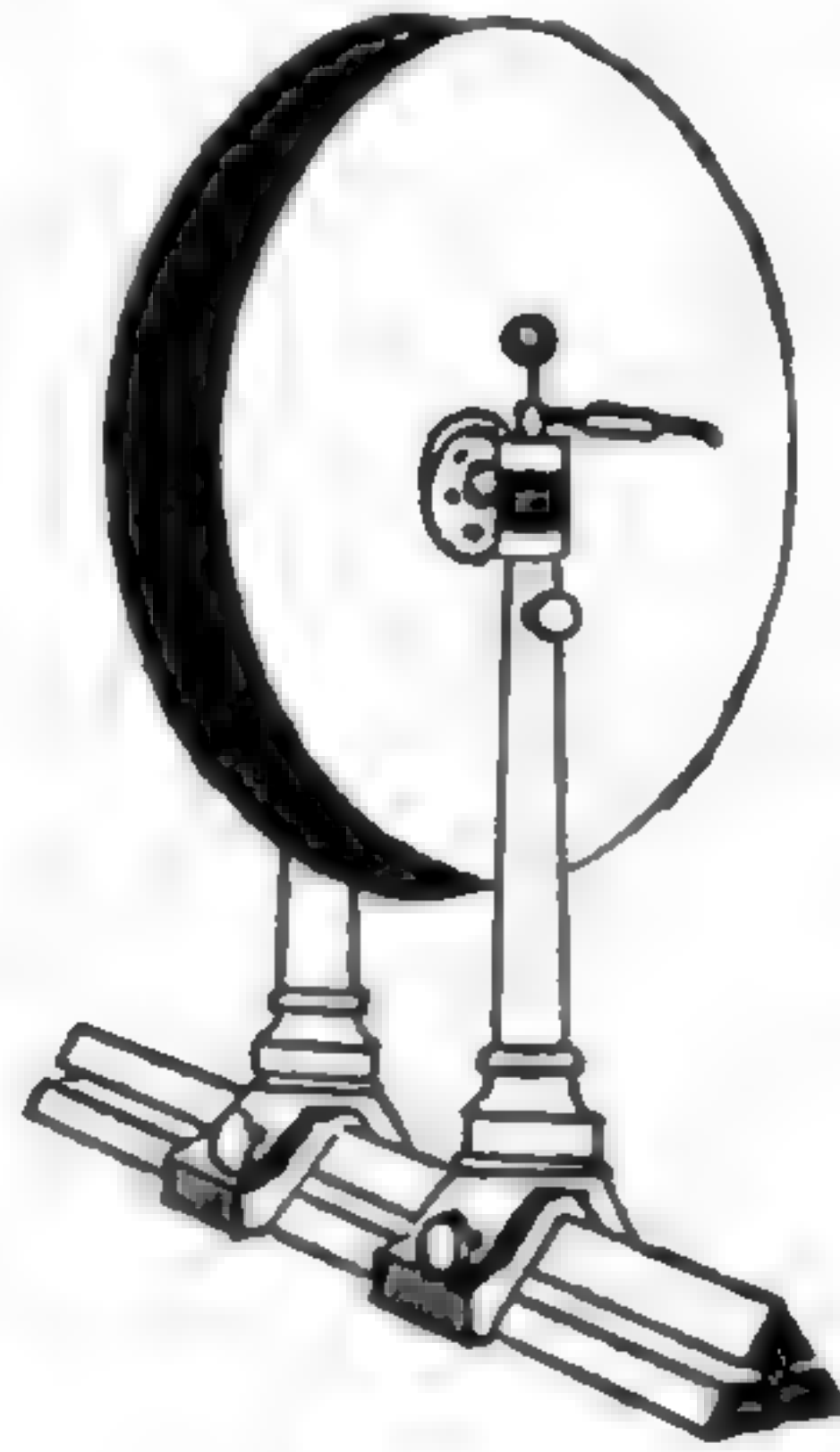
$\times$  పారవిద్యుత్తిక సంఘనకము - ఎదుట దృశ్యము స్థిరాంకము. బంతులవంటి, లేక స్థూపాకార ఫలకసంఘనకములతో సూత్రము భేదించును.

సంఘనకములను ఇట్లు జతచేసి వాడు విధానములు రెండు ఉన్నవి: 1. శ్రేణీవిధానము, 2. సమానాంతర విధానము అని వాటిపేర్లు. శ్రేణీ విధానమునందు మొదటి సంఘనకముయొక్క ఋణద్రువమును రెండవ సంఘనకముయొక్క ధనద్రువముతోను, దాని ఋణద్రువమును మూడవ సంఘనకముయొక్క ధనద్రువముతోను అట్లే అన్నింటిని కలుపుదురు. ఈ శ్రేణీసముదాయ సామర్థ్యము  $c$  అయినచో,

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} + \dots$$

ఇట  $c_1, c_2, c_3$ , అనునవి శ్రేణీలో జతచేయబడిన వేర్వేరు సంఘనకముల సామర్థ్యములు.

సంఘనకములు ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహమును పోషియవు. కాని ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహములకు అవరోధము ఏర్పరచి పోనిచ్చును. ఈ విధానమును



2 వ పటము :

సంఘనకము-ప్రక్క-వాటు దృశ్యము

తెలిఫోన్ లలో వాడుదురు. ఈ అవరోధము =

$$\frac{1}{\text{గ్రాహకశక్తి} \times \text{పొనఃపున్యము}} \times \text{అను సూత్రమును అనుసరించి ఈ అవరోధము ఉండును. స్ఫులింగములు రాకుండా ఉంచుటకు స్ఫులింగములు వచ్చు బిందువులకు విద్యుత్ సంఘనకములు తగిలింతురు. ముఖ్యముగా రేడియోలో ప్రస్తుత ప్రవాహోత్పత్తి విధానములలో అవరోధములుగా వాడుదురు.}$$

విద్యుదావేశ విభజన : విద్యుదావేశపూరితమయిన వస్తువును విద్యుద్వాహకముతో తాకినపుడు, ఆవాహకమునకు సమాన విద్యుదావేశము సంక్రమించును. విద్యుదావేశపూరితమైన వస్తువునకు తగల్గుకుండా దానిచెంతకు విద్యుద్వాహకమును గొనివచ్చినపుడుకూడ ఆవాహకము విరుద్ధవిద్యుదావిప్లము అగును. ఇది ప్రరోచనద్వారా లభ్యమైన ఆవేశము. విద్యుదావేశమును కూలామ్ అను యూనిట్ లలోకొలుతురు. ధనవిద్యుదావేశము ఋణవిద్యుదావేశము అని విద్యుదావేశము రెండురకములు. ధనవిద్యుదావేశము అనగా ఎలక్ట్రాన్ లకొరత; ఋణవిద్యుదావేశము అనగా ఎలక్ట్రాన్ ల ఆధిక్యము అని ఇదివరకే చెప్పి ఉంటిమి. ఒకే సంజ్ఞగల ఆవేశములు అవకర్షించుకొనును. భిన్న సంజ్ఞల విద్యుదావేశములు ఆకర్షించుకొనును.

$$\text{ఈ ఆకర్షణ లేదా అవకర్షణ బలము} = \frac{\text{ఒకవిద్యుదావేశము} \times \text{మరొకవిద్యుదావేశము}}{\text{పారవిద్యుత్తికస్థిరాంకము} \times (\text{విద్యుదావేశముల మధ్యదూరము})^2}$$

సమానాంతర విధానమునందు సంఘనకములయొక్క ఋణద్రువములన్నింటిని ఒకదానితో ఒకటి కలుపుదురు; ధనద్రువములన్నింటిని ఒకదానితో ఒకటి కలుపుదురు. ఈ సమానాంతర సముదాయసామర్థ్యము  $c$  అయినచో,  $c = c_1 + c_2 + c_3 + \dots$

దీనినిబట్టి శ్రేణీవిధానమున జతచేసినపుడు సంఘనకముల మొత్తపువిలువ తగ్గుననియును, సమానాంతరవిధానమున జతచేసినపుడు పొచ్చుననియును విశదమగును.

గౌస్ నిర్ధాంతము : విద్యుదావేశము చుట్టు విద్యుత్ క్షేత్రము ఉండును. విద్యుత్ క్షేత్రము బలరేఖలతో కూడి ఉండునని ఫారడేవిజ్ఞాని కనుగొనెను. రేఖయొక్క ఒక చివర ఒక విద్యుదావేశము కలిసియున్నచో మరయొక చివర వేరుగురుతుగల విద్యుదావేశమును కలిగియుండును.

విద్యుత్ ప్రరోచన విషయములో గౌస్ నిర్ధాంతము ముఖ్యమైనది. దీనిప్రకారము ఏదేనిప్రాకారములో చుట్టు స్థలమునకు లంబముగాపోవు ప్రరోచన, లోపలనున్న



ఆవేశమునకు  $4\pi$  రెట్లు ఉండును. దీనిని ఉపయోగించి ఎన్నో స్థిరవిద్యుత్తు లెక్కలు చేయ వీలున్నది.

స్థిరవిద్యుత్ సూచకము: మెలిలేని పట్టుదారమునకు కట్టిన చిన్న బెండుముక్కను బెండుసూచి అందురు. దీని చెంతకు విద్యుదావిష్టవస్తువును తెచ్చినచో దీనిమీద భిన్న గుణముగల విద్యుదావేశము ప్రరోచన ద్వారా తాత్కాలికముగా ఏర్పడి విద్యుదావిష్ట వస్తువురావునకు అది జరుగును.

స్వర్ణ పత్రవిద్యుత్ సూచి: దీనిలో ఒక ఇత్తడికడ్డి చివర రెండు పలుచని బంగారురేకులు ఉండును. ఇత్తడికడ్డి రెండవ కొనకు చేరువగా ఏదేని విద్యుదావిష్టవస్తువును తీసుకవచ్చినచో ప్రరోచనవలన రెండురేకులలోను ఒకే గురుతుగల విద్యుదావేశము తాత్కాలికముగా ఏర్పడి ఆకుమొనలు దూరమగును. వస్తువులు విద్యుదావేశపూరితములై ఉన్నచో, లేచో కూడ దానిసహాయమున కనుగొనవచ్చును. ఇత్తడికడ్డిని చేర్చి విద్యుదావిష్టమైన వస్తువును కొద్ది సెకనులకాలము ఉంచి, తరువాత తీసి వేసినచో బంగారురేకులపై విద్యుదావేశము నిల్వయుండి, రేకులు విడియుండును. ఉదాహరణకు బంగారురేకులు ధనవిద్యుదావిష్టములు అనుకుందము. అప్పుడు ధనవిద్యుదావిష్టవస్తువును కడ్డికి తగులునట్లుంచిన బంగారుపత్రముల కొనలు మరింత దూరమగును; లేదా ఋణవిద్యుదావిష్ట ద్రవ్యమును తగిలించిన పత్రముల కొనలు దగ్గరకువచ్చును. ఈ విద్యుత్ సూచిని బెన్నెట్ అను ఆయన మొదట కను గొనెను.

స్థిరవిద్యుత్ స్థాపకములు: 1. ఆకర్షణ చక్రవిద్యుత్ స్థాపకము; 2. క్వడ్రంట్ విద్యుత్ స్థాపకము వీటిలో ముఖ్యమైనవి.

ఆకర్షణచక్రవిద్యుత్ స్థాపకము: ఒక ధాతుచక్రమును ఒక స్ప్రింగ్ మీద అమర్చి, దానికి విద్యుదావేశమును కలుగజేసి దానికి దిగువనున్న మరియొక ధాతుచక్రమునకు వేరే గుర్తుగల విద్యుదావేశమును కలుగజేసినచో పైచక్రము క్రిందిచక్రమును ఆకర్షించును. ఇట్లు ఆచక్రము రెండవ చక్రముపై నెరపు ఆకర్షణబలమును కొలుచు సాధనము ఒకటి పరికరమునందు ఏర్పాటుచేయబడి ఉండును. సాధారణముగా ఆవేశము తలముపై చేరుకొనును. అది ఆ విధముగా చేరుకొనకుండునట్లు ఒనర్చుటకుగాను పై ఫలమునకుచుట్టు రక్షణవలయము (గార్డ్ రింగ్) అను వలయము పెట్టి సమానబిత్తిడిలో ఆవేశము దానిపై ఉండునట్లు చేయుదురు. సాధారణముగా ప్రతికొలతకును ముందు పై ఫలకమును రక్షణవలయపు మట్టమునకు తీసికొని వత్తురు.

ఇక కచ్చితముగా చేయుటకు ఒక దూరదర్శనిని వినియోగించురు. 'ఆ' అనునది రెండు ఫలకములమధ్య ఆకర్షణ బలమున్న 'పై' అనునది ఆ రెండు ఫలకములయొక్క రక్షణవలయములందున్న విద్యుత్తుయొక్క బిత్తిడియు, 'దూ' అనునది వాటి మధ్యదూరమున్న, 'వై' అనునది ఫలకపువైశాల్యమున్న అయినచో 
$$పై = దూ \sqrt{\frac{8\pi\epsilon}{వై}}$$

అను సూత్రము సిద్ధించును.

క్వాడ్రంట్ విద్యుత్ స్థాపకము: దీనిలో పేరుపొందినది డోల్ బలక్ యంత్రము. దీనిలో పలుచని అల్యూమినియము సూచి ఉండును. దానికి సూచి అని పేరు. దానిని ఒక సన్నటి క్వార్ట్జ్ తీగచే వ్రేలాడ తీయుదురు. క్వార్ట్జ్ తీగ పైకొన ఒక తృణమణిలోని రంధ్రమునుండి వ్రేలాడును. ఈసూచి 4 బోలు చక్రవిభాగములతో దానికి తగులకుండ తిరుగ కలిసియుండును. ఈ తురీయములు ఒక తీగద్వారా జతపరుపబడి ఉండును. ఒకజతతురీయములు ఆకర్షింప, రెండవజత తురీయములు అపకర్షించును. ఈ విధముగా అల్యూమినియము ఫలక తిరుగును. అంత క్వార్ట్జ్ తీగ మెలితిరుగును. ఈ మెలిని దానికి అతికించిన ఒక చిన్న అద్దము ద్వారా కొలువవచ్చును. ఈ ఉపకరణము ఆవర్తి (ఎ.సి.) విద్యుత్తునుకూడ కొలుచుటకు ఉపయోగించురు. తురీయములు క్వార్ట్జ్ స్తంభములమీదనే నిలిచియుండును. క్వార్ట్జ్ తీగమీద బంగారుపూత ఉండును. చిన్నపీటకు విగింపబడి ఈ స్తంభములు ఉండును. పరికరమును మట్టముగా చేయుటకై మూడు స్కూల్స్ ఉండును. పరికరమంతయు ఒక ఇత్తడి పెట్టెలో అమర్చబడియుండును. గాజు కిటికీల గుండా మెలిని కొలువవచ్చును. దీనితో  $10^{-8}$  కూలామ్లు, లేదా  $10^{-11}$  ఆంపియర్ల అయనీకరణ ప్రవాహములను వైతము కొలువ వీలున్నది. అన్నిటిలో అదియే ఎక్కువ మేటియంత్రము. వి. పా. ప్ర.

స్నిగ్ధత: పెట్రోలు, నీరు, మంచినూనె, ఆముదము, తారు - ఈ ద్రవములతో నింపిన అయిదునాళములలో - ఒకే ఉరపుగల ఇనుపగుండ్లు అయిదింటిని ఒక్కొక్క నాళములో ఒక్కొక్కటివంతున ఒకేసారి వదలిన, అవి అన్నింటియందును ఒకేసారి అడుగునకు చేరలేవు. పెట్రోలు, నీటి నాళములందు గుండ్లు శీఘ్రముగను; ఆముదము, తారు నాళములందు ఆలస్యముగను క్రిందికి దిగును. దీనిని బట్టి భిన్నద్రవములందు ఆగుండ్లు భిన్నవ్యవధులలో ప్రయాణముచేయుట గోచరమగును. ఇది ఏమని ఆలోచించిన గుండ్లు ప్రయాణముచేయునపుడు అవి ప్రయాణముచేయుచున్న యానకస్వభావమునుబట్టి ఒకవిధమైన నిరోధకశక్తి



## స్నిగ్ధత

వాటిగమనమును నిరోధించుచుండునని తెలియును. ఇట్టి విశిష్టద్రవ్యభావమే 'స్నిగ్ధత' అనబడును. ద్రవద్రవ్యము లకేగాక వాయువులకు కూడ స్నిగ్ధత కలదు.

ఘనద్రవ్యములుకూడా స్నిగ్ధతాలక్షణమును కలిగి ఉన్నట్లు కనిపించుచున్నది. ఓడకీలు, ఆస్ఫాల్ట్ (రోడ్డు వేయుటకు ఉపయోగించు గట్టితారు)ను గరాటులో ఉంచి కొన్ని దినముల తరువాత చూచినచో ఆ గట్టి తారు కొద్ది కొద్దిగ గరాటునుండి క్రిందకు దిగును. భూమి లోపలి రాతి పొరలు పరిశీలించిన అవి వికారమొందినట్లు కనిపించుటకు కూడ ఇదియే కారణము. ఇట్లు వికార మొందుటకు కారణము ఘనద్రవ్యము స్నిగ్ధతను కలిగి ఉండుటయే.

దీనినిబట్టి ద్రవ్యావస్థలన్నిటియందును, ఈస్నిగ్ధతాలక్షణ మును పరిశీలింపవచ్చును. ఒక నాళముద్వారా ప్రవహించు చున్న ద్రవమును అనేక సకేంద్రస్థాపకములుగా భావించినచో నాళపుగోడలకు అంటిపెట్టుకొనిఉన్న పొరయందు ప్రవహించుచున్న అణువులవేగము తరువాత పొరయందలి వాటివేగముకంటె చాలతక్కువ. మొదటి పొరయందలి కొన్ని అణువులకు నాళముయొక్క స్పర్శ ఉండుటచే వాటి గతిశక్తిని కొంత నాళముయొక్క గోడలు అరికట్టును. అందుచేత దానివేగము తగ్గును. రెండవపొరలో ప్రవాహము మొదటి పొరలోకన్న ఎక్కువగా ఉండును. మూడవ పొరలో రెండవ పొరలోని వేగముకన్న ఎక్కువగా ఉండును. ఇట్లే నాళకేంద్రమువైపు వచ్చు కొలది ప్రవాహపు సాపేక్ష వేగము పెచ్చగుచుండును. నాళపు సంపర్కములో ఉన్న పొరలోని అణువులగతిని నాళము ఎట్లు నిరోధించునో రెండవ పొరలోనున్న అణువులగతిని మొదటిపొరలో ఊడగతిలో నున్న అణువులు అట్లే నిరోధించును. ఇట్టి నాళములో ప్రవహించుచున్న ద్రవప్రవాహ వేగము తగ్గుటకు కారణమే ద్రవముయొక్క స్నిగ్ధత. ఈ విషయమును మొట్టమొదట మాక్స్ వెల్ (చూ. పు. 531) కనిపెట్టెను.

స్నిగ్ధతను కొలుచుట : ఒక నియతకాలములో సమాన అడ్డుకొలతగల కేశనాళముగుండా ప్రవహించిన ద్రవఆయతనమును కనుగొని మొట్టమొదట ప్వాజాలై (1842) ఈ క్రింది సమీకరణమును ప్రకటించెను. ఇందు కేశనాళముయొక్క రెండు చివరలవద్ద ప్రేషభేదము స్థిరముగా ఉండవలెను; నాళపుగోడకు సమీపమున ఉన్న ద్రవపు పొర తటస్థముగా ఉన్నట్లు భావించవలెను :

$$R = \frac{\pi P \gamma^4}{8 \eta l}$$

ఇందు R = ఒక ప్రమాణకాలము (సెకను)లో నాళము గుండా ప్రవహించిన ద్రవపు ఆయతనము ; P = ప్రేషము ;  $\gamma$  = నాళపు వ్యాసార్థము ; l = నాళపు దైర్ఘ్యము ;  $\eta$  = స్నిగ్ధతా స్థిరాంకము. దీనికి ప్వాజాలై సమీకరణమని పేరు.

వాయువుల స్నిగ్ధత : ద్రవములు అసంపీడ్యములు (నొక్కుటకు వీలుకాని) అను భావమును ఆధారముగా తీసికొన్నపుడు వైన ఉదాహరించిన సమీకరణము లభించినది. కాని వాయువులు అట్లుకాక అత్యధిక సంపీడ్యములు, అందుచేత కేశనాళములందు ఒకచోట వాయుఅణుసాంద్రత ఎక్కువగను, మరియొకచోట తక్కువగను ఉండుట సంభవించును. కాబట్టి వాయు స్నిగ్ధతను గణించునపుడు కేశనాళముగుండా ఒక సెకనుకు ప్రవహించు ఆయతనము నకు బదులు ద్రవ్యరాశిని తీసికొందురు.

స్నిగ్ధత - తాపక్రమము : స్నిగ్ధతా తాపక్రమసంబంధము ద్రవ్యావస్థనుబట్టి ఉండును. ద్రవముల తాపక్రమము పెచ్చుకొలది వాటి స్నిగ్ధత తగ్గిపోవుచుండును. మాటకు, మనము ఆముదము సేవించునపుడు దానిని వెచ్చచేయుదుము. చల్లగానున్నపుడు చిక్కగానున్న ఆముదము వెచ్చ చేయగనే పలుచనగును. ఇట్లే మోటారుకారు రేడియేటరునందు పోసిన నీరు యంత్రము వేడిగనున్నపుడు సామాన్యముగ ఉన్నప్పటికంటె ఆరురెట్లు వేగముగ కారిపోవును. దీనినిబట్టి ద్రవ్యముల స్నిగ్ధత తాపక్రమము పెచ్చుకొలది తగ్గిపోవునని తెలియుచున్నది. కాని వాయువులందు ఇట్లుగాక తాపక్రమముతోబాటు వాటి స్నిగ్ధత పెచ్చుచుండును. తాపక్రమము పెచ్చుచున్నపుడు వాయుఅణువులు మరింత స్వేచ్ఛగా పరుగులిడును. అప్పుడు అందు పరస్పర సంఘాతములు పెచ్చు అయి వాటి గతిశక్తి పరస్పరము మార్చుకొనును. ఈ మార్పువలన గతిశక్తి కొంత ఊడించును. అందుచే వాయు తరలత తగ్గి స్నిగ్ధత పెచ్చును.

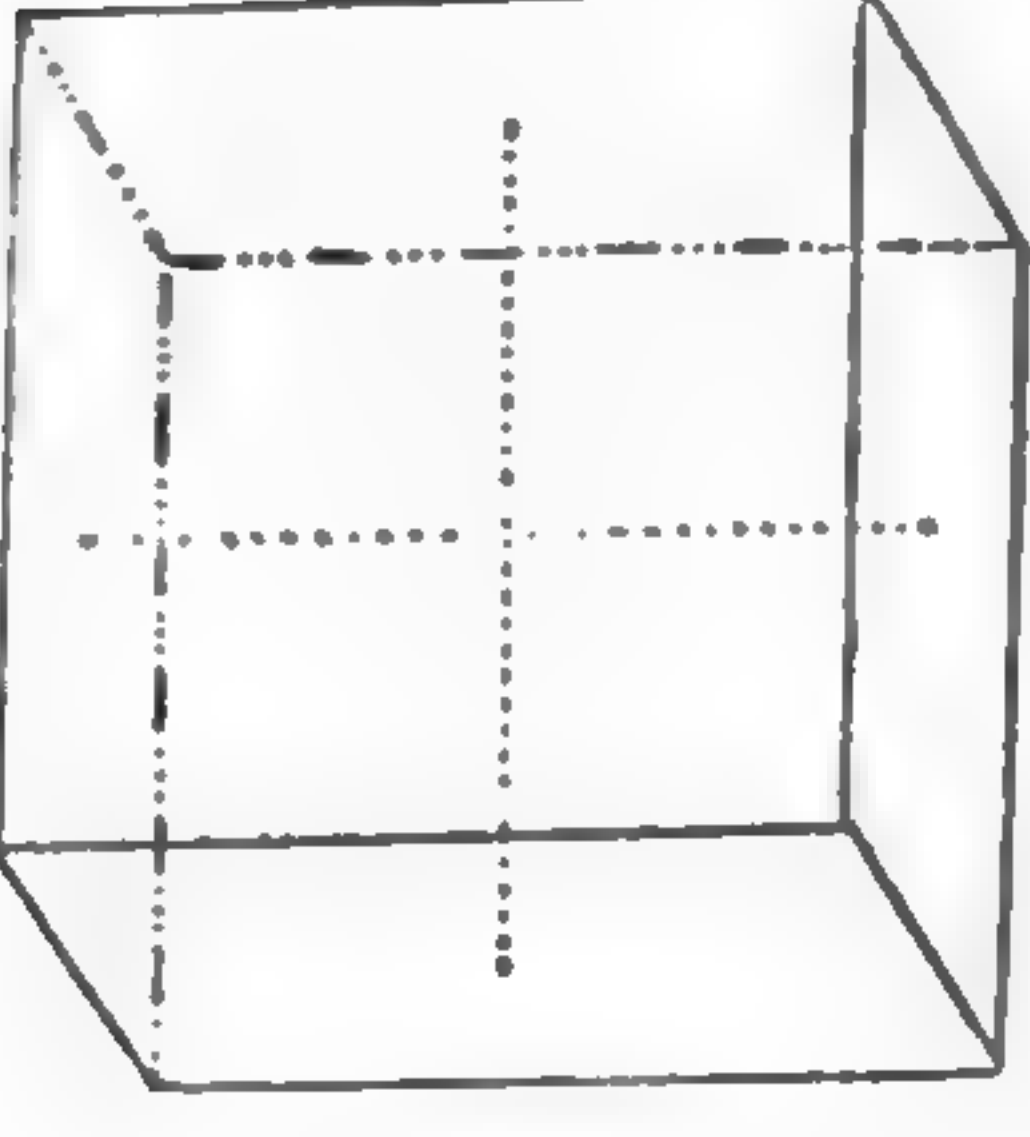
ద్రవ్యముల స్నిగ్ధతను ఆధారముగ తీసికొని యంత్రములందు ఘర్షణ (రాపిడి) ను నిర్మూలించుటకుగాను, అనేక రకములైన నూనెలను కందెన (లూబ్రికెంట్)లుగ వాడుచున్నారు. బండియందు ఇరుసు - చక్రముల మధ్య జనపనార, ఆముదము వాడుట ఆముదముయొక్క స్నిగ్ధతాలక్షణములను అనుసరించియే. కందెనలు వాడినపుడు ఇరుసుపై ఒకవిధమయిన పలుచని నూనెపొర ఏర్పడును. కాని గ్లిసరిన్, ఆముదపు స్నిగ్ధతలు రమారమి సమానమైనప్పటికి గ్లిసరిన్ అభ్యంజనమునకు పనికిరాదు. దానికి కారణము ఆముదమువలె గ్లిసరిన్ పొరగా ఏర్పడదు.



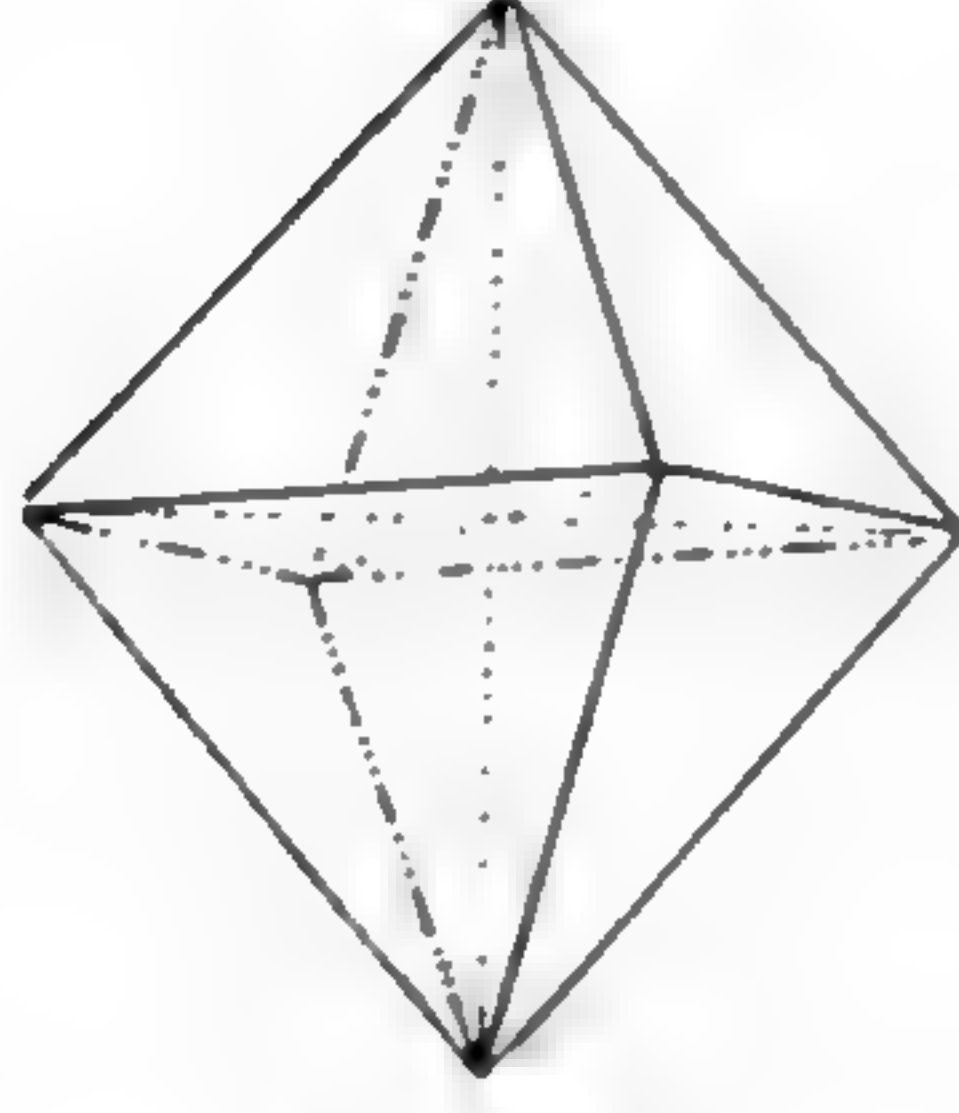
Blank Page



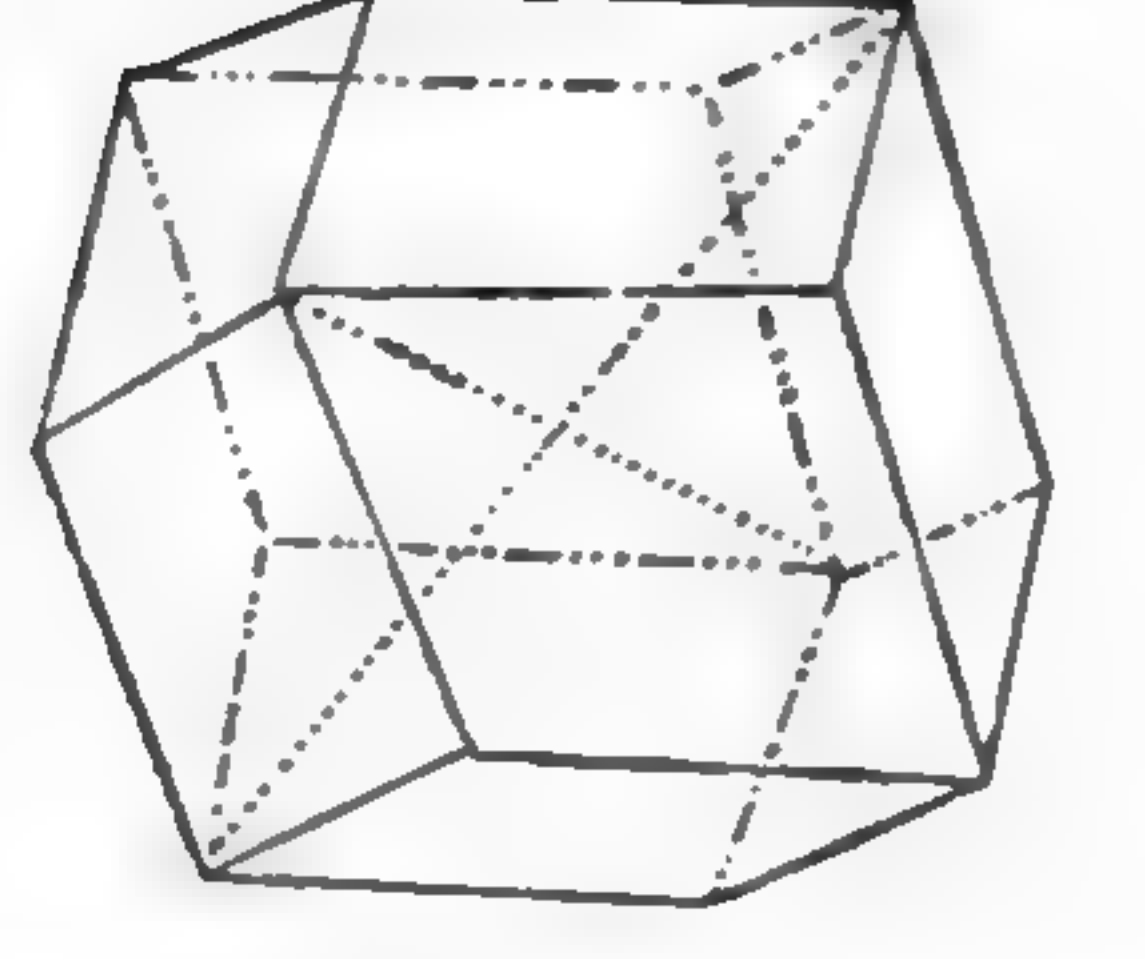
## నృటిక విభాగములు



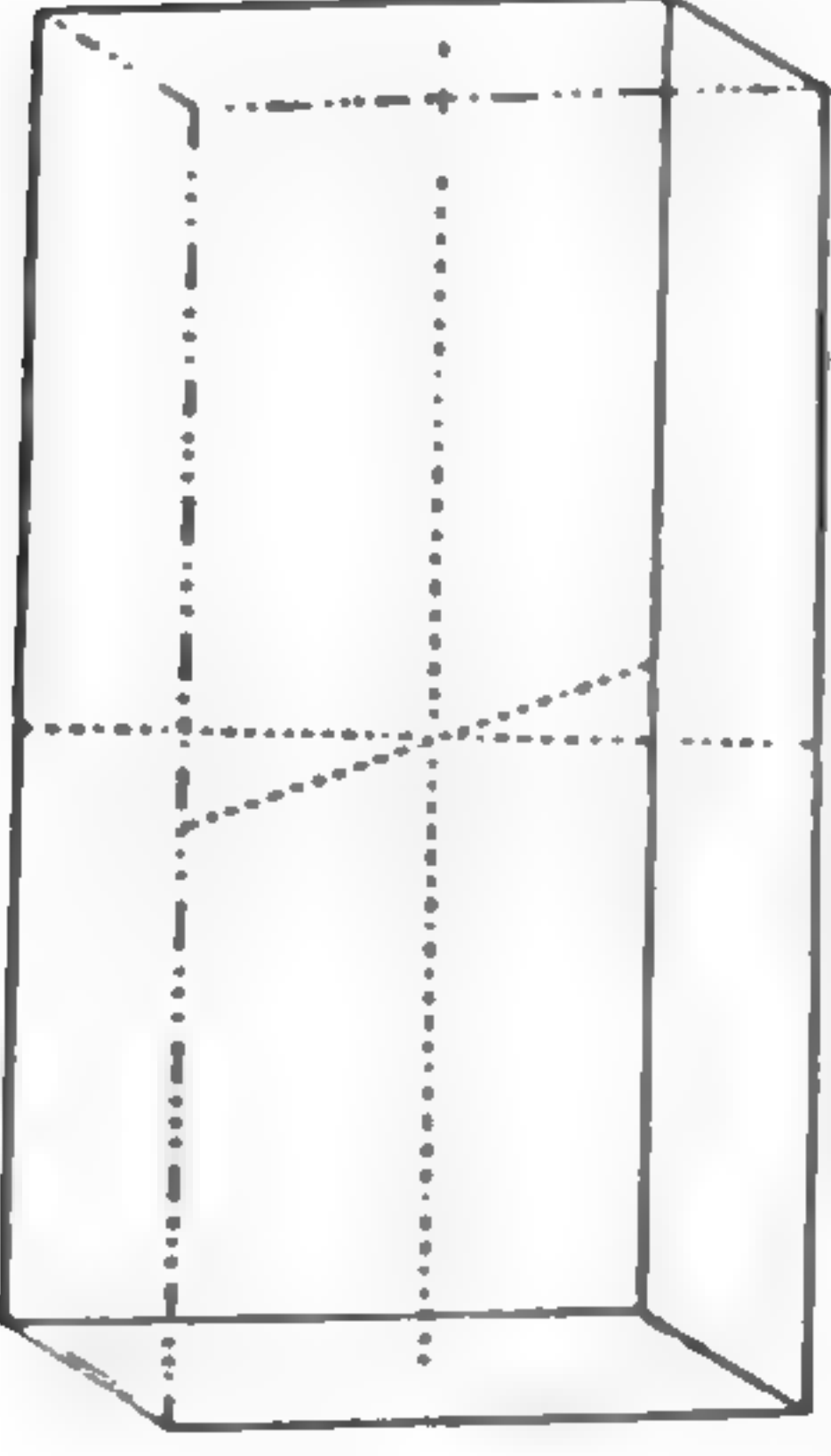
1 వ పటము :  
షరళఘనపద్ధతి : ఘనము  
(క్యూబిక్)



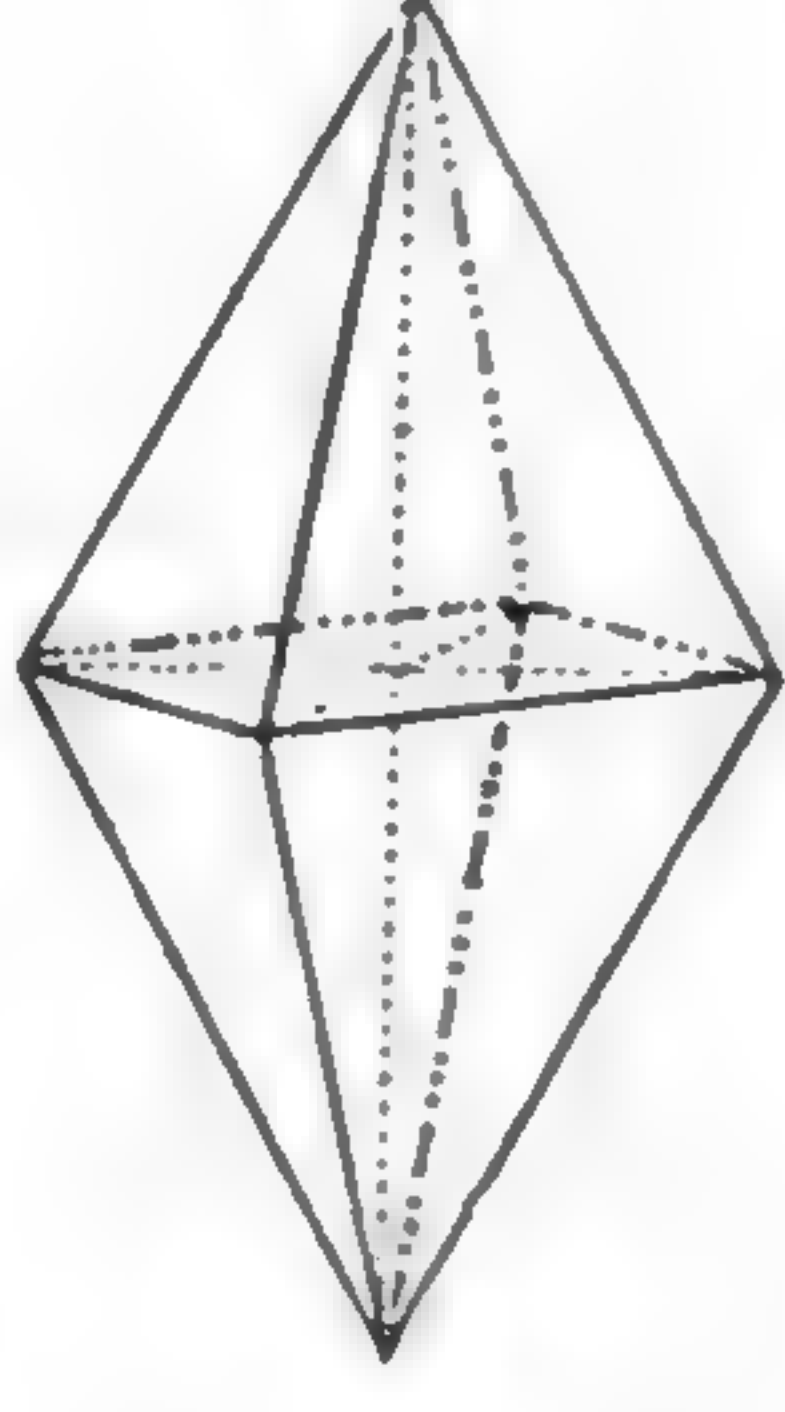
2 వ పటము :  
షరళఘనపద్ధతి : షమాష్టానీకము  
(ఆక్టోహీడ్రన్)



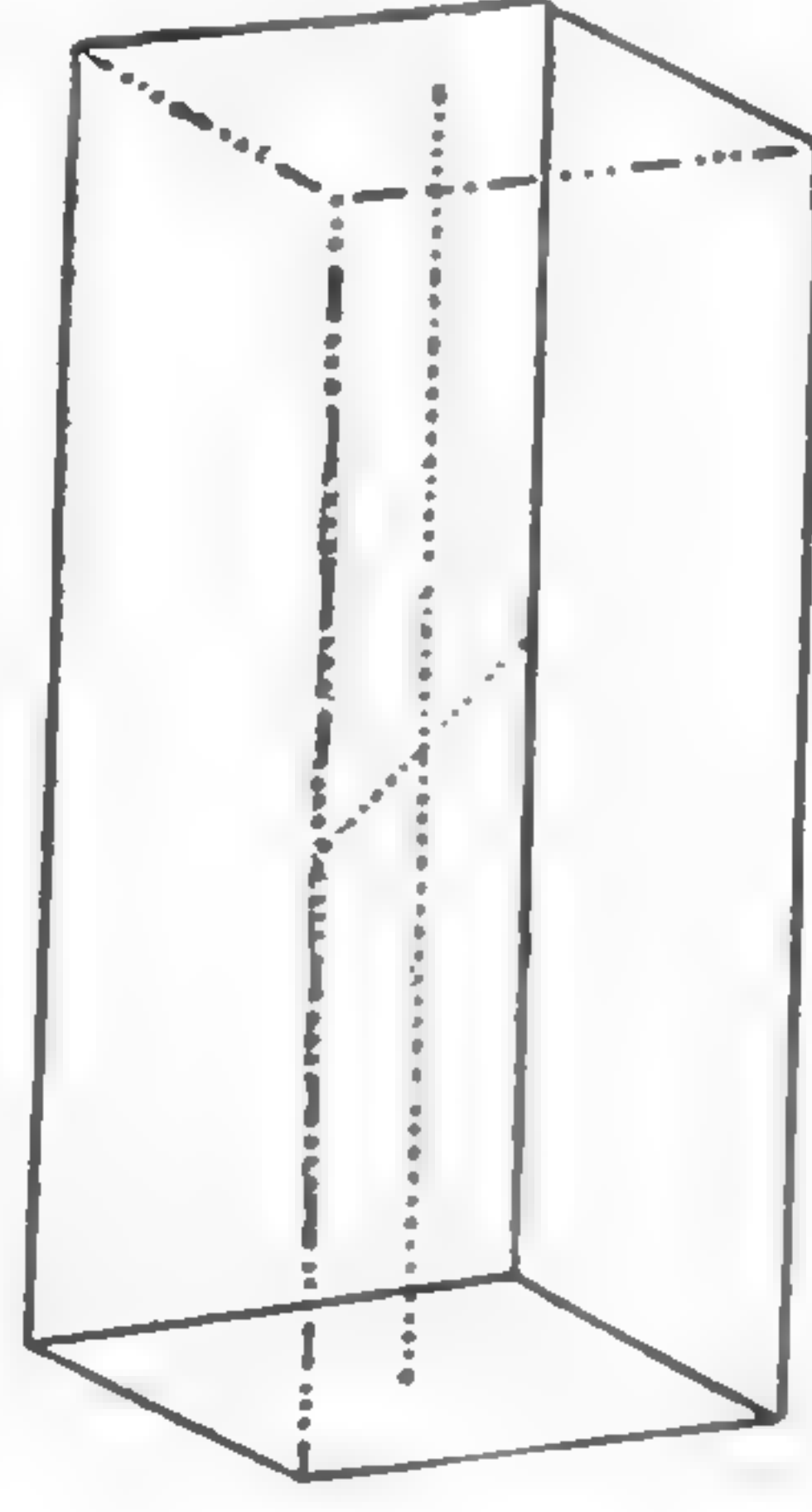
3 వ పటము :  
షరళఘనపద్ధతి : ద్వాదశానీకము  
(రాంబిక్ డొడెకాహీడ్రన్)



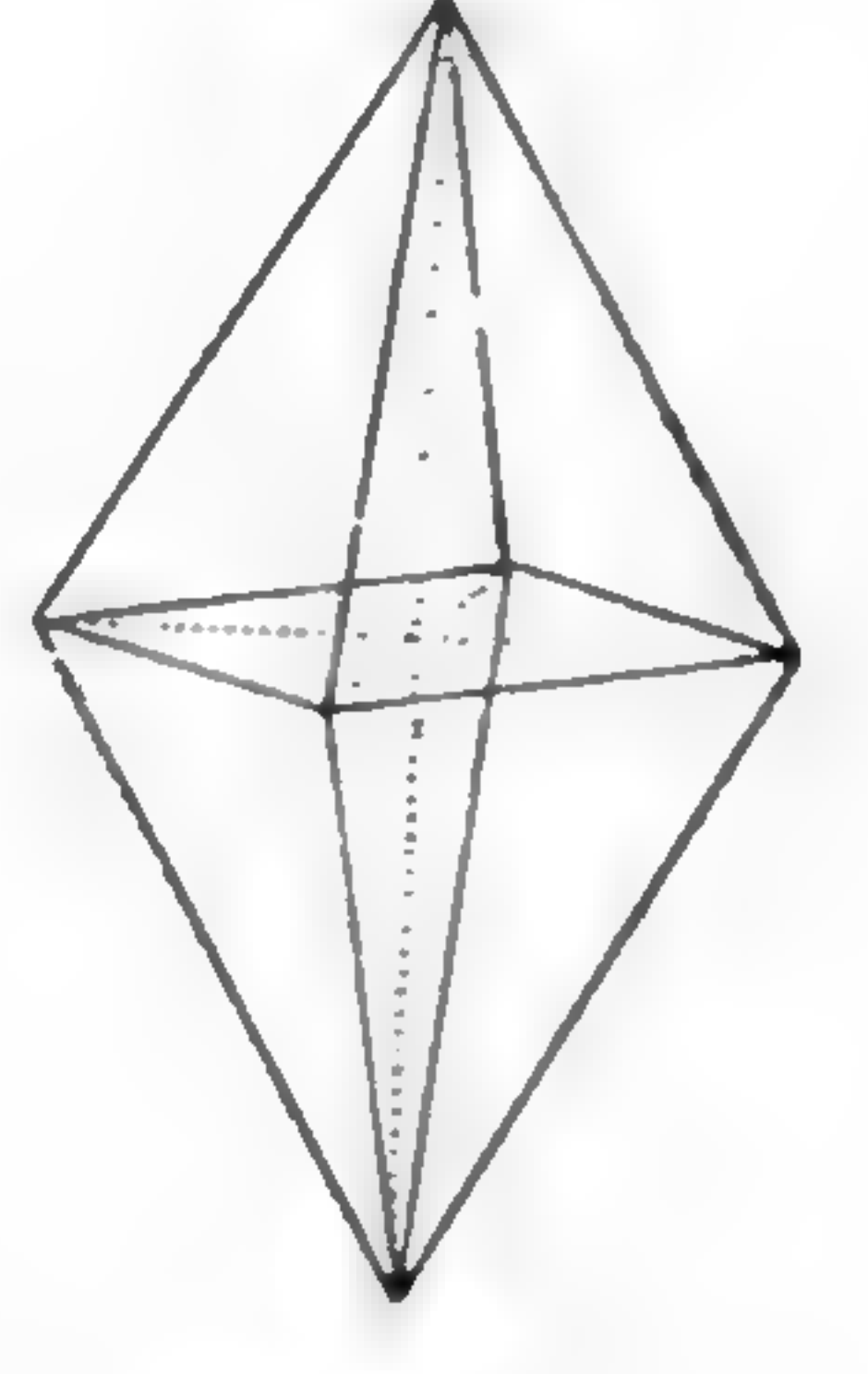
4 వ పటము :  
చతుష్కోణపద్ధతి : ప్రిజ్మ  
(క్వాడ్రాటిక్)



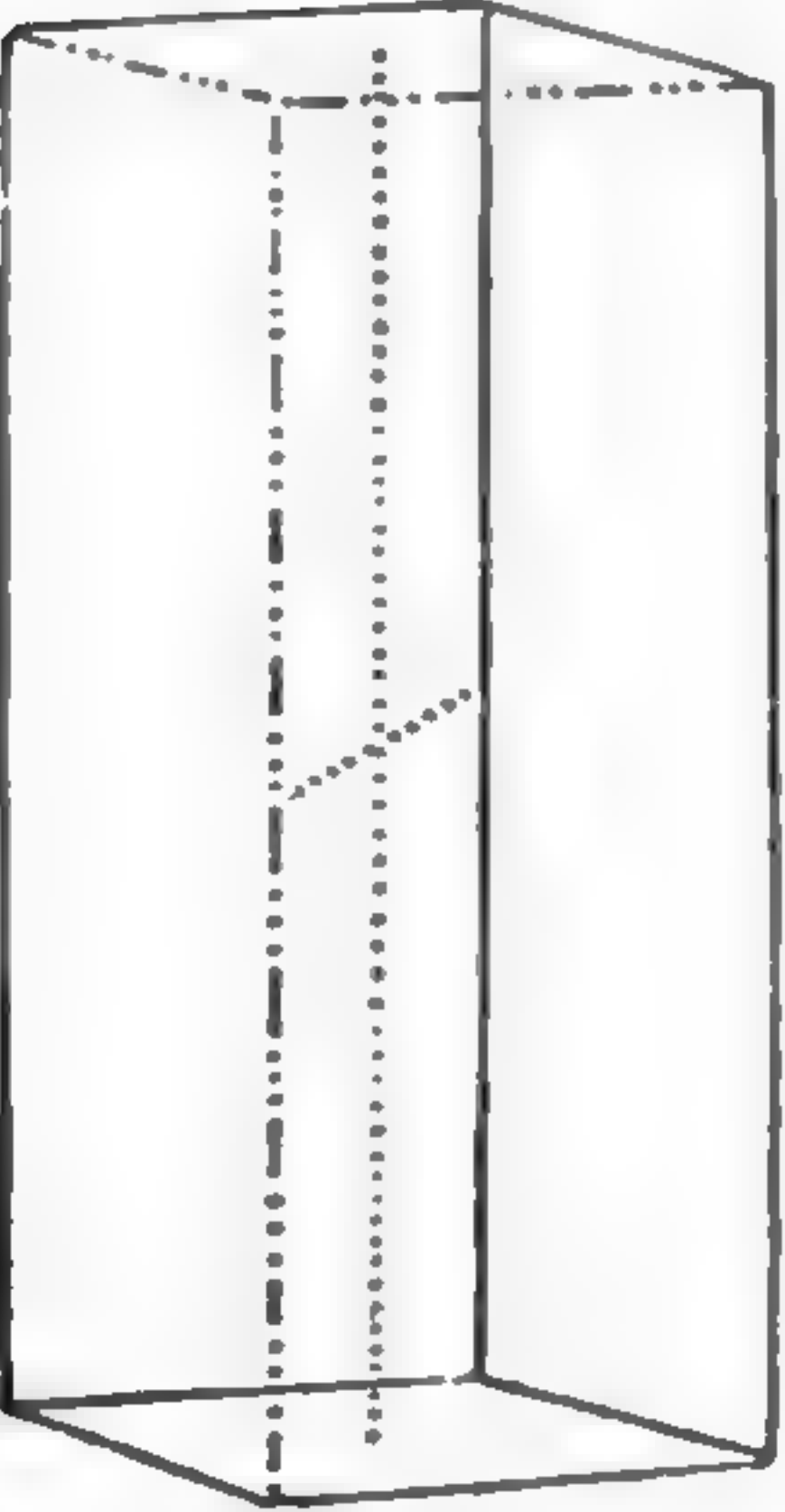
5 వ పటము :  
చతుష్కోణపద్ధతి : అష్టానీకము  
(క్వాడ్రాటిక్)



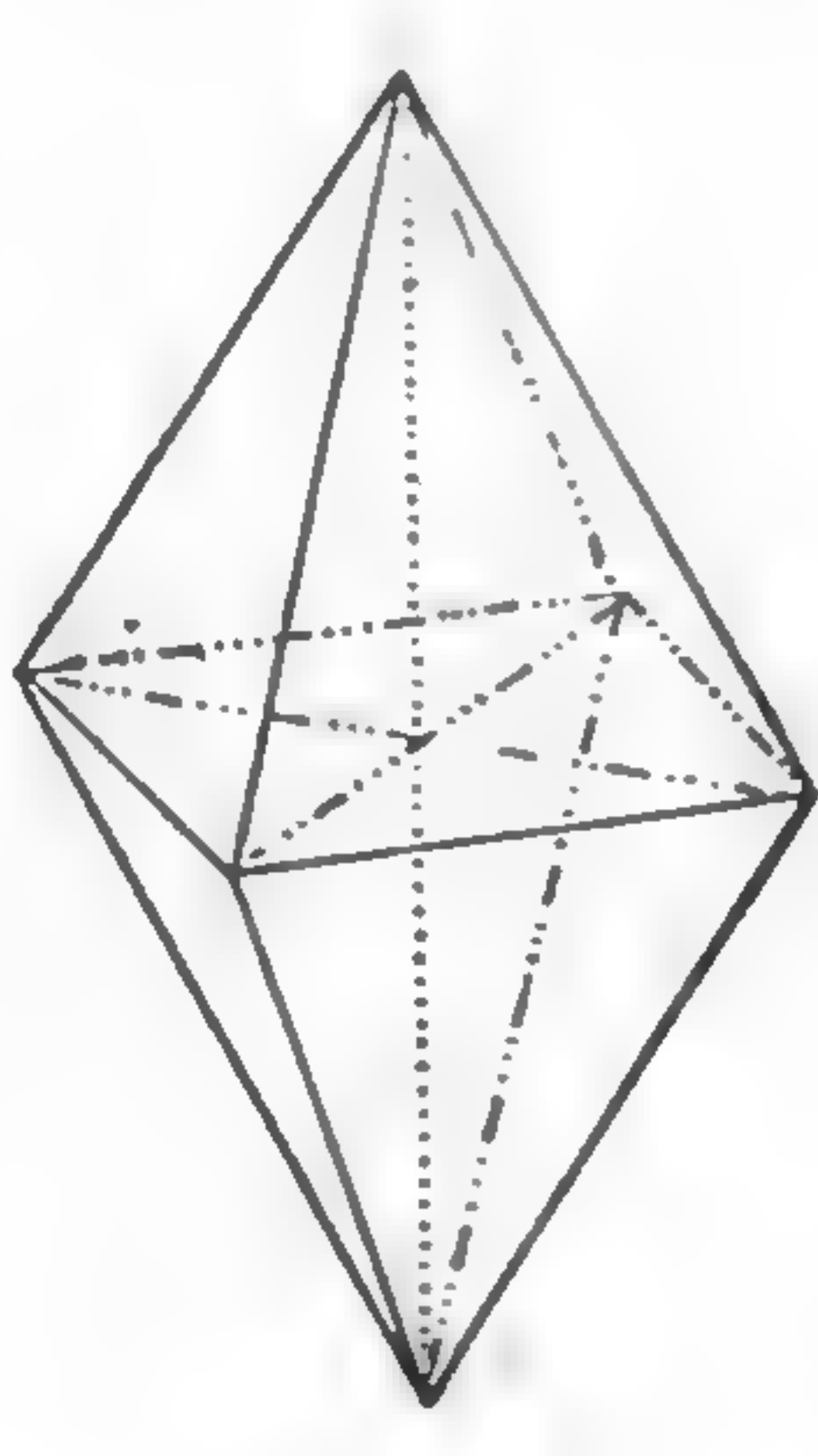
6 వ పటము :  
సమచతుర్భుజపద్ధతి : ప్రిజ్మ  
(రాంబిక్)



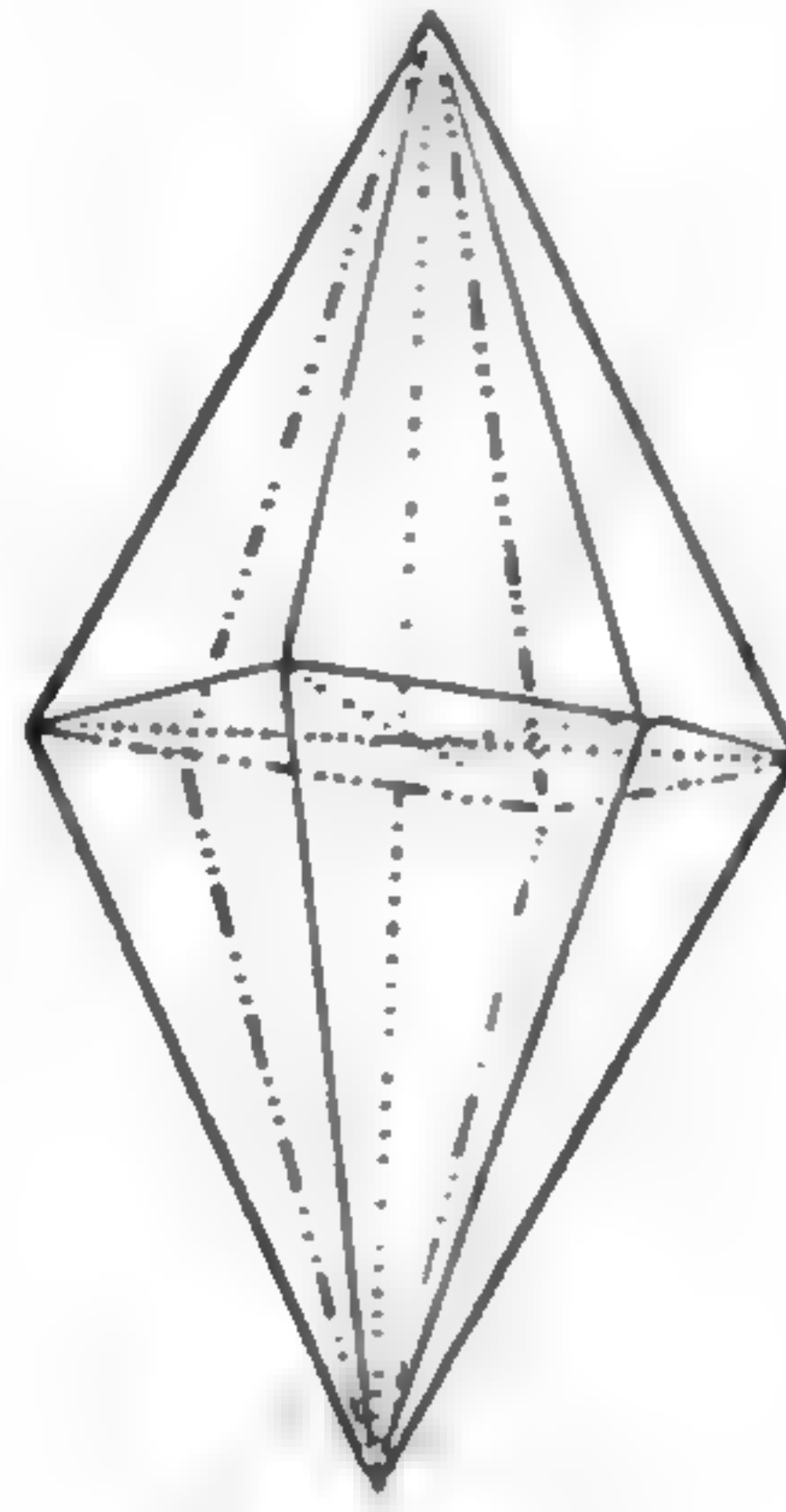
7 వ పటము :  
సమచతుర్భుజపద్ధతి : అష్టానీకము  
(రాంబిక్)



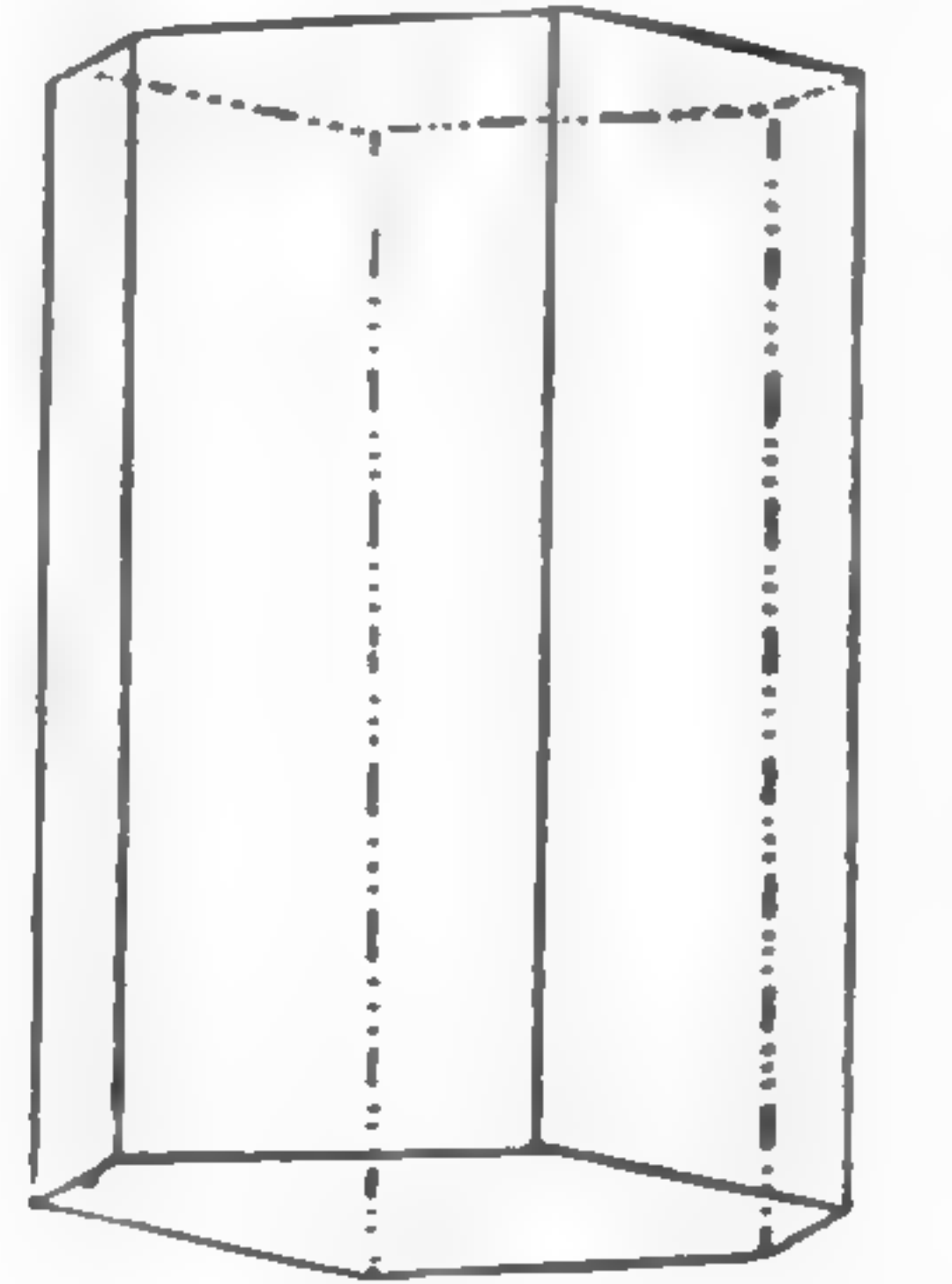
8 వ పటము :  
ఏకనతపద్ధతి : ప్రిజ్మ  
(మోనోక్లినీక్)



9 వ పటము :  
త్రినతపద్ధతి : అష్టానీకము  
(ట్రైక్లినీక్)



10 వ పటము :  
షట్కోణపద్ధతి : ద్వాదశానీకము  
(హెక్సాగోనల్)



11 వ పటము :  
షట్కోణపద్ధతి : ప్రిజ్మ  
(హెక్సాగోనల్)



నేటి యంత్రములన్నిటియందు అభ్యంజనములను విరివిగా వాడుచున్నారు. మే. వ. న.

**స్ఫటికములు (క్రిస్టల్స్) :** సృష్టియందలి సుందరమైన ద్రవ్యములు కఠోపాసకులనేకాక శాస్త్రజ్ఞులనుకూడ ఆకర్షించుననుటకు స్ఫటికములు సాక్షిభూతము అగుచున్నవి. ఖనిజములుగా లభించు కొన్ని ద్రవ్యములందు మనోహరమైన ఆకృతియు, వాని నిర్మాణమునందు సౌష్ఠవము కల విన్యాసమును కన్పించును. సింధుదేశమునందు దొరకెడి రాతిఉప్పు, నల్లశానము (గ్రానైట్) నందు తళతళమెరయుచు తెల్లగా కనుపించెడి కాచమణి (క్వార్ట్జ్) స్ఫటికములను ఇట్టివానికి కొన్ని ఉదాహరణములు. స్ఫటికాకృతిగల ద్రవ్యములందు మిక్కిలివిలువైనవి కూడ కలవు. ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని వజ్రకరూరు, బనగానపల్లి మొదలగు స్థలములందు దొరకు వజ్రములును ; సిమెంటు తయారు చేయుట కుపయోగపడు క్వాలెన్ట్ అను సున్నపు రాళ్లు ; పెన్సిల్వ, మూసలు తయారుచేయుటకు ఉపయోగపడుచున్న గ్రాఫైట్ విలువైన స్ఫటికములకు తార్కాణములు. స్ఫటికముల మనోహరాకృతియు, విలువయును అనేకశాస్త్రజ్ఞుల దృష్టిని ఆకర్షించి వాటిని గూర్చిన విజ్ఞాన కృషికి కారణమైనవి. అందువలన అది ఒక ప్రత్యేక శాస్త్రముగా పరిణతినందినది. వైజ్ఞానికుల అవిరత పరిశోధనలఫలితముగా ఘనద్రవ్యముల స్వరూప స్వభావములు స్పష్టముగా అవగతమైనవి.

స్ఫటికాకృతిగల ద్రవ్యములను, సంతృప్తద్రావణమును చల్లార్చి స్ఫటికీకరించుటవలనగాని, కరగి ద్రవమైన ద్రవ్యమును చల్లార్చుటవలనగాని, ఆవిరిగా మారిన పదార్థమును చల్లార్చిగాని తయారుచేయుటకు వీలగును. ఈపద్ధతులలో అనువైనదానిని ఉపయోగించి కొన్ని సెంటీమీటరుల పరిమాణముగల స్ఫటికములనుకూడ తయారు చేయవచ్చును. స్ఫటికములు కృతకముగా తయారగు విధానమును పరీక్షించితిమేని, ఆ స్ఫటిక ద్రవ్యమందలి పరమాణువులు క్రమముగా అమరి పెద్దపెద్ద స్ఫటికములుగా పరిణమించునని తోచును. ఈ విషయమునే, ప్రత్యక్షప్రమాణముగా కాన్పించనప్పటికిని, మూడువందల ఏండ్ల నుండి వైజ్ఞానికులు దృఢముగానమ్మిరి. ఈనమ్మికతో వారు స్ఫటికముల గూర్చి సేకరించిన విజ్ఞానము 1. వానిని గుర్తించుటకును, 2. వాటిని వర్గములుగా విభజించుటకును, 3. పరమాణు భారనిర్ణయమునకును సహకారియైనది.

ఒకేద్రవ్యపు స్ఫటికములను పెద్ద, చిన్న భేదముతో నిమిత్తములేకుండ గ్రహించి వాని ముఖ్యోపరితలముల మధ్యనున్న కోణములను కొలిచినచో ఒకేరకపుతలముల

మధ్యనున్న కోణములు సమానముగా ఉండును. ఇందు వలన స్ఫటికముల ముఖ్యోపరితలముల మధ్యనుండు కోణములను వాని ముఖ్యలక్షణములలో ఒకటిగా మనము గ్రహించవచ్చును.

ఆకృతి భేదములనుబట్టి స్ఫటికములను ఏడు ముఖ్య విభాగములు చేయుటకు వీలగును :

1. సరళఘనపద్ధతి [(క్యూబిక్), చూ. 1, 2, 3 పటములు.];
2. చతుష్కోణపద్ధతి [(క్వాడ్రాటిక్), చూ. 4, 5 పటములు.];
3. సమచతుర్భుజపద్ధతి [(రాంబిక్), చూ. 6, 7 పటములు.];
4. ఏకనతపద్ధతి [(మోనోక్లినిక్), చూ. 8 వ పటము.];
5. త్రినతపద్ధతి [(ట్రైక్లినిక్), చూ. 9 వ పటము.];
6. షట్కోణపద్ధతి [(హెక్సాగోనల్), చూ. 10, 11 పటములు.];
7. సమచతురస్రపద్ధతి; [(రాంబో హీడ్రన్), చూ. 503 వ పుటలలో నున్న క్వాలెన్ట్ పటము].

పై చెప్పిన స్ఫటికవిభాగములకుచెందిన 7 విధములగు పద్ధతులకు పటములను చూడనగును.

1819 లో మిచర్లిక్ స్ఫటికాకృతిగల సోడియమ్, పొటాసియమ్, అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్, ఆర్సెనేట్ గురించి పరిశోధనల జరుపుచు సరూప స్ఫటికాకృతిగల ద్రవ్యములందు పరమాణువుల రచనా సంవిధానము ఒకే రీతిగ ఉండునని చెప్పెను. ఈ పరిశోధనల వలన తేలిన అంశమును ఆయన 'సరూపస్ఫటికాకృతిగల వేర్వేరు ద్రవ్యములయందు సమానసంఖ్యగల పరమాణువులు ఒకేరీతిని అమరియుండును' అను సామాన్య సూత్రముగా నిర్వచించెను. ఈసూత్రము కొన్ని మూలద్రవ్యముల సందర్భమునందు పరమాణుభార నిర్ణయమునకు తోడై రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులకు ఉపకరించినది.

డ్యూమా వెండి (సిల్వర్) పరమాణుభారమును సరిదిద్దుటకు ఈ నియమమును ఉపయోగించెను. సిల్వర్ సల్ఫైడ్ యును, కాపర్ సల్ఫైడ్ యును ఒకేస్ఫటికాకృతి కలిగి ఉన్నట్లు వాని కోణములవలనను, రూపములవలనను రుజువగును. అందువలన కాపర్ సల్ఫైడ్ సాంకేతికము  $Cu_2S$  అయినచో, సిల్వర్ సల్ఫైడ్ సాంకేతికము  $Ag_2S$  కావలెను. ఈనియమమువలన ఒక సల్ఫర్ (గంధక) పరమాణువుతో, రెండు వెండిపరమాణువులు సంయోగించునని సులువుగా భావించవచ్చును.

స్ఫటికములందున్న పరమాణువులు వరుసలో అమరి యున్నవని లవే X - కిరణ పరిశోధనవలన ప్రయోగ మూలముగా 1912 లో గ్రహించుటకు వీలైనది. [చూ. ఎక్స్ (X) కిరణములు : స్ఫటికరచన - పు. 222]



## హంఫ్రీడేవీ

X - కిరణపరిశోధనవలన ద్రవ్యములు ఒకేస్పటికాకారమును కలిగియుండుటకు వాటిలోనున్న స్పటికఘటకముల పరిమాణసాదృశ్యము కారణమని తేలినది. అందువలననే వేర్వేరు యోజనీయతలుకల సోడియమ్ నైట్రేట్,  $\text{NaNO}_3$ , కాల్షియమ్ కార్బోనేట్ :  $\text{CaCO}_3$  లవణములు రెండును ఒకే స్పటికాకృతి కలిగియున్నవి.

గేలుసాక్ పొటాసియమ్ పటికముక్కును అమోనియా పటికద్రావణములో వైచినప్పుడు క్రమముగా అది పెద్దది అగునని కనిపెట్టెను. పొటాసియమ్ పటికలో నున్న అణువుల కూర్పును ఆధారము చేసికొని అట్టి అణువుల కూర్పు కల అమోనియా పటిక దానిపై ఏర్పడును. సరూపస్పటికాకృతిగల రెండు ద్రవ్యములలో ఏదైనను తక్కిన ద్రవ్యసంతృప్తద్రావణమునందు వృద్ధినందునని ఈ ప్రయోగము నిరూపించును. ఈ స్వభావము సరూపస్పటికాకృతిగల పదార్థముల ముఖ్యస్వభావముగా నేడు తలచుచున్నారు. హ. ఆ. నే.

హంఫ్రీడేవీ (1778 - 1829): ఇంగ్లీషు రాసాయనికుడు. ఔషధరాసాయనిక శాస్త్రమును అభ్యసించి వైద్యవృత్తిని అవలంబించెను. 1799 లో నైట్రస్ ఆక్సైడ్ ను గూర్చిపరిశోధనలు చేసి దాని యందు శామక గుణమును కనుగొనెను. ఈ కృషి ఫలితముగ డేవీకిరాయల్ ఫిలసాఫికల్ ఇన్ స్టిట్యూషన్ లో ఉద్యోగము లభించెను.



హంఫ్రీడేవీ

‘డేవీ రక్షక దీపము’ అని వ్యవహరింపబడు సాధనమును హంఫ్రీడేవీ నిర్మించెను. గనులలో తరచు సంభవించు విదారుణ ప్రమాదములు జరుగకుండ ఈ సాధనము గని కార్మికుల పాలిట ప్రాణప్రదమైనది. డేవీ పరిశోధనాకృషి ఫలితముగ సోడియమ్, ప్లాస్టియమ్ మూలద్రవ్యముల ఉనికి ప్రపంచమునకు మొట్టమొదట తెలిసినది. \* \* \*

హాఫ్ మాన్ విధానము : చూ. అణుభార నిర్ణయము పు. 128.

హాఫ్నియమ్ : ఇది రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 72; సంకేతము Hf; పరమాణుభారము

178.5; విశిష్టగురుత్వము 13.09; ద్రవాంకము  $2200^\circ\text{C}$ , క్వథనాంకము  $5400^\circ\text{C}$ . దీని ఉనికిని కాస్టర్, హేవిసే కనుగొన్నారు (చూ. పైటానియమ్ వర్గము - పు. 353).

హీలియమ్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 2; సంకేతము He; పరమాణు భారము 4.003; విశిష్టగురుత్వము 0.000166; ద్రవాంకము  $-271.4^\circ\text{C}$  (80 వాతావరణలవద్ద); క్వథనాంకము  $-268.93^\circ\text{C}$ . దీని ఉనికిని 1818 లో రాష్టి, క్లీవ్; 1868 లో నార్మన్ లాక్ యర్, 1895 లో పియర్ జూల్స్, సీడర్ జాన్సన్ కనుగొనిరి. \* \* \*

హెర్ట్స్, గస్టావ్ (1887 - 1950): జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. ఈయన హెన్రిక్ రుడోల్ఫ్ హెర్ట్స్ సోదరుని పుత్రుడు. గాటింగన్, మ్యూనిక్, బెర్లిన్ యూనివర్సిటీలలో చదువుకొని మొదట హేల్ యూనివర్సిటీయందు, తరువాత బెర్లిన్ లోను ఆచార్యత్వమును నెరపి తుదకు సీమెన్స్ కంపెనీవారి నూతనాన్వేషణశాఖకు డైరెక్టరుగా నియమితుడు అయ్యెను. 1925 లో ఫ్రాంక్ తో కూడ ఈయనకు నోబెల్ బహుమానము పంచబడినది. ఈ బహుమానము ఈయనకు పరమాణువులపై ఎలక్ట్రాన్ల ఆఘాతముల వలన కలుగు ఫలముల ననుశీలించినందుకై ఈయ బడినది. జి. సు. రె.

హెర్ట్స్, హెన్రిక్ (1857 - 1894): జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. 1880 లో హెల్మ్ హోల్ట్స్ కు సహాయకుడుగా పనిచేసెను. జాన్ యూనివర్సిటీ యందు క్లాసియన్ ఆచార్యుడు విడిచిపెట్టిన ఆచార్యపీఠమును ఈయన అధిష్టించెను. హెర్ట్స్ తరంగములని పిలువబడు రేడియో తరంగములను ఆవిష్కరించినవాడు ఈయనే. ఈ తరంగముల ఉనికిని మాక్స్ వెల్ అంతకుపూర్వమే సిద్ధాంత రీత్యా నిర్దేశించగలిగెను. పరావర్తన, వక్రీభవన, ద్రువీభవన ధర్మములయందు ఈ తరంగములు కాంతితరంగములవలెనే ప్రవర్తించునని నిరూపించి, కాంతి విద్యుదయస్కాంత కిరణమును మాక్స్ వెల్ భావమును రుజువు చేసెను. జి. సి. రా.

హెర్మెన్ స్టాడింగర్ (జననము 1881): జర్మను రాసాయనికుడు జర్మనీలో వర్మెన్ వద్ద జననము. హేల్ లో డాక్టరేట్ బిరుదమును సంపాదించి, స్ట్రాజ్ బుర్గ్, కార్ల్స్ రూహ, జూరిక్ యూనివర్సిటీలలో పనిచేసెను. తరువాత ఫ్రెయ్ బుర్గ్ యూనివర్సిటీయందు రాసాయనిక శాస్త్ర ఆచార్యపీఠమును అలంకరించెను. ఇచ్చట చివరకు ఇతడు స్థూలాణు రాసాయనిక శాస్త్ర (మాక్రో - మోల్ క్యులర్ కెమిస్ట్రీ) శాఖకు దర్శకుడుగా ఉన్నరోజులలో అతి స్వల్ప



పరిమాణములు గల అణువులు కేవల భౌతిక సంఘాతము వలన గాక, సాక్షాద్రాసాయనిక సంయోగమువలన బహ్వాణుకములగు గుణితాంగరూపముల (పోలిమర్స్) ను ఇచ్చునని నిరూపించెను. ఈ విధానమున అతిదీర్ఘ రేఖాకార అణువులను సంయోజన పద్ధతిని సృజించ వచ్చునని ప్రయోగ విశదము గావించెను. ఈ తేత్రములందు ఈతని ప్రముఖ నిర్వహణ అతిక్లిష్టమగు గుణితాంగరూప ద్రవ్యముల స్నిగ్ధత (విస్కాసిటీ)కును వాటి అణుభారములకును గల సన్నిహిత సంబంధమును వెల్లడిపరచుట. ఈ శాస్త్రశ్రమకై ఈతనికి 1958 లో నోబెల్ బహుమతి లభ్యమైనది. మే. ప. స.

హెల్మ్ హెల్ట్స్, హెర్మన్ లుడ్విగ్ (1821 - 1894): జర్మను శారీరక శాస్త్రవేత్త, భౌతికవిజ్ఞాని. బెర్లిన్ లో చదువుకొని 1848 లో అకాడెమీ ఆఫ్ సైన్స్ ఆర్ట్స్ (లలితకళాపరిషత్తు) లో శారీరకరచన (అనాటమీ) ఆచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. నాటి శాస్త్రజ్ఞులొకమునకు నేతృత్వపదవిని అలంకరించిన జ్ఞానవీరులలో ఈయన ప్రథముడు. విద్యుత్ ప్రవాహశీఘ్రతను కొలుచుటకు గాల్వనీ మీటరును, ధ్వనిని అధికీకరించుటకు ఒక అనునదకము (రెజొనేటర్) ను నూతనముగా నిర్మించెను. తాపము, ఇతర శక్తులమధ్య జరుగు పరస్పర వినిమయ సంఘటనలకు అన్వయించు నియమములను క్రోడీకరించియు, క్రియాశీల శక్తి (ఫ్రీ ఎనర్జీ) భావమును ప్రవేశపెట్టియు, శక్తి శాస్త్రమును సృజించెను. చాక్లెట్ శాస్త్రమునందు, ధ్వనిశాస్త్రమందు నరముల ప్రవృత్త్యనుశీలనమునకు భౌతిక శాస్త్ర పద్ధతులను అన్వయింప చేయుటయందు, విద్యుత్ రంగమందు, గతిశాస్త్రమందు, ఇది అది అననేల ఈయన తడవనివి, పెంపొందించనివి శాస్త్రశాఖ లేవియును లేవు. జ్ఞానోపలబ్ధిమీమాంస (ఎపిస్టిమోలోజీ)లో, జ్ఞానమంతయు అనుభవజన్యమేకాని అంతఃకరణ సహజము కాదని ఈయన విశ్వాసము. కె. గె.

హెస్, విక్టర్ (జననము 1883): ఆస్ట్రీయా-యునైటెడ్ కింగ్ డొమిన్యోన్ భౌతికవిజ్ఞాని. గ్రాజ్ యూనివర్సిటీలో విద్యను అభ్యసించి, అనేకస్థలముల ఉపాధ్యాయోద్యోగములను నెరవినతరువాత న్యూయార్క్ లో ఫార్డమ్ యూనివర్సిటీయందు 1938 లో భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. ఒక గ్రాము రేడియమ్ నుండి నియత కాలములో విడుదలయగు ఆల్ఫా కణములను, ఆర్. డబ్ల్యు. లాసన్ తో కూడ పనిచేసి లెక్కించగలిగెను. విశ్వకిరణానుశీలనకు కడంగినవారలలో ఈయన మొదటివాడు. విశ్వకిరణములను గురించిన పరిశోధనలకు, ఈయనకు 1936 లో

సి. డి. ఆండర్సన్ (చూ. పు. 182) తోపాటు నోబెల్ బహుమానము పంచబడినది. కె. ల.

హేరోద్ స్కీ, జారోస్లావ్ (జననము 1890): బెకోస్లావేకియా రాసాయనికుడు. ప్రాగ్ లోను, లండన్ లోను విద్యను అభ్యసించి రెండవచోట ఎఫ్. జి. డోనన్ శిష్యుడుగా పనిచేసి మొదటి ప్రపంచ సంగ్రామ కాలమున ప్రాగ్ తిరిగి చేరుకొనెను. అచ్చటనే క్రమముగా భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రాచార్య పీఠమును అధిష్టించెను. ఈతని ఇచ్చటి పరిశోధన ఫలమే పోలారి గ్రఫీ అను ఒక నూతన పారిమాణిక రాసాయనిక విశ్లేషణసాధనము యొక్క నిర్మాణము (1925). 1959 సంవత్సరాంతమునకు ఒక పదివేలకుతక్కువ కాకుండ ఈ సాధనము యొక్క సఫలతపై పరిశోధన పత్రములు వెలుగుచూచినవను భూతార్థము ఈసాధనముయొక్క అత్యద్భుతసార్థకతను సూచించును. ఇందుకై ఇతనికి 1959 లో నోబెల్ బహుమానము వితరించబడినది. మే. ప. స.

హేలోజన్ వర్గము : ప్లోరిన్, క్లోరిన్, బ్రోమిన్, అయిడిన్ అను నాలుగు మూలద్రవ్యములకును 'హేలోజన్లు' అని పేరు. ఇవి మూలద్రవ్య ఆవర్తక్రమమున ఏడవకుటుంబమునందు ఉన్నవి; ఆధాతువులందు మొదటి కుటుంబముగా భావింపనగును. అందాదర్శప్రాయమగు క్లోరిన్ సోడియమ్ తో సంయోగము చెందినపుడు సాధారణమైన ఉప్పు లభించును. అందువలన క్లోరిన్ కుటుంబమునకు చెందిన ఈ నాలుగు మూలద్రవ్యములకును 'ఉప్పుతయారగుటకు కారణభూతములు' అను అర్థమిచ్చు 'హేలోజన్లు' అను గ్రీక్ భాషాజన్య పదమును వాడుచున్నారు.

హేలోజన్ల భౌతిక, రాసాయనిక గుణములను ప్లోరిన్ నుండి అయిడిన్ వరకును వరుసగా గమనించినచో ఒక మాదిరి అవరోహణక్రమము కనుపించును. దానిని ప్రక్కపుటలోని పట్టికలో కననగును. వీని పరమాణుభారము, సాంద్రతయు పొచ్చినకొలది వాటి భౌతికస్థితి కూడ మారును. పరమాణుభారము తక్కువగాకల ప్లోరిన్, క్లోరిన్ వాయుస్థితిలోను, అంతకంటె పరమాణుభారము ఎక్కువ గల బ్రోమిన్ ద్రవరూపమునందును, అయిడిన్ ఘనరూపమునందును, సామాన్యముగా ఉండును.

ఈనాలుగు మూలద్రవ్యములును హైడ్రోజన్ తో కలిసి యోగికములను ఇచ్చును. అవి ఏర్పడుటలో హేలోజన్లు చూపు సంసిద్ధత ప్లోరిన్ నుండి అయిడిన్ వరకు క్రమేణ తగ్గును. వానినన్నిటిని 'హైడ్రోజన్ హైలైడ్'లు అనవచ్చును. హైడ్రోజన్ హైలైడ్లు అన్నియు రంగులేని



## హైగెన్స్, క్రిష్టియన్

ద్రవ్యములు. సామాన్యముగా పాయురూపమున ఉండును. అతితక్కువ తాపక్రమములయందు ద్రవరూపముగాను, స్పటికములుగాను కూడ మారును. ద్రవరూపమునందున్న హైడ్రోజన్ పేలైడ్లు విద్యుత్ ప్రవాహమును వహింప

అతి అధికీకరణ సామర్థ్యము గల దూరదర్శనులను నిర్మించి శనిగ్రహమును చుట్టియుండువలయమును మొట్ట మొదట కనుగొనినాడు. యోగిల్ లోలకమును గడియా రపు నిర్మాణమందు ప్రయోగించినవాడు హైగెన్స్. అతి

| గుణములు   | ఫ్లోరిన్ [F]         | క్లోరిన్ [Cl] | బ్రోమిన్ [Br] | అయిడిన్ [I]     |
|---|----------------------|---------------|---------------|-----------------|
| వరమాణుభారము   | 19                   | 35.5          | 80            | 127             |
| రంగు  | లేవహరితవర్ణము        | హరితవర్ణము    | ముదురుఎరుపు   | నలుపుస్పటికములు |
| అబ్సల్యూట్ మానములో ద్రవరూపముగా మార్పు తాపక్రమము     | 40                   | 172.2         | 265.9         | 386.6           |
| అబ్సల్యూట్ మానములో పాయురూపముగా మార్పు తాపక్రమము     | 86                   | 288.6         | 331.9         | 45.6            |
| ద్రవరూపముయొక్క తారతమ్యసాంద్రత మంచునీటియందు ద్రావ్యత | 1.108                | 1.55          | 3.19          | 4.9             |
|   | నీటిని విశ్లేషించును | 14.6          | 41.5          | 0.162           |
|   |                      | వెయ్యిపాళ్లలో | వెయ్యిపాళ్లలో | వెయ్యిపాళ్లలో   |

లేవు; కాని అవన్నియు నీటిలో విరివిగా కరగును. ఆ ద్రావణములు అన్నియు విద్యుత్ ప్రసారమును అడ్డులేక పోనిచ్చును, ఇవి నీటిలో విరివిగా కరగు స్వభావముకలవి అగుటచేత తడిగాలితో కలిపినప్పుడు పొగచిమ్మును. ఈ ద్రావణములు అత్యంత శక్తిమంతమైన ఆమ్లములు.

ఆ ఆమ్లములవలన ఏర్పడు లవణములకు పేలైడ్లు అనిపేరు. వీనిగుణములందుకూడ సారూప్యము క్రమ భేదము గోచరించును. సిల్వర్ ఫ్లోరైడ్ నీళ్లలో కరగును. సిల్వర్ క్లోరైడ్ తెల్లగా ఉండును. నీటిలోను, నైట్రిక్ ఆసిడ్ నందును కరుగదు. అమోనియాలో స్వల్పముగా కరగును. సిల్వర్ అయిడైడ్ పసుపురంగుగా ఉండును. నీటిలోను, నైట్రిక్ ఆసిడ్ నందును, అమోనియాలోను కరగదు. ఇట్లే కాల్షియమ్ పేలైడ్ల గుణములను పరిశీలించినచో ఫ్లోరైడ్ నీటిలో ద్రావణముకాదు. కాని తక్కిన పేలైడ్లు క్లోరైడ్, బ్రోమైడ్, అయిడైడ్ విరివిగా నీటిలో కరగును. దానిని తక్కిన పేలైడ్లతో సరిపోల్చి చూచిన ఫ్లోరిన్ కొన్ని విలక్షణ గుణముల చూపును. (చూ. అయిడిన్ - పు. 152, క్లోరిన్ - పు. 308, ఫ్లోరిన్ - పు. 493, బ్రోమిన్ - పు. 517). సి. వి. రా.

హైగెన్స్, క్రిష్టియన్ (1629 - 1695): డచ్ విజ్ఞాని. గణితమునందు, భౌతికశాస్త్రమునందు, ఖగోళవిజ్ఞానము నందు హైగెన్స్ ప్రఖ్యాతి గడించినాడు. కాంతితరంగముల ధ్రువీకరణమును ఆవిష్కరించి తాను ప్రతిపాదించిన కాంతి తరంగసిద్ధాంతమును రుజువుచేయుటకు ఈతర్ అను ఊహా యానకమును ఊహించి నామకరణము చేసెను.

సూక్ష్మదూరములను కొలుచుటకనువుగా మైక్రోమీటరు అను సునిశితపరికరమును నిర్మించిన వాడితడే.

ది పేగ్ (హాలండ్) నగరమునజన్మించి, కవి, పండితుడు అయిన అతనితండ్రి కాన్స్టాంట్ జిన్ హైగెన్స్ వద్ద ప్రారంభవిద్యను అభ్యసించి, లేడెన్, బ్రికా పట్టణములందు న్యాయ, గణిత శాస్త్రములందు ఉన్నతవిద్యను అభ్యసించెను. 1683 లో రాయల్ సొసైటీ (ఇంగ్లండు) సభ్యత్వము హైగెన్స్ కు లభించినది. 1686 నుండి 1681 వరకు ఫ్రెంచ్ రాజు 14 వ లూయీ ఆహ్వానముపై పారిస్ నగరమున తనపరిశోధనలను సాగించెను. కె. గె.

హైడ్రాక్సిలిక్ ఆసిడ్లు : చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 275.

హైడ్రోకార్బన్లు (ఆలిఫాటిక్): ఇందు వివృత శృంఖల యోగికములు - సంతృప్త పారఫిన్లు అను వాటిని గూర్చి మొదట చర్చింతము. ఈ వర్గమునకు చెందిన యోగికముల సామాన్య సాంకేతికము  $C_n H_{2n+2}$  అగును. ఈ యోగికముల నుండి వ్యుత్పన్నమైన ఆమ్లములు క్రొవ్యులలోను, నూనెలలోను ఉండుటచే వీటికి ఆలిఫాటిక్ [(Fat = క్రొవ్యు) తైలసావర్గ్య] యోగికములని కూడ పేరుకలదు. ఈ వర్గమునకుచెందిన యోగికముల సాంకేతికము  $(C_n H_{2n+2})$  నుండి ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును తొలగించగా లభ్యమగు పరమాణుకూటము  $(C_n H_{2n+1})$  నకు ఆల్కిల్ గణమని పేరు. ఈ దృష్టిలో పారిఫిన్ హైడ్రో కార్బన్లు అన్నియు, ఆల్కిల్ గణములు హైడ్రోజన్ తో సంయోగించగా వచ్చిన యోగికములని





(a) గంధకపు అణువు.

(b) 1 : 2-డైబ్రోమో - 4 : 6 డైక్లోరో - సైక్లోహెక్సేన్.

(c) డెక్జావర్ స్యూరీన్ 4 B

(d) టెరియన్ పర్పల్



Blank Page



నీరూపించవచ్చును. ఈ అర్థములో ఫారఫిన్ లకు ఆల్కేన్ లు అను పేరు కూడ కలదు.

ఫారఫిన్ లలో మొదటిది మీతేన్ ( $\text{CH}_4$ ). ఈ వర్గము లోని తక్కిన యాగికములన్నియు మీతేన్ వ్యుత్పన్నము లైనట్లు చూపవచ్చును.

మీతేన్: ప్రకృతియందు జలప్రాయ ప్రదేశములలో క్రుక్కుచున్న వృక్షద్రవ్యములనుండి మీతేన్ వ్యుత్పన్నము అగును. అందువలన దీనికి మార్ష్ గాస్ (అనగా మురుగు నీటితో కలిసియున్న ఆవప్రదేశము) అనిపేరు. ఇది మురుగు కాలువలనుండియు, నేలబొగ్గుగనులలోను, రాతినూనె గనులలోను ఉత్పన్నమగును.

తయారుచేయు విధానములు: 1. సోడియమ్ ఆసిటేట్ + సోడాలైమ్ (సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ + పొడి సున్నము) మిశ్రమును రాగిపాత్రలో వేడిచేయుట:



2. ఆల్కహాల్ లో కరగించిన మెథిల్ అయిడైడ్ పై జింకు + రాగి జంటధాతువులచర్యవలన, కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములో ఉంచిన జింకుముక్కలపై రాగి అవక్షేపించును. అవక్షేపపుపొరఉన్న ఈ ముక్కలను ద్రావణము నుండి వైకితీసి జలముతో శుద్ధముగాకడిగి వాడవలయును. ఈధాతుద్రవ్యము ఆల్కహాల్ నుండి ఉత్తేజితప్రాడ్రోజన్ ని జనింపజేసి మెథిల్ అయిడైడ్ ను ఆక్సిహరించి మీతేన్ వచ్చునట్లు చేయును:



3. మగ్నీషియమ్ మెథిల్ అయిడైడ్ పై నీటిచర్య వలన: (చూ. మగ్నీషియమ్: కార్బన్ మగ్నీషియమ్ యాగికములు - పు. 529).

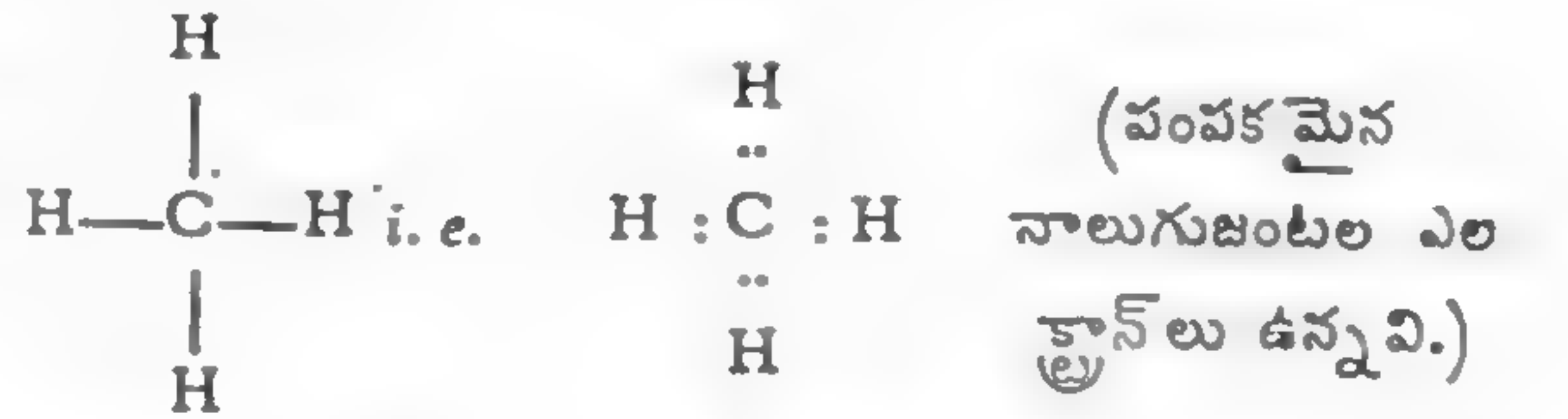


ఈ వైవిధానములచే ఏ ఫారఫిన్ ప్రాథమిక కార్బన్ వైనను తయారుచేయవచ్చును. వీటికి సామాన్య విధానము లని పేరు. ఇవికాక మీతేన్ ను విశిష్టవిధానము వలనకూడ పడయవచ్చును. అల్యూమినియము కార్బైడ్ ను నీటితో చేర్చినపుడు మీతేన్, అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ ఏర్పడును:



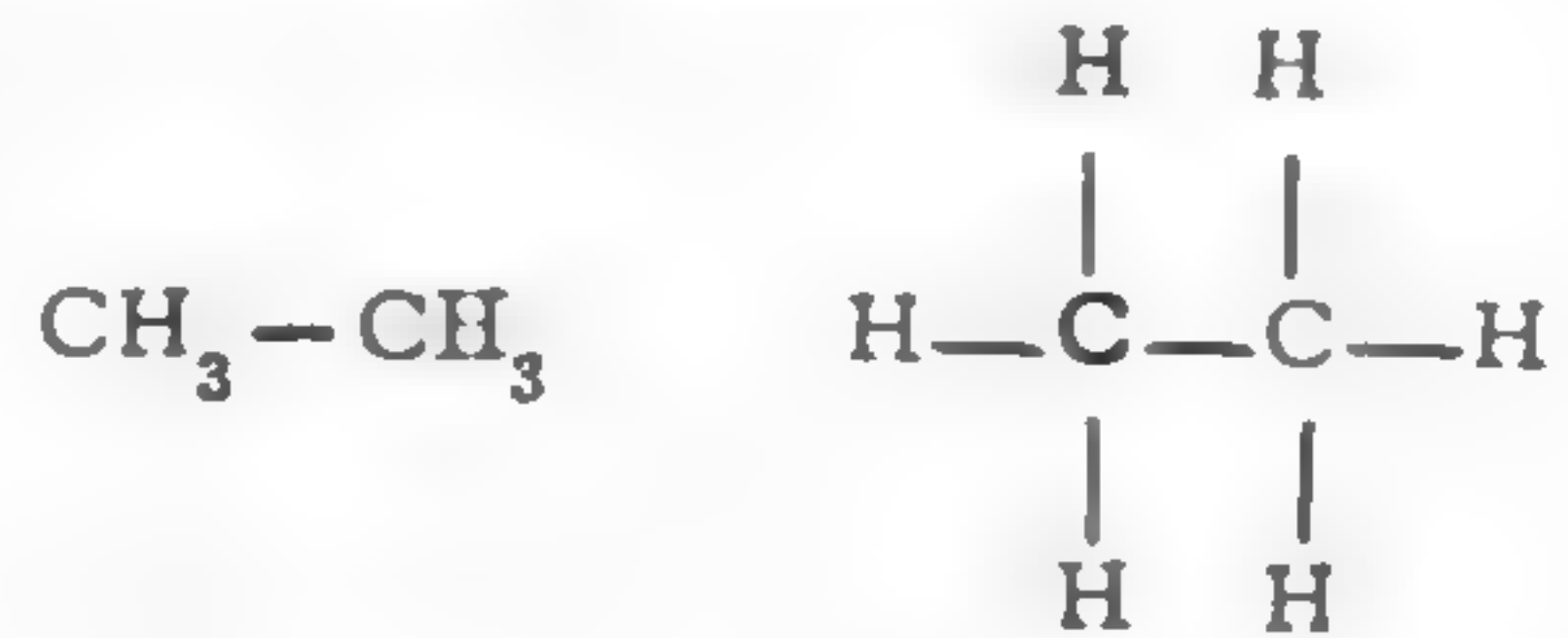
ధర్మములు: సామాన్యతాపక్రమమువద్ద ఇది వాయువు; రంగు, వాసన లేనిది. ఉచితోపాయములచే దీనిని ద్రవీభ వించవచ్చును. క్వథనాంకము  $-164^\circ\text{C}$ ; నీటిలో కరగదు; గాలిలో మండును. తక్కిన ఫారఫిన్ లవలె ఇది

కూడ రాసాయనికముగా చురుకైనదికాదు. గాఢాప్లము లకు లొంగదు. ఫ్లోరీన్, క్లోరీన్, బ్రోమీన్ లతో సంయోగించి, తదనుగుణములగు హేలోజన్ యాగికములను ఇచ్చును. తారతమ్యసాంద్రత, శాతసంఘట్టనము, ఈ రెండింటి నుపయోగించి సాంకేతికము  $\text{CH}_4$  అని నిర్ణయించ వచ్చును. (చూ. అణురచన - పు. 136). దీని రచనా సాంకేతికము:

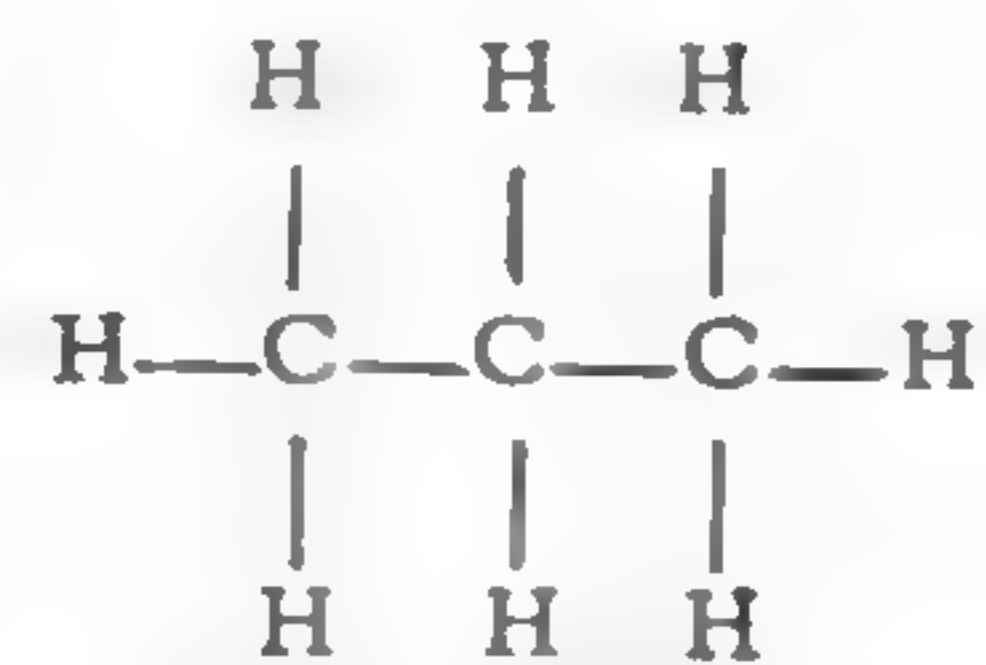


ఎతేన్ ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ): మీతేన్ వలె ఎతేన్ ను కూడ మూడు సామాన్య విధానములలో తయారు చేయవచ్చును.

ఎతేన్ గుణములు: సాధారణముగా వాయు స్థితిలో ఉండును. మీతేన్ వలె ఇదికూడ జ్వలనశీలము. గాలిలో కలిసి ఇదికూడ ప్రేలేడిమిశ్రములను ఇచ్చును. క్లోరీన్ తో భిన్నయాగికములు ఏర్పడును. దీని రచనా సాంకేతికము, రచనా విధానమువల్ల తెలిసినది.



ప్రాపేన్ ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ): పై విధానముల వలన తయారు చేయవచ్చును. దీని రచనావిధానమువలన నిర్ణీతమైన సాంకేతికము:



ఇదికూడ వాయువే. ఫారఫిన్ లయొక్క సామాన్య ధర్మములనన్నిటిని చూపును.

బూటేన్ - ఐసోబూటేన్ ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ): వీటిలో నార్మల్ (సరళ సృంఖలిత) బూటేన్ ( $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3$ ) ను ఎతిల్ అయిడైడ్ పై జింకు చర్యవలనను, ఐసోబూటేన్ ను ( $\text{CH}_3\text{CH} - \text{H}_3$ ) టెర్షియరీబూటైల్ అయి

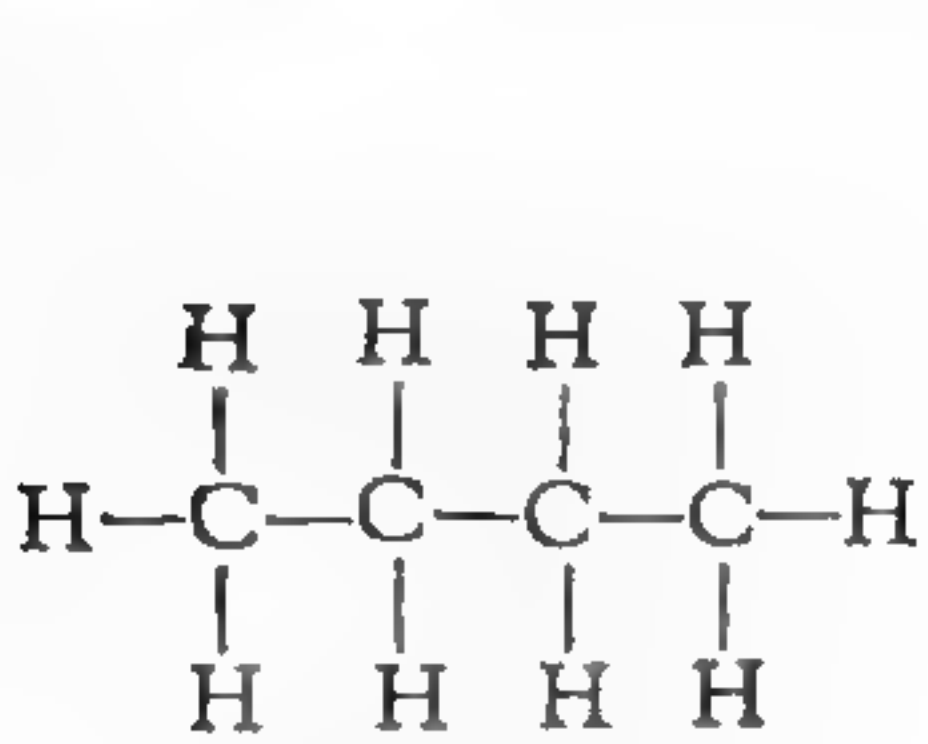


డైడ్ ను ఆక్సిహరించుట వలనను, తయారుచేయవచ్చును. ఈ రెండుబూటేన్ లకును సాంకేతికము ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) ఒక్కటే.



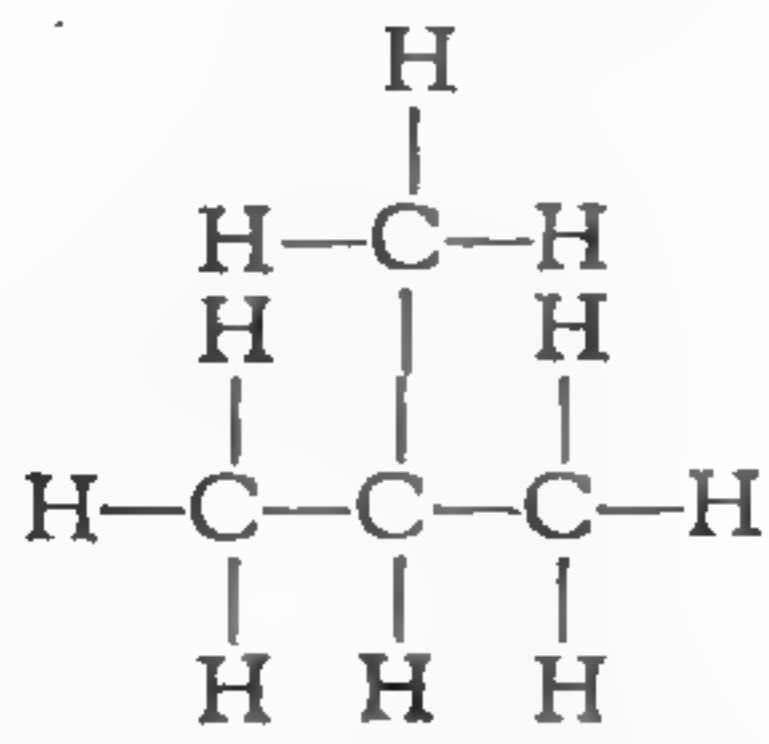
## హైడ్రోకార్బన్లు

కాని వీటికి కొన్ని రాసాయనిక, భౌతిక ధర్మములలో భేదములు కలవు.



నార్మల్ బూటేన్

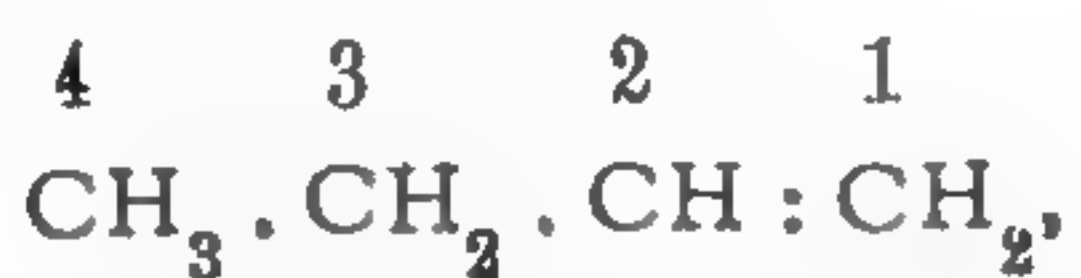
క్వథనాంకము =  $-1^{\circ}$



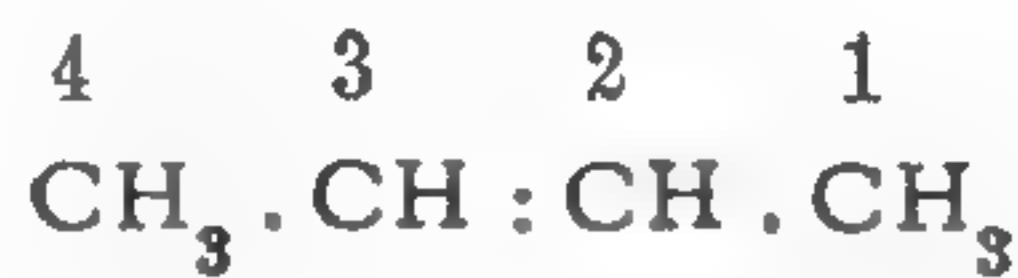
ఐసోబూటేన్

క్వథనాంకము =  $-10^{\circ}$

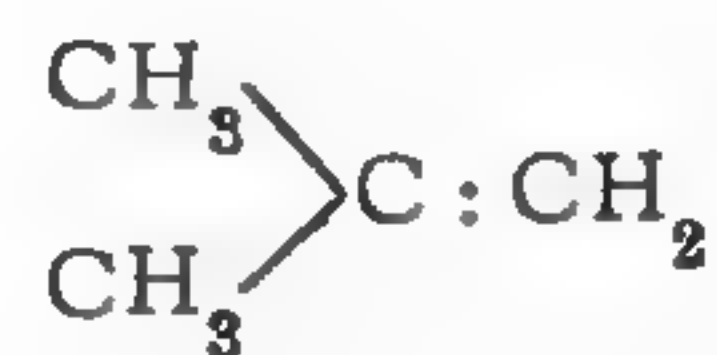
ఈ రెండును పారఫిన్ ల ధర్మములను చూపును.



1 - బూటిలీన్



2 - బూటిలీన్

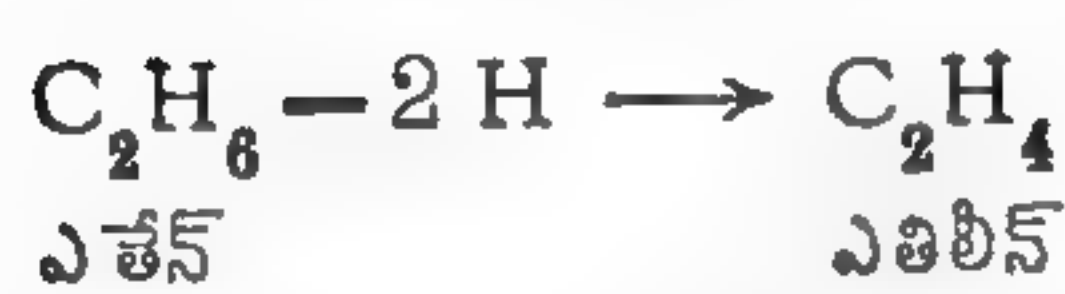


ఐసోబూటిలీన్

ఇట్లు సమాన సాంకేతికములు కలిగి భిన్నధర్మముల చూపు యోగికములకు సమాంగరూపములని పేరు. కార్బన్ పరమాణువుల సంఖ్య ఎక్కువగుకొలది ఈ సమాంగ రూపములసంఖ్య వృద్ధిచెందును (చూ. కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి - పు. 285).

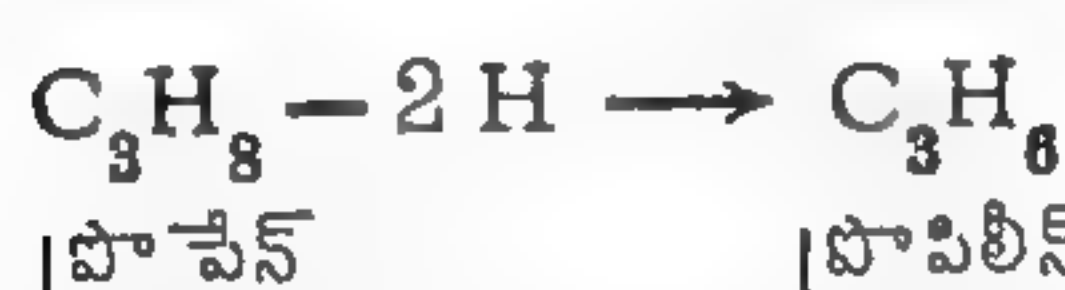
పారఫిన్ ల హామోలగీయ శ్రేణిలో మొదటి నాలుగు ఘటకములును వాయువులు; తరువాత మధ్య ఉన్నవి ద్రవములు; మిగిలినవి ఘనములు. సమాంగరూపములలో శాఖాశృంఖలిత యోగికముల యొక్క క్వథనాంకములు తక్కువ.

అసంతృప్త వివృత యోగికములు: ఇందు ఎతిలీన్



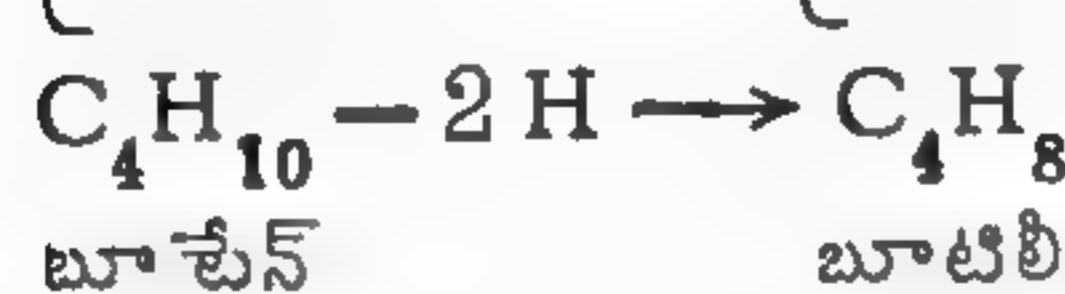
ఎతేన్

ఎతిలీన్



ప్రోపేన్

ప్రోపిలీన్



బూటేన్

బూటిలీన్

వర్గయోగికములు అనునవి పారఫిన్ వర్గమునకు చెందిన వాటికన్న ప్రతి అణువులో రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు తక్కుగా గల యోగికములు.

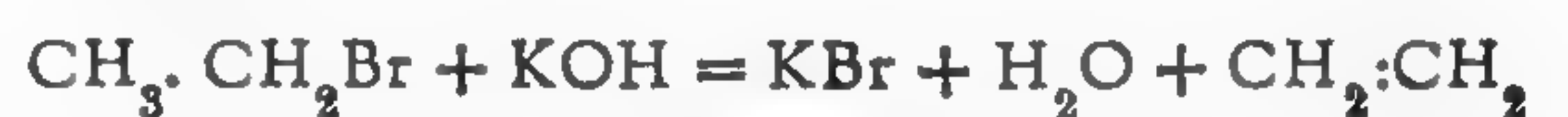
పారఫిన్ ల సామాన్య సాంకేతికము  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  అయినప్పుడు వీటి సామాన్య సాంకేతికము  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  అగును. రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు అణురచనలో కొరవడుటచే, ఈ యోగికరచనయందు ఏవోరెండు కార్బన్ పరమాణువుల మధ్య ద్విబంధము ఏర్పడవలయును. వీటికి ఓలిఫైన్ లని పేరు (చూ. కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి - అసంతృప్త యోగికములు - పు. 288).

ఈ శ్రేణిలో సమాంగ రూపత పారఫిన్ వర్గములోవలె నాలుగు కార్బన్ పరమాణువులుగల యోగికము నుండి ప్రారంభించును. మీతేన్ శ్రేణిలోకన్న ఈ శ్రేణిలో ఒకే యోగికమునకు సమాంగ రూపముల సంఖ్య అధికము. ఏలన, శాఖలుగా ఏర్పడుట వలననేకాక, అణురచనలో ద్విబంధము యొక్క స్థానమును పట్టికూడ సమాంగరూపములు జనించును.

బూటేన్ కు రెండే సమాంగరూపము లుండగా దాని నుండి ఉత్పాద్యమగు బూటిలీన్ కు మూడు రూపములు ఉన్నవి:

దీనిపైనున్న అనగా అయిదు కార్బన్ ల యోగికమగు ఎమిలీన్ కు అయిదు రూపములు ఉన్నవి. దీనికి అనుగుణ మగు సంతృప్త హైడ్రోకార్బన్ పెంటేన్ కు మాత్రము మూడే సమాంగ రూపములు ఉన్నవి. ఈ హైడ్రో కార్బన్ లను క్రింది మూడు విధానములవలన తయారు చేయవచ్చును:

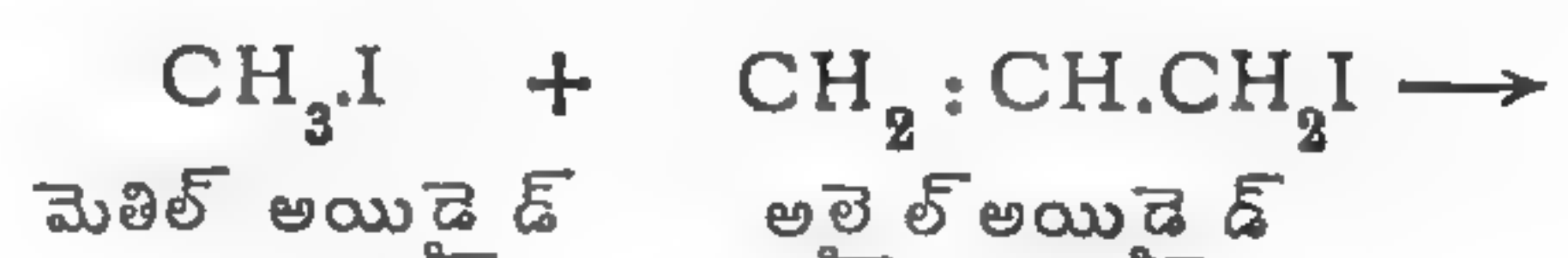
1. సమాన కార్బన్ పరమాణు సంఖ్యగల పారఫిన్ యోగికములనుండి (a) పారఫిన్ బ్రోమైడ్ పై ఆల్కహాల్ లో ద్రావణ స్థితిలో నున్న కాస్టిక్ పొటాష్ చర్యవలన:



(b) పారఫిన్ ఆల్కహాల్ లపై గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన:

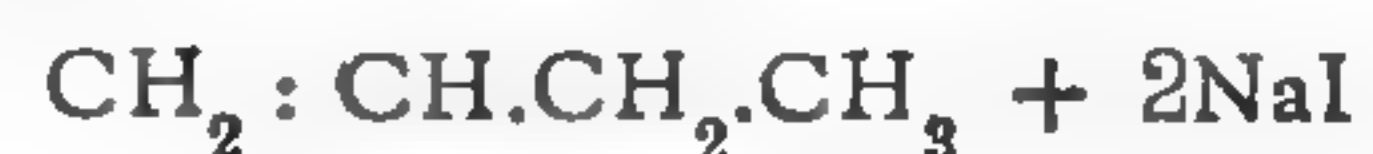


2. తక్కువ కార్బన్ పరమాణు సంఖ్యగల పారఫిన్ యోగికముల నుండి, విర్ట్జ్ సంయోజన ప్రక్రియను ఉపయోగించి:



మెథిల్ అయిడైడ్

అలైల్ అయిడైడ్

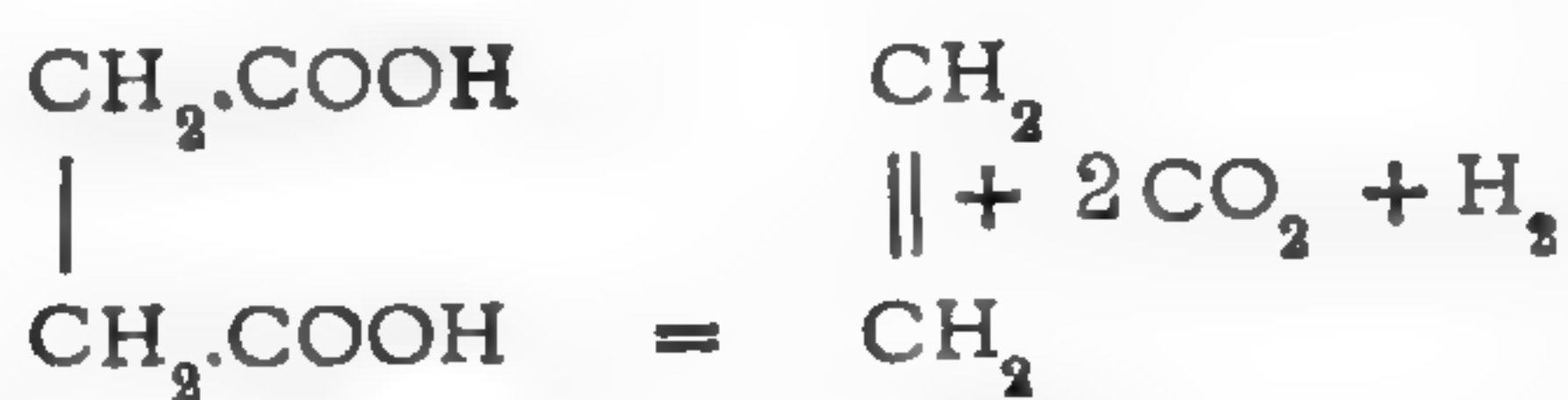


1 - బూటిలీన్

3. ఎక్కువ కార్బన్ పరమాణువులు గల పారఫిన్ యోగికముల నుండి: ద్విపదాష్టముల యొక్క సోడియమ్

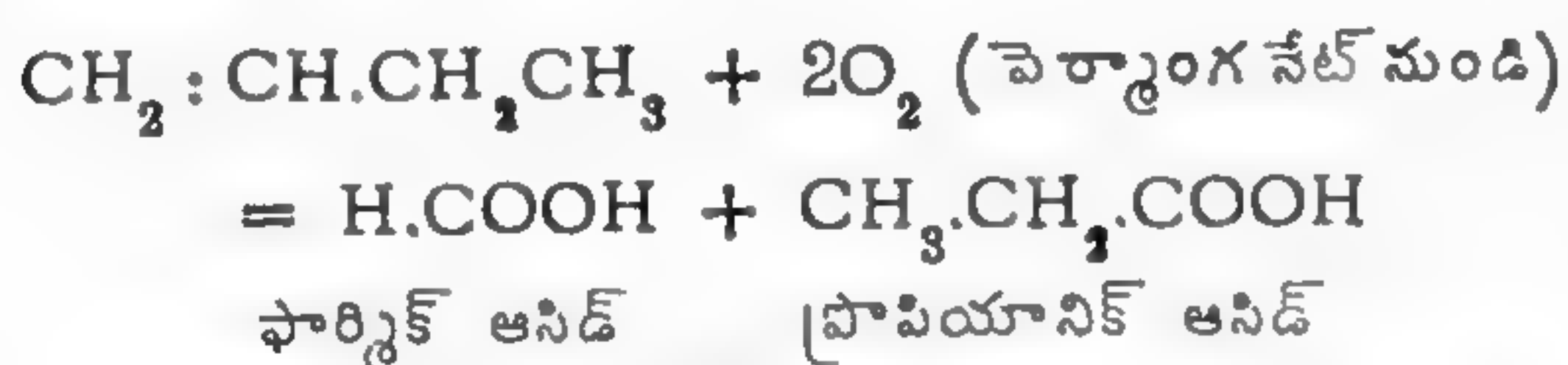


(పొటాసియమ్) లవణద్రావణములను విద్యుత్ విశ్లేషణము కావించుటవలన :

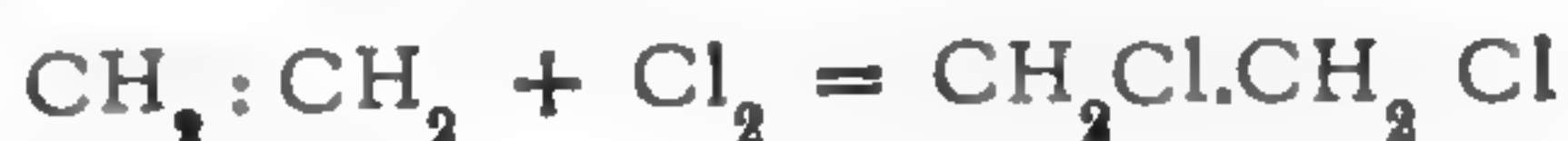


సక్సినిక్ ఆసిడ్ (ద్వివదాప్లుము)      ఎథిలీన్

గుణములు : ఓలిఫైన్లు ఫారఫిన్ల కన్న చాల చురుకైన యోగికములు. పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ వంటి ఆక్సికారక ద్రవ్యములవలన ఈ యోగికములు ఆక్సికరింపబడి ద్విబంధమువద్ద శృంఖలము విడిపోయి, తొలి యోగికముకన్న తక్కువ కార్బన్ పరమాణువులు గల రెండు ఆప్లుములు ఏర్పడును. ఈ ప్రక్రియయందు పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణము యొక్క చినాలిరంగు పోవును. అందువలన ఈ ద్రావణము ద్విబంధనమును గుర్తించుటకు మంచిసాధనము, ఈ ప్రక్రియను బేయర్ శోధనమని వ్యవహరింతురు :



వివిధములగు అణువులతో కలిసి సంయోజన యోగికములు ఏర్పడుట ఈ వర్గముయొక్క విశిష్ట లక్షణము. హేలోజన్ తో :



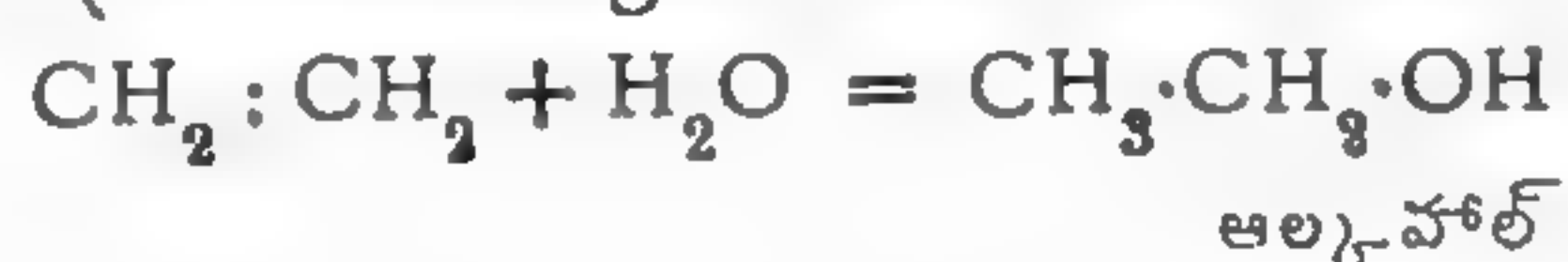
హేలోజన్ హైడ్రైడ్ తో :



హైడ్రోజన్ తో (నికెల్ సంపర్కమున) :



నీటితో (విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమున) :



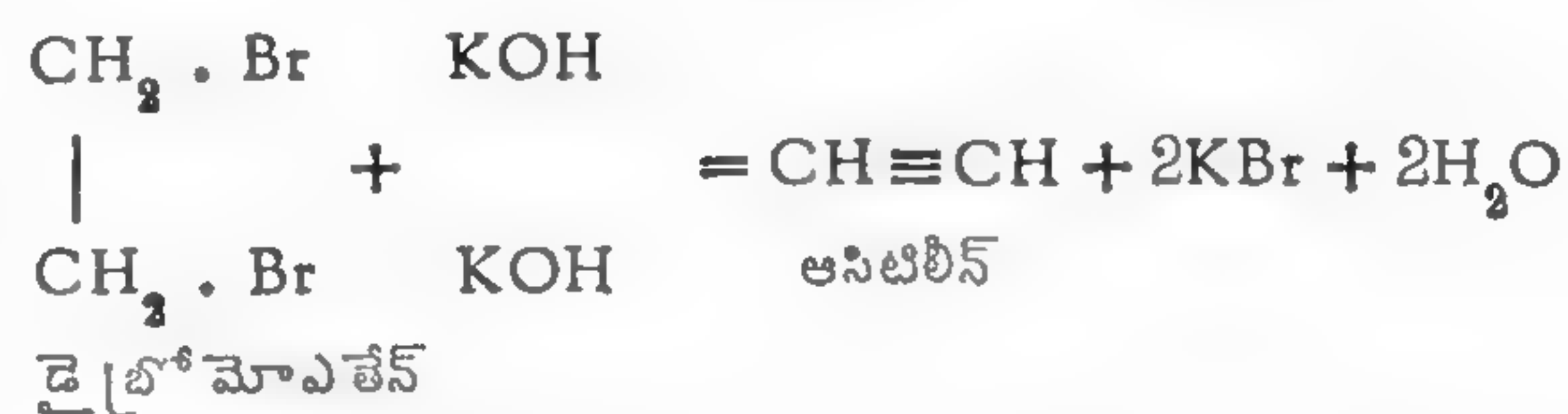
ఈ శ్రేణిలో మొదటి యోగికములు ఎథిలీన్ ( $\text{CH}_2 : \text{CH}_2$ ), ప్రొపిలీన్ ( $\text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{CH}_3$ ). తరువాత బూటిలీన్లు,  $\text{C}_4\text{H}_8$  సాంకేతికము కలవి మూడుఉన్నవి. ఆ తరువాత ఎమిలీన్లు,  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  సాంకేతికము కలవి ఐదు సమాంగ రూపములు ఉన్నవి.

అసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్లు : ఈ వర్గములో మొదటిది యగు అసిటిలీన్ ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) అను హైడ్రోకార్బన్ నుండి ఈ వర్గమునకీపేరు వచ్చినది.

ఓలిఫైన్ హైడ్రోకార్బన్ అణువునుండి మరిరెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించినచో, అసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్లు ఉత్పన్నమగును.  $\text{C}_2\text{H}_4 - \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_2$  ఈ తొలగిన రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులస్థానమునందు ఓలిఫైన్ లలోనున్న ద్విబంధముప్రక్కను మరియొక బంధము ప్రవేశించును. అనగా అసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్ అణువులో ఏవో రెండు కార్బన్ పరమాణువులమధ్య ఒక త్రిబంధము స్థాపితమై ఉండవలెను :  $\text{HC} \equiv \text{CH}$

ఈ వర్గములోకూడ సమాంగరూపత నాలుగు కార్బన్ పరమాణువులకల హైడ్రోకార్బన్ నుండియే ప్రారంభమగును. సమాంగరూపముల సంఖ్యవిషయమై ఓలిఫైన్ లకు అన్వయించునట్టి నియమమే వీటికికూడ అన్వయించును. నేలబొగ్గును స్వేదించునపుడు లభించు దీపవాయువులో అసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్లు ఉండును.

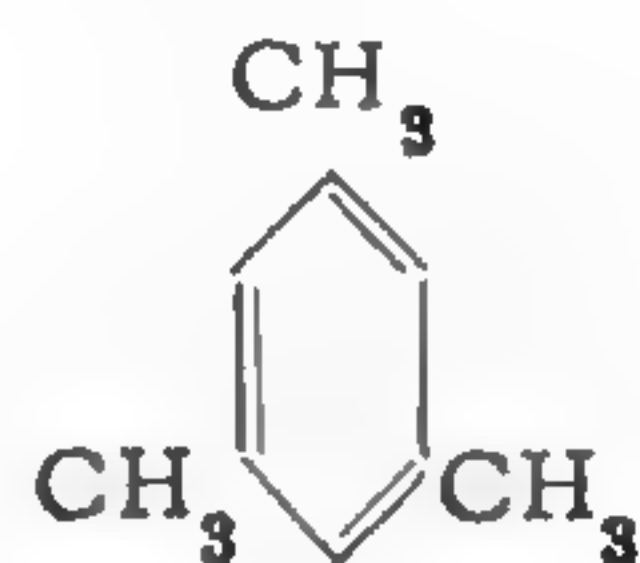
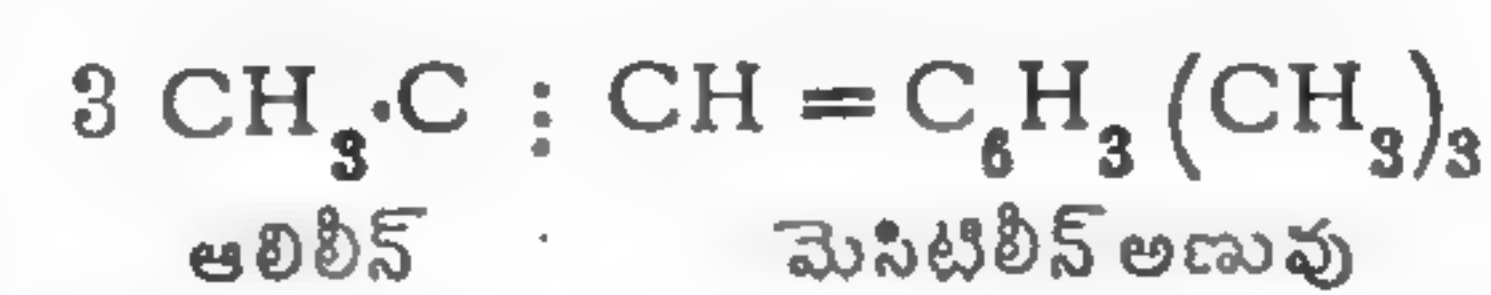
విరచనావిధానముల రెండింటినిమాత్రమే ఇక్కడ ఉద్గడింతుము : 1. ఫారఫిన్ మోనోహేలోజనైడ్ ల నుండి ఓలిఫైన్ లను ఆల్కహాలిక్ కాస్టిక్ పొటాష్ ఉపయోగించి తయారుచేసినట్లే ఫారఫిన్ డై హేలోజనైడ్ ల నుండి అసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్ లను తయారుచేయవచ్చును :



గుణములు : ఓలిఫైన్ లకన్న ఎక్కువ అసంతృప్త యోగికములగుటచే వాటికన్నకూడ ఈ హైడ్రోకార్బన్లు ఎక్కువ చురుకైనవి. వీటిధర్మములుకూడ ఓలిఫైన్ ల ధర్మములనే చాలదగ్గరగా పోలియుండును.

వాటివలె ఇవికూడ అనేకవిధములగు, మూలద్రవ్య, యోగికద్రవ్యాణువులతో ప్రత్యక్షముగా సంయోగించి సంయోజన యోగికములు ఏర్పడి మొదట ఓలిఫైన్ వ్యుత్పన్నములను, తరువాత సంతృప్తయోగికములను ఇచ్చును.  $\text{CH} : \text{CH} + \text{Br}_2 = \text{CHBr} \cdot \text{CHBr}$  డైబ్రోమోఎథిలీన్ లేదా  $\text{CH} : \text{CH} + 2\text{Br}_2 = \text{CHBr}_2 \cdot \text{CHBr}_2$  సంతృప్తయోగికము

ఓలిఫైన్ లవలెనే ఇవియుకూడ బహ్వాణుకయోగికములను ఇచ్చును.





## హైడ్రోకార్బన్ హేలైడ్లు

ఓలిఫైన్లు కనవర్చని వింతగుణమును ఒకచానిని ఆసిటి లిన్లు కనవర్చును. అది ఏమన  $CH \equiv$  గణములో ఇమిడి యున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఏకయోజనీయ ధాతు పరమాణువులచే స్థానచ్యుతిని పొందగలదు.

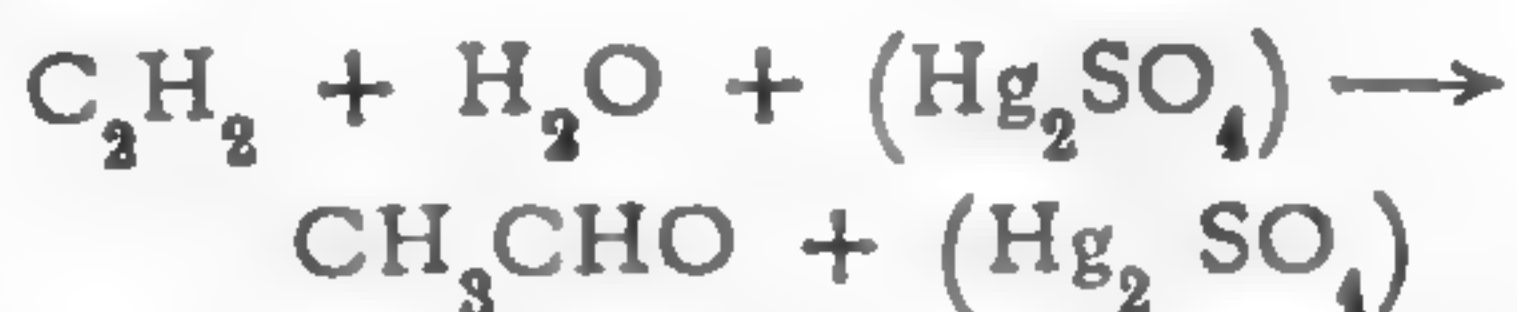


$CH \equiv$  గణమున్న ఆసిటిలిన్లు సిల్వర్ హైడ్రాక్సైడ్ లేదా కాపర్ హైడ్రాక్సైడ్ అమోనియాద్రావణముల నుండి ఘనస్థితిలోనుండు ధాతువ్యుత్పన్నములను అవశేష ములుగా ఈయగలవు. ఆసిటిలిన్ నుండి తెల్లటి సిల్వర్ ఆసిటిలైడ్ ( $Ag_2C_2$ ), ఎర్రటి క్యూప్రస్ ఆసిటిలైడ్ ( $Cu_2C_2$ ) లభ్యమగును. ఈ ధాతుఆసిటిలైడ్లు విచారక ద్రవ్యములు. ఎర్రరంగుగల కాపర్ ఆసిటిలైడ్ పర్పడుట వలన ఏదేని వాయుమిశ్రమంలో ఆసిటిలిన్ ఉన్నట్లు గుర్తించవచ్చును.

ఈ హైడ్రోకార్బన్లలో ఆసిటిలిన్ ఒక్కటే పారిశ్రామికముగా చాల ప్రాముఖ్యమును గడించినది. ఈ వాయువు ప్రకాశవంతమగుజ్వాలతో మండును కనుక దీనిని దీపము లకు వాడుకచేయుచున్నారు. ఈ ప్రయోజనమునకు కావలసిన ఆసిటిలిన్ను కాల్షియమ్ కార్బైడ్ ( $CaC_2$ ) యొక్క జలవిశ్లేషణమువలన పడయవచ్చును. ఆక్సిజన్ తో మిశ్రము చేసిన ఆసిటిలిన్ వాయువు ఆక్సి-ఆసిటిలిన్ జ్వాలగా అత్యధిక తాపక్రమమును సాధించుటకు వాడు కలో ఉన్నది.

పైని పేర్కొనిన చిన్నచిన్న ఉపయోగములకు కాక గత నలుబది సంవత్సరములలో అనేకవిధములగు పారి శ్రామిక కార్బన్ యోగికములను సాధించుటకు ఇది ముడి ద్రవ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది. దీనినుండి తయారు చేయబడుచున్న క్రిందివి ముఖ్యమైనవి:

ఆసిటాల్డిహైడ్: మర్క్యురిక్ సల్ఫేట్ ద్రావణ సమక్ష ములో ఆసిటిలిన్ నీటితో సంయోగించి ఆసిటాల్డిహైడ్ పర్పడును:



ఆసిటాల్డిహైడ్ నుండి, ఆసిటిక్ ఆసిడ్, ఆసిటిక్ ఆన్ హైడ్రైడ్, ఆసిటోన్, ఆల్కహాల్ తయారుచేయు చున్నారు.

బూటాడైయాన్: దీనితో కృత్రిమరబ్బరును తయారు చేయుదురు.

దీపాంగారము: ఆసిటిలిన్ను హెచ్చు తాపక్రమము వద్ద రాసాయనికముగా విచ్ఛేదించుటవలన మసిని, హైడ్రో

జన్ కూడ బడయవచ్చును. మసి అచ్చునిరాలకు, రబ్బరు టైరులకు అత్యంతోపయుక్తమైన సరకు.

క్లోరిన్ వ్యుత్పన్నములు: వీటిని పారిశ్రామికముగా ద్రావములుగా ఉపయోగించుదురు.

ఆసిటిలిన్ బెట్రాక్లోరైడ్ [ $(CHCl_2 \cdot CHCl_2)$  (ద్రావము)] క్వథనాంకము  $148.8^\circ C$ ; హెక్సాక్లోరో ఎతేన్ ( $CCl_3 \cdot CCl_3$ ) క్వథనాంకము  $185^\circ C$ , కర్పూర మునకు బదులుగా వాడుకలోఉన్నది.

ప్రతిస్థాపిత వ్యుత్పన్నములు: హైడ్రోకార్బన్ అణు రచనలోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులచోటు ఇంకొక తుల్యమైన పరమాణువు ఆక్రమించినపుడు లభ్యమైన యోగికమునకు ప్రతిస్థాపిత వ్యుత్పన్నము అని పేరు. ఇట్లు హైడ్రోజన్ పరమాణువులకు ఆదేశములుగా హేలో జన్లు, ఆక్సిజన్, గంధకము, హైడ్రాక్సిల్ గణము ( $OH$ ), నైట్రోజన్ గణము ( $CN$ ), నైట్రోగణము ( $NO_2$ ), ఎమీనో గణము ( $NH_2$ ), కార్బాక్సిల్ గణము, సోడియమ్, మగ్నీషి యమ్, జింకు మొదలగు ధాతువుల పరమాణువులు రావచ్చును. ఇట్లు లభ్యమైన వ్యుత్పన్నములు ఆదేశములుగా వచ్చిన పరమాణువులు లేదా పరమాణుగణముల యొక్క స్వభావమునుపట్టి హేలోజన్ వ్యుత్పన్నములు, హైడ్రాక్సిల్ వ్యుత్పన్నములు లేదా ఆల్కహాల్లు, ఆక్సిజన్ వ్యుత్పన్న ములు (ఆల్డిహైడ్లు, కీటోన్లు), గంధక వ్యుత్పన్నములు (మెర్కాప్టైన్లు), కార్బాక్సిల్ వ్యుత్పన్నములు (కార్బా క్సిల్ ఆసిడ్లు), నైట్రోజన్ వ్యుత్పన్నములు అను పేరు వేరు తరగతులుగా ఉన్నవి. సి.వి.సు.ఓ అన్నారావు

హైడ్రోకార్బన్ హేలైడ్లు: పారఫిన్లు ప్రత్యక్ష ముగా ముఖ్యముగా ఫ్లోరిన్, క్లోరిన్, బ్రోమిన్ హేలోజన్లతో సంయోగించి హేలోజన్ ప్రతిస్థాపిత యోగికములను ఇచ్చును. ఈ ప్రతిస్థాపనప్రక్రియలో క్రమ ముగా ఒక్కొక్కటి చొప్పున అణువులోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులన్నియు తొలగించ బడును. ఇట్లు మీతేన్ నుండి క్లోరిన్ హైడ్రోజన్ని తొలగించి  $CH_3Cl$  (మెథిల్ క్లోరైడ్),  $CH_2Cl_2$  (మెథిలిన్ క్లోరైడ్),  $CHCl_3$  (క్లోరోఫార్మ్),  $CCl_4$  (కార్బన్ బెట్రాక్లోరైడ్) పర్ప డును. ఈ ప్రక్రియలో, ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్ ( $FeCl_3$ ) అయిడిన్ మోనో క్లోరైడ్ ( $ICl$ ), ఆంటిమోని పెంటా క్లోరైడ్ ( $SbCl_5$ ) యోగికములు ప్రేరకములుగా ఆచరించును. ఈ ద్రవ్యములకు హేలోజన్ వాహకములు అని పేరు. ప్రతి స్థాపితమగు ప్రతి హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు రెండు హేలోజన్ పరమాణువులు ఆవశ్యకము; ఒకటి హైడ్రో జన్ స్థానమును స్వీకరించుటకు, రెండవది స్థానచ్యుతిని



పొందిన హైడ్రోజన్ తో సంయోగించి హైడ్రోజన్ పేట్రైడ్ గా ఏర్పడుటకు.

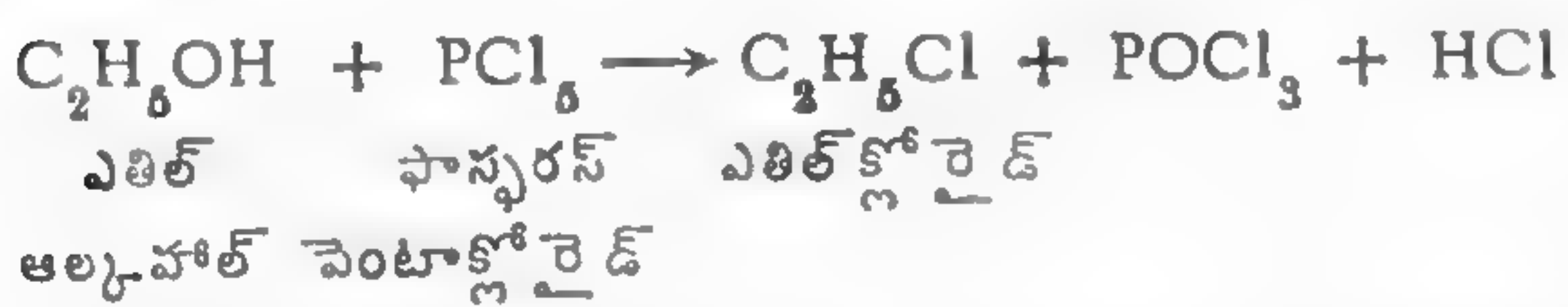


ఈ పద్ధతిలో ప్రతి స్థాపనప్రక్రియ మన ఇచ్చవచ్చిన దశలో ఆగదు గనుక, దీనిని ఉపయోగించి ప్రత్యేక హేలోజన్ ప్యూత్పన్నములను తయారు చేయుటకు వీలుకాదు. లభ్యమగు ద్రవ్యము హేలోజన్ ప్యూత్పన్నములయొక్క మిశ్రము. దీనిని ప్రత్యేక యోగికములక్రింద విడదీయుట చాల దుర్లభము. అందువలన కొన్ని పరోక్షపద్ధతులను అవలంబించవలసి వచ్చినది:

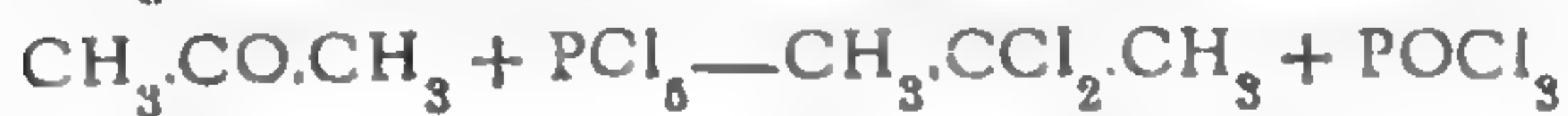
1. ఆల్కహాల్ లపై హైడ్రోజన్ పేట్రైడ్ లచర్యవలన:



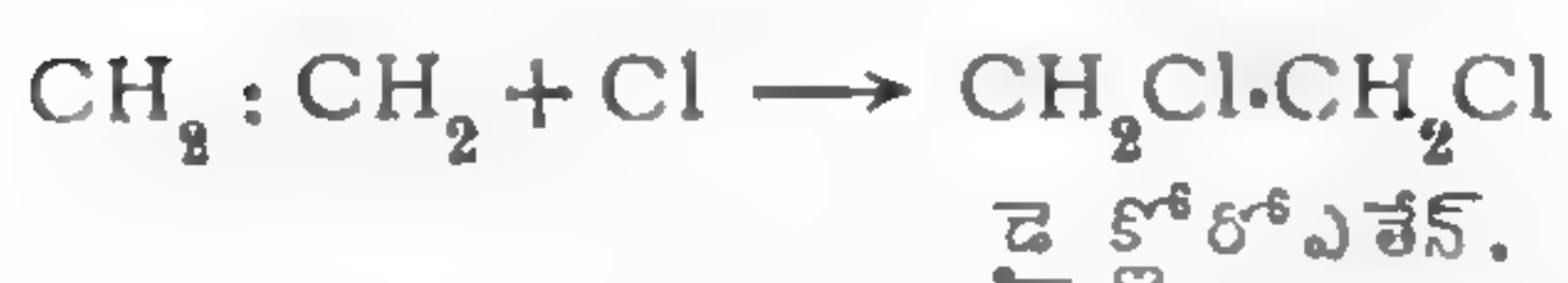
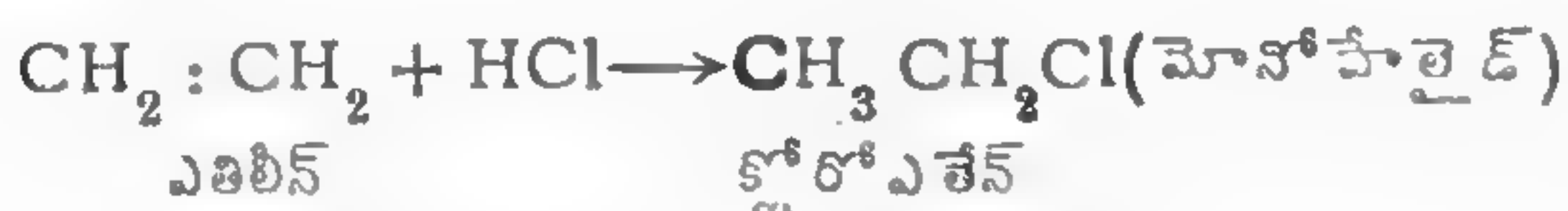
2. ఆల్కహాల్ లపై ఫాస్ఫరస్ పెంటాహేట్రైడ్ చర్య వలన:



3. ప్రైప్రక్రియలో హైడ్రాక్సిల్ గణము హేలోజన్ తో ప్రతిస్థాపితమైనట్లే, ఆర్థిపైడ్లు, కీటోన్లు వీటిలోనున్న ఆక్సిజన్ స్థానమునుకూడ ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ ను ఉపయోగించి హేలోజన్ చే ఆక్రమితమగునట్లు చేయవచ్చును. ఈవిధానములో ద్విహేలోజన్ ప్యూత్పన్నములు లభ్యమగును:



4. హేలోజన్ యోగికములను తయారు చేయుటకు మరియొక సుకరమైనపద్ధతి, అసంతృప్త యోగికములకు హైడ్రోజన్ పేట్రైడ్ అణువును గాని, హేలోజన్ అణువును గాని చేర్చుట. మొదటి విధానమున మోనో హేట్రైడ్లు, రెండవ విధానమున డై హేట్రైడ్లు లభ్యమగును:



ఈ హేలోజన్ ప్యూత్పన్నములు పారఫిన్ లవలె కాక, చాల చురుకైన యోగికములు. తక్కిన కార్బన్ యోగికములను

హైడ్రోకార్బన్ పేట్రైడ్లు

తయారుచేయుటకు వీటినే ప్రస్తానద్రవ్యములుగా ఉపయోగించుదురు. ఇవి అనేక ద్రవ్యములలో అనేకవిధములుగా రాసాయనికముగా ప్రతికరించి, అనేకవిధములగు యోగికములు ఏర్పడును. క్రిందిపట్టిక వీటి ఉపయోగమును విశదపరచును. ఈపట్టిక మెథిల్ క్లోరైడ్ ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) నుండి లభ్యమగు ఇతరయోగికములను చూపును:

$\text{CH}_3\text{Cl}$

| ప్రతికరించుద్రవ్యము                  | ప్యూత్పన్నము.   |
|--------------------------------------|---|
| HOH (నీరు)                           | CH <sub>3</sub> OH (ఆల్కహాల్)                         |
| AgOH (సిల్వర్ హైడ్రాక్సైడ్)          |   |
| KBr (పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్)             | CH <sub>3</sub> Br (మెథిల్ బ్రోమైడ్)                  |
| KI (పొటాసియమ్ అయిడైడ్)               | CH <sub>3</sub> I (మెథిల్ అయిడైడ్)                    |
| KCN (పొటాసియమ్ సైనైడ్)               | CH <sub>3</sub> CN (మెథిల్ సైనైడ్)                    |
| AgNO <sub>2</sub> (సిల్వర్ నైట్రేట్) | CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> (నైట్రోమీతేన్)        |
| NH <sub>3</sub> (అమోనియా)            | CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> (మెథిల్ ఎమిన్)        |
| NaHS (సోడియమ్ హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్)     | CH <sub>3</sub> HS (మెథిల్ మెర్కాప్టైన్)              |
| Na <sub>2</sub> S (సోడియమ్ సల్ఫైడ్)  | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S (డై మెథిల్ సల్ఫైడ్) |
| Mg (మగ్నీషియమ్ థామపు)                | CH <sub>3</sub> MgCl (మెథిల్ మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్)     |
| Na (సోడియమ్ లేదా జింకు థామపు)        | CH <sub>3</sub> .CH <sub>3</sub> (ఎథేన్)              |

మెథిల్ క్లోరైడ్: తియ్యటి వాసనగల వాయువు. దీని ద్రవము తక్కువతాపక్రమముల సాధించుటకు వాడుకలో ఉన్నది. (క్వథనాంకము 23.7°C).

క్లోరోఫార్మ్: తియ్యటి వాసన, రుచి గల ద్రవము (క్వథనాంకము 61°C) మామూలు ఆల్కహాల్ పై స్త్రీచింగుచూర్ణముయొక్క చర్యవలన తయారగును. శస్త్రచికిత్సలో రోగిని చైతన్యరహితముగా చేయుటకు దీని బాష్పమును వాసనచూపుదురు.

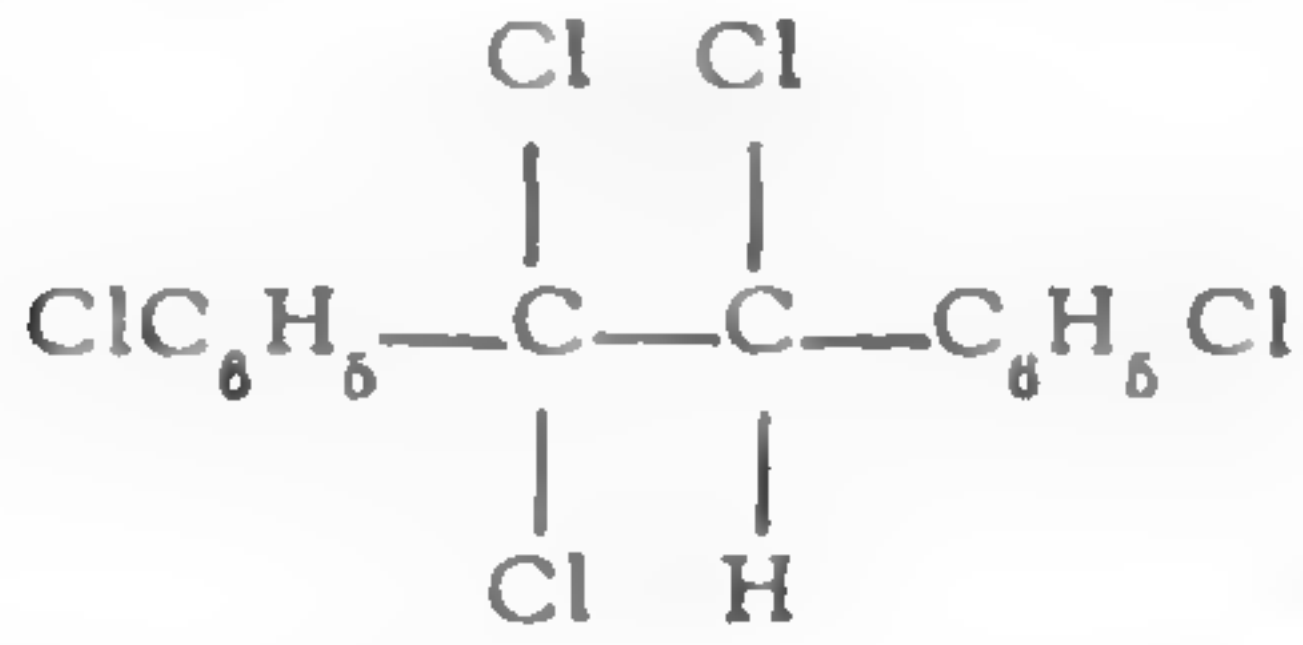
అయిడిఫార్మ్: పసుపురంగు స్ఫటికములు. దీనికి ఒక ప్రత్యేకమైన వాసన కలదు. కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణము కలిపిన ఆల్కహాల్ కు అయిడిన్ చూర్ణమును కలిపి 80°C వేడినీటితో వేడిచేసినచో లభ్యమగును. ఇది సూక్ష్మక్రిమి విరోధి.

కార్బన్ డైఫ్లోరో డైక్లోరైడ్ ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ): దీని వాణిజ్య నామము ఫ్రీయాన్. ఎయిర్ కండిషనింగ్ పరికరములలో శైత్యమును సాధించుటకొరకు బాష్పశీలద్రవముగా నేడు వాడుకలోనున్నది



## హైడ్రోజన్

డి. డి. టి. (డైక్లోరోడైఫినిల్ టైక్లోరోఎథేన్): ఇది ప్రబలమైన కీటకసంహారిణి. మలేరియా దోమల నివారణకు, వృక్షజాతుల చీడలను నివారించుటకు వాడుదురు.



కె. ఎస్. మూర్తి.

**హైడ్రోజన్:** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; వాయువు; పరమాణ్వంకము 1; సంకేతము H; పరమాణుభారము 1.008; విశిష్టగురుత్వము 0.0000899; ద్రవాంకము ' - 259.2°C ' క్వథనాంకము ' - 252.8°C '. దీని ఉనికిని 1766 లో హెన్రీ కేవెండిష్ కనుగొన్నాడు.

**హైడ్రోజన్ ఉనికి:** వాతావరణమందు హైడ్రోజన్ విశేషముగా లేదు. ఓలక్షవంతు మాత్రమే కలదు. అగ్ని పర్వతముల నుండి, భూరంధ్రముల నుండి వెలువడు గాలులలో ఇది ఒకటి. సూర్యగోళమందును, కొన్ని నక్షత్రములలోను, నెబ్యూలాలలోను ఇది ప్రధాన ఘటకమని వర్ణమాలదర్శకము సహాయమున తెలిసినది.

సంయుక్త స్థితిలో ఇది ప్రపంచమందు పెక్కు ద్రవ్యములందు కలదు. నీటిలోను, ఆమ్లములలోను, జ్వరములలోను రాతి మాలెలోను, రాక్షసి చొగ్గులోను, వివిధ ఖనిజములలోను, వృక్ష, జంతు శరీరములలోను ఇది మెండుగా కలదు.

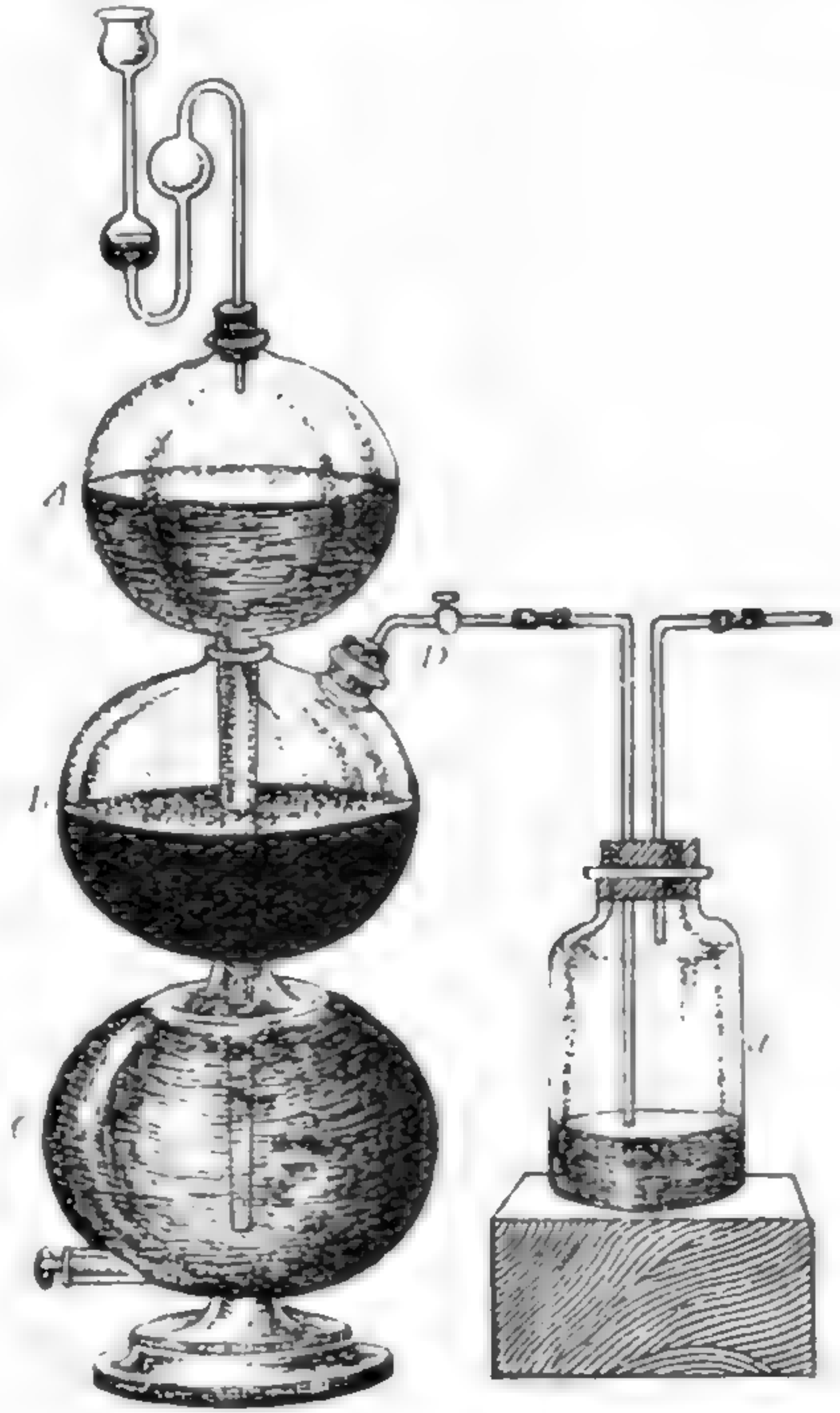
తయారు చేయు విధానములు: 1. ఆమ్లీకృత జలమును విద్యుత్తుచే విశ్లేషించుట; 2. హైడ్రోజన్ యోగికముల (జ్వరములు, ఆమ్లములు) నుండి ధాతువులచే స్థానచ్యుతి నొందించుట; 3. కాలుచున్న ఇనుముపై నీటిఆవిరిని పంపించుట (ఇది చౌకబారు పారిశ్రామిక పద్ధతి); 4. ఆసిటిలీన్ ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) ను హెచ్చుతాపక్రమమువద్ద రాసాయనికముగా విచ్ఛేదించుట.

సాధారణముగా పరిశోధనాగారములలో ఆమ్లముల నుండి హైడ్రోజన్ ని సాధించుటకు 'డిప్స' పరికరమును ఉపయోగింతురు.

జింకునుండి లభ్యమగు హైడ్రోజన్ లో, ఆర్సెనిక్, హైడ్రేడ్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్, హైడ్రోకార్బన్ వాయువులవంటి మాలిన్యములు ఉండును. ఇది సామాన్య వాడుకలకు పనికి వచ్చును.

శుద్ధమైన హైడ్రోజన్, బేరియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ విలీన ద్రావణమును విద్యుత్ విశ్లేషణమునకు గురిచేసినపుడు లభించును.

**భౌతిక ధర్మములు:** శుద్ధమైన హైడ్రోజన్ కు రంగు, రుచి, వాసన లేవు. ఇది ఊపిరి పీల్చుటకు పనికిరాదు.



కెవెండిష్ పరికరము

దీనికన్న తేలికైనవాయువు లేదు. దీని ప్రమాణ సాంద్రత 0.0899 గ్రాము / లీటరు. నీటిలో ఇది చాల స్వల్పముగా కరగును.

**రాసాయనిక ధర్మములు:** గాలిలో చప్పుడులేక లేత నీలిరంగుతో మండును. గాలితో కాని, ఆక్సిజన్ తో గాని కలిసియున్నచో జ్వాల ప్రేలుడుశబ్దముతో మండును. ఇది హైడ్రోజన్ ని గుర్తించుటకు ఒక మార్గము. ఆక్సిజన్ తో హైడ్రోజన్ సంయోగించునపుడు నీరు ఏర్పడును.

హైడ్రోజన్ చాల అధాతువులతోను, జ్వరధాతువులతోను, జ్వరమృద్ధాతువులతోను సంయోగించును. హేలోజన్ వర్గములోనున్న ఫ్లోరిన్ తో చీకటిలో కూడ చురుకుగా సంయోగించును. క్లోరిన్ తో వెలుతురు సంస్కరమున సంయోగించును. బ్రోమిన్, అయిడిన్, గంధకము వంటి అధాతువులతో సంయోగించుటకు వేడి ఆవశ్యకము. ప్లాటినమ్, పెల్లేడియమ్ ధాతువులు హైడ్రోజన్ ని ధారాళముగ పీల్చుకొనగలవు (చూ. కొల్లాయిడ్లు: ఘనములచే వాయువుల అధిచూషణ - పు. 302).

ఆక్సిజన్ తో సంయోగించు సంసిద్ధతవలన ఆక్సైడ్ ల నుండి ఆక్సిజన్ ని హైడ్రోజన్ హరించి, మూలద్రవ్యములను



వీడగొట్టును. అందువలన హైడ్రోజన్ ప్రబల ఆక్సిహరణ సాధనము:



జింకు ఆక్సైడ్ వంటి కొన్ని ఆక్సైడ్లను హైడ్రోజన్ ఆక్సిహరించజాలదు.

ఉపయోగములు : అమోనియా వాయువును తయారు చేయుటకు, ద్రవముగానున్న నూనెలను నేతివలె ముద్దగా మార్చుటకు, చాలతేలికైన వాయువగుటచే, గాలి గుమ్మటములను నింపుటకు ఉపయోగపడును. వాయువిమానములు వచ్చినతరువాత హైడ్రోజన్ గుమ్మటములు వాతావరణ పరిస్థితులను అన్వేషించుటకు మాత్రము వాడుకలో నున్నవి. హైడ్రోజన్ ని ధమని నాళములో ఆక్సిజన్ తో కలిపి జ్వలించేసినచో, ఆ జ్వాలయొక్క తాపక్రమము  $2800^\circ\text{C}$  వరకు పెరుగును. ఈ జ్వాల ప్లాటినమ్ పరికరములు చేయుటకు, ఇనుమును కోయుటకు, అతుకుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. ఈ జ్వాలను ఉపయోగించి అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ ను ద్రవీకరించి కృత్రిమపువ్వురాగములను, కెంపులను, నీలములను తయారుచేయుదురు.

హైడ్రోజన్ అణువు యొక్క రూప భేదములు : వాయుస్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్ రెండురకములైన అణువుల మిశ్రమని తెలిసినది. అందొకదానికి ఆర్తోరూపము (75%) అనియు, రెండవదానికి పారారూపము (25%) అనియు పేరు. హైడ్రోజన్ అణువులోని రెండు పరమాణువుల కేంద్రకములును, వాటిలోనవి తిరుగుచుండును. ఒకే దిక్కులో తిరుగుచున్న కేంద్రకములు గల రూపము ఆర్తోరూపము. విరుద్ధదిశలలో తిరుగుచున్న కేంద్రకములు గల రూపము పారారూపము. ఈ రెండింటికిని విశిష్టతయందు, వర్ణమాలరేఖలయందు భేదమున్నది.

సద్యోజాత (నేసెంట్) హైడ్రోజన్ : ప్రత్యేక పాత్రలో తయారైన హైడ్రోజన్ అప్లికృత పెర్మాంగనేట్ ద్రావణములోనికి ప్రవేశపెట్టినప్పుడు ఏమియు జరుగదు. కాని ఆ ద్రావణములోనే ఒకజింకు ముక్కను పడవేసినచో శీఘ్రముగా పెర్మాంగనేట్ రంగు అంతరించును. అనగా పెర్మాంగనేట్ ఆక్సిహరణము హైడ్రోజన్ కార్యమే. కాని బయట ఉత్పత్తి అయిన హైడ్రోజన్ కి లేని చురుకుదనము, పెర్మాంగనేట్ ద్రావణములోనే జనించిన హైడ్రోజన్ కు ఎట్లువచ్చినదనగా హైడ్రోజన్ తగిన ద్రవ్యముల నుండి ఉత్పత్తి అయినవెంటనే అతిచురుకుగా ఉండుననియు, ఈ సద్యోజాతావస్థలో సాధారణ హైడ్రోజన్ చేయలేని ఆక్సిహరణ కార్యములను ఇది చేయగలదనియు ఊహించ

వచ్చును. ఈ సద్యోజాత హైడ్రోజన్ పరమాణు స్థితిలో ఉన్న హైడ్రోజన్ అని ఇటీవల రుజువుచేయబడినది (టైలర్).

పరమాణు స్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్ : అర్థమిశ్రిత మీటరు ప్రేషములోనున్న హైడ్రోజన్ ద్వారా విద్యుత్ ఉత్సర్గమును కావించినచో కొన్ని హైడ్రోజన్ అణువులు పరమాణువులుగా విడిపోవును. ఇట్టిస్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్ కి కూడ సద్యోజాత హైడ్రోజన్ కివలె చురుకుదనము ఎక్కువ. ఇది గంధకముతో సాధారణ తాపక్రమంలో సంయోగించి హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ ఏర్పడును. చురుకుగానున్న ఈ హైడ్రోజన్ కి రాసాయనికప్రక్రియ మంచిగురుతు. దీనికే 'షిప్రోదజని' అని పేరు. షిప్రోదజనిని తయారు చేయుటకు అనేక విధానములు కలవు.

లాస్ మ్యూర్ పద్ధతి : హైడ్రోజన్ లో టంగ్ స్టన్ విద్యుదగ్రములమధ్య విద్యుచ్ఛాపమును స్థాపించినచో ఆ చాపపువేడికి, హైడ్రోజన్ అణువు పరమాణువులుగా విడిపోవును. ఈ పరమాణు స్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్ యే 'షిప్రోదజని.'

సరసింహస్వామి - వెంకటరామయ్య పద్ధతి :  $150^\circ\text{C}$  తాపక్రమములో వేడిచేసిన పెల్లేడియమ్ గొట్టముద్వారా హైడ్రోజన్ వాయువును పంపినచో, గొట్టమునుండి వెలుపలకువచ్చిన హైడ్రోజన్ షిప్రోదజనిగా మారుచును. పెల్లేడియమ్ ధాతువులో సాధారణతాపక్రమమున ఈ హైడ్రోజన్ పరమాణురూపమున విలీనమైయుండును.  $150^\circ\text{C}$  తాపక్రమముతో ధాతువునుండి హైడ్రోజన్ బయటికి వచ్చును. వచ్చిన వెంటనే హైడ్రోజన్ పరమాణుస్థితిలో ఉండుననియు, అందువలనే షిప్రోదజని కలదనియు వీరివాదము. ఈ వాదమును శాస్త్రలోకము అంగీకరించినది.

హైడ్రోజన్ సమస్థానీయములు : కేవల భౌతికవిధానము వలన నిర్ణీతమైన హైడ్రోజన్ పరమాణుభారమునకును (చూ. సమస్థానీయములు - పు. 728) రాసాయనిక విధానముచే నిర్ణీతమైన హైడ్రోజన్ పరమాణుభారమునకు గల వ్యత్యాసమును పర్యాయించి సాధారణ హైడ్రోజన్ అయిదువేల భాగములలో రెండుభాగములు పరమాణుభారము 1 బదులు 2 గల హైడ్రోజన్ కలిసి ఉన్నదను కొనినచో, ఈ వ్యత్యాసమును సమర్థించవచ్చునని బిర్ట్ అను యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతిక శాస్త్రవేత్తసూచించెను. 1932లో యురే అను ఇంకొక యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడు నాలుగులీటరుల హైడ్రోజన్ ద్రవమును ఒక ఘ. సెం. మీ వరకు బాష్పీకరించి శేషించిన హైడ్రోజన్ యొక్క వర్ణమాలను పరిశీలించినప్పుడు, దాని బామర్ వర్ణ పటములో



హోమ్

పరమాణు భారము రెండు గల హైడ్రోజన్ కి అన్వయించు రేఖను ఒకదానిని కనిపెట్టెను. అందువలన పరమాణు భారము రెండైన హైడ్రోజన్ యొక్క వాస్తవికస్థితి వెల్లడియైనది. ఈ హైడ్రోజన్ కి డోయిటీరియమ్ అనిపేరు. సాధారణ హైడ్రోజన్ లో 5000 కు ఒక భాగము డోయిటీరియమ్ ఉండును. జాప్సీకరణోష్ణత, విశిష్టోష్ణత, అణు ఆయతనము, క్వథనాంకము, హిమాంకము మొదలగు భౌతికధర్మములలోనే గాక, రాసాయనిక ధర్మములందు కూడ, ఈ రెండింటికిని కొంత వ్యత్యాసము కలదు. ఈ వ్యత్యాసమును ఉపయోగించి వీటిని ఒకదాని నుండి మరొక దానిని సులభముగా విడదీయవచ్చును. సమస్తానీయములు రాసాయనికముగా విడదీయుటకు వీలుకాదనుకొనుట హైడ్రోజన్ విషయములో అన్వయించునట్లు అగపడదు.

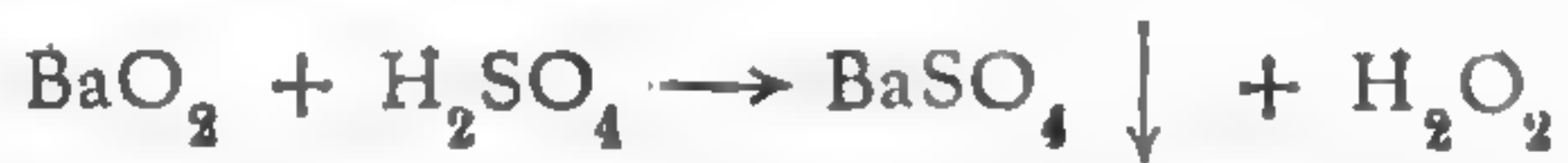
హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ : చూ. క్లోరిన్ - పు. 308.

హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ : నీరుగాక, హైడ్రోజన్ తో ఆక్సిజన్ కలిసి ఇంకొక యాగికమును ఇచ్చును. అదియే హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ ( $H_2O_2$ ). నీటికన్న హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ నందు రెట్టింపు ఆక్సిజన్ సంయుక్తమై ఉన్నది.

గాలిలోనున్న తేమను సూర్యరశ్మి సోకినపుడు నీటి అణువు రాసాయనికపు మార్పు చెంది కొద్దిగా హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ ఏర్పడును :



అందువలన ఇది వాననీటిలో తప్పక ఉండును. దీనిని తయారుచేయుటకు బేరియమ్ పెరాక్సైడ్ ను విలీనసల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో ఉంచి ద్రావణమును పైనుండి మంచు నీటితో శీతలీకరించవలెను.



బేరియమ్ సల్ఫేట్ అవక్షిప్తమై హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ ద్రావణములో మిగిలియుండును. వడపోయుటవలన ఈ ద్రావణమును శూన్యములో స్వేదించుటవలన హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ శుద్ధముగా లభ్యమగును. మార్కెట్ లో ఇది 3% ద్రావణముగాగాని, పెర్ హైడ్రాల్ అనుపేరిట 30% ద్రావణముగాగాని దొరకును. 3% ద్రావణము దాని ఆయతనమునకు 10 రెట్లు ఆయతనముగల ఆక్సిజన్ ని ఇచ్చును. స్వచ్ఛముగానున్న హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ రంగులేని చిక్కటిద్రవద్రవ్యము; విశిష్టగురుత్వము 1.3584; క్వథనాంకము  $101.2^\circ C$ .

రాసాయనికధర్మములు : ఓజోన్ వలె హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ కూడ ప్రబలమైన ఆక్సికరణసాధనము; చాల అస్థిరమైనది. ద్రావణములో నిల్వయుంచిన మెల్లగా ఆక్సిజన్ ని కోలుపోయి నీరు మిగిలియుండును. మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్, ఎండినరక్తము, బొగ్గుపొడి, కొల్లాయిడ్ ప్లాటినమ్ దీని విచ్ఛేదనకు ప్రేరకద్రవ్యములు. గాఢనీసాలలోకూడ ఇది స్థిరముగా ఉండదు. అందువలననే లోపల క్రొవ్వుపూతయున్న సీసాలలో దీని గాఢద్రావణములను నిల్వచేయుదురు. సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, ఆసిటాని లైడ్ అను కార్బన్ యాగికము దీనికి స్థిరత్వమునిచ్చు ప్రేరక ద్రవ్యములు, ఇదికూడ లెడ్ సల్ఫైడ్ ను లెడ్ సల్ఫేట్ గా మార్చగలదు. రంగుగల కార్బన్ యాగికములను వివర్ణముగా చేయగలదు. హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ స్వయముగా ఆక్సికరణ ద్రవ్యమయ్యును, ఆప్లువరిసరములలో మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్, పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ వంటి ఇతర ఆక్సికారక ద్రవ్యములను ఆక్సిహరించును.

హైడ్రోజనికరణము : అసంతృప్త కార్బన్ యాగికములు (ద్వి, త్రిబంధములుకల) సూక్ష్మరూపమున ఉన్న నికెల్ థాతువు ప్రేరక సన్నిధిలో హైడ్రోజన్ తో సంయోగించి సంతృప్తయాగికములను ఒసంగును. ఈ ప్రక్రియ నేడు నేతివంటి వనస్పతి (డాల్డా) ద్రవ్యముల సాధనకు ఉపయోగింపబడుచున్నది.

హైజన్ బర్గ్, వెర్నర్ కార్ల్ (జననము 1901): జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని. మ్యూనిక్, గాటింగన్ యూనివర్సిటీలయందు విద్యనభ్యసించి 1927లో లైప్సిగ్ యూనివర్సిటీయందు భౌతికశాస్త్రాచార్య పదవిని స్వీకరించెను. గణితమును ప్రయోగించి కాంతినిగూర్చి చేసిన పరిశోధనలకు హైజన్ బర్గ్ నోబెల్ బహుమానము పొందెను. తరంగయాంత్రికశాస్త్రములో ఈయనచేసిన పరిశోధనలు ప్రపంచఖ్యాతిని గడించినవి. హైజన్ బర్గ్ స్థాపించిన 'అనిశ్చయతా సూత్రము' (చూ. పు. 139) ఆయనను ప్రపంచ ప్రఖ్యాత విజ్ఞానిగా ఒనర్చినది. ఇవిగాక మేట్రీక్సు యంత్రశాస్త్రము (1925), క్వాంటం సిద్ధాంతము, పరమాణురచన, జేమాన్ ఫలితము హైజన్ బర్గ్ పరిశోధనలలో పేర్కొనదగినవి.

హోమ్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 67; సంకేతము Ho; పరమాణుభారము 164.94; దీని ఉనికిని 1879 లో క్లీవ్ కనుగొనెను.

\*\*\*



# సూచిక

అ

అంకగణితము (Arithmetic) 1, 2  
అంగారము (Carbon) 257  
అంతఃకేవలము 512  
అంతరాళము (Space) 487, 617  
అంతరాళ రాసాయనిక శాస్త్రము  
(Stereo (spatial) chemistry, Chemis-  
try in space) 108  
అంధయుగము (Dark age) 12  
అంశమాపనక్రియ 696, 701  
అంశమాపనము 119, 696, 703  
అకర్పన (Inorganic) 558  
అకర్పన ద్రవ్యము (Inorganic matter)  
100, 101, 416, 612  
అకర్పన యోగికము(లు) (Inorganic  
compound(s) 100, 242, 416, 486,  
558, 562, 623, 656  
అకర్పన యోగిక విశ్లేషణము (Analysis  
of inorganic compounds) 690  
అకర్పన రాసాయనిక శాస్త్రము (Inorga-  
nic chemistry) 119, 542, 727,  
739  
అకర్పన లవణములు 655, 656  
అకర్పన లవణాధారములు 655  
అకర్పన శాస్త్రము 515  
అకర్పనామ్లము (Inorganic acid) 655  
అక్యుములేటర్ (Accumulator) 692,  
699  
అక్రోలీన్ (Acrolein) 198  
అక్షము (Axis) 608  
అక్షికటకనాభిదైర్ఘ్యము 399  
అక్షికటకము (Eye piece) 397, 398,  
399, 400  
అక్షిపటలము 398  
అగరు 471  
అగిసెనూనె (Linseed oil) 124  
అగ్నినిర్వాపకములు (Fire extingui-  
shers) 124  
అగ్నివాయువు (Fire air) 80, 81  
అగ్నిశిల (Igneous) 553, 514, 531  
అగ్రాన్యూతో పైటోసిస్ 118  
అగ్రికొల (Agricola, Georgius) 72  
అడ్డుపొర ఘటములు (Crossed-layer  
cells) 253

అణు ఆయతనము (Molecular volume)  
132, 629  
అణుకిరణములు (Molecular rays) 124  
అణుకృత్తనాంకోన్నతి (Molecular  
elevation of boiling point) 419, 420  
అణుచలనశక్తి (Kinetic energy of  
molecules) 376, 716, 717  
అణుచలన సిద్ధాంతము (Kinetic theory)  
125, 532  
అణుద్రవ్యరాశి 716  
అణునిష్పత్తి 413  
అణునైట్రోజన్ 441  
అణుభారనిర్ణయము (Determination of  
molecular weight) 126, 565, 629,  
632  
అణుభారము (Molecular weight) 412,  
419, 479, 629, 631, 652, 658,  
657  
అణుభారవిద్యుద్వాహకత 650  
అణుభావము (Molecular concept) 125,  
457  
అణుభావము-అణుభారభావము (Mole-  
cular & molecular weight concepts)  
132, 455, 596  
అణుభావము-నవీన భౌతిక శాస్త్రము  
(The concept of molecule &  
modern physics) 134  
అణుభిన్నాంకము 413, 420  
అణుభ్రమణము (Molecular rotation) 242  
అణుయోగికము 565  
అణురచన (Molecular structure) 136,  
314, 555, 560, 615, 616, 625  
అణువక్రీభవన సామర్థ్యము (Molecular  
refractivity) 588  
అణువర్ణమాల (Molecular spectrum) 138  
అణువాహకత 648  
అణువిశిష్టోష్ణత 716  
అణువు (Molecule) 91, 94, 217, 226,  
485, 504, 505, 558, 560, 630,  
653, 708  
అణువేగము 716  
అణుసంఖ్య 716  
అణుసాంకేతికము (Molecular formula)  
508, 554, 555

అణుసాంద్రత 492, 668, 760  
అణుసాంద్రతా నియమము 138, 572,  
573, 574, 655, 656, 668  
అణుహిమాంకావనతి 420  
అణ్వస్త్రములు (Atomic weapons) 138  
అరాపక ప్రక్రియ (Adiabatic process)  
138  
అతినిలలోహిత కిరణములు 646  
అతिसంతృప్తద్రావణములు (Super satu-  
rated solutions) 416  
అత్తరు 471  
అదృశ్యపు ఫిలమెంటు 480  
అద్దక ప్రక్రియ 615  
అద్దకము (Dyeing) 612  
అద్రావ్యత 74, 690  
అద్రావ్యములు (Insolubles) 416  
అధాతుద్రవ్యములు 416  
అధాతువులు 446, 533  
అధిక కావక్రమమాపకము 479  
అధికీకరణ కటకములు 744  
అధికీకరణము (Magnification) 745  
అధికీకరణ సామర్థ్యము (Magnifying  
power) 399  
అధికోష్ణతా జనకములు 205  
అధిచూషణ (Adsorption) 139, 302,  
616, 723  
అధిచూషణవాదము 492  
అధ్రువక బంధము 561  
అధ్రువక యోజనీయత 561  
అధ్రువిత 563  
అధ్రువిత యోగికములు 563  
అనంతము (Infinity) 2  
అనంతవిలయనస్థితి (Infinite dilution)  
651, 653, 654, 657  
అనమ్య (Rigid) 608  
అనాక్సమాండర్ (Anaximander) 7  
అనాటమీ (Anatomy) 763  
అనాయసధాతు మిశ్రమములు (Non  
ferrous alloys) 426  
అనార్థ్యత 10, 62, 67  
అనిశ్చయతాసూత్రము (Principle of  
uncertainty) 139, 370, 469, 498,  
772  
అనుకంపా గ్రంథము 66



అనుదైర్ఘ్యము 429, 430, 432  
 అనుదృశ్యశక్తి (Potential energy) 4, 5, 409  
 అనునదకము 735  
 అనునదనము (Resonance) 140  
 అనునదనవికరణము 245, 570  
 అనుయోజనము (Copolying) 117  
 అనులోమకటకము 399  
 అనులోమ నిష్పత్తి 410, 480, 601  
 అనులోమానుపాతము 686  
 అనుసూచ్యకారము 508  
 అనుసూత్యధర్మములు (Colligative properties) 140, 418, 582, 652  
 అన్నభేది (Ferrous sulphate) 814, 612  
 అన్నాసోమర్కన్య 123  
 అన్యోన్యప్రేరణము 641, 642  
 అన్వేషణవాతస్థవము (Radio sonde) 321, 823  
 అవకర్షణ (Repulsion) 476, 757  
 అవకర్షణ బలములు (Repelling forces) 457, 465  
 అవసరరసీయ ఘటములు (Irreversible cells) 668  
 అవసరరసీయత 670, 712  
 అపురూపధాతువులు (Rare metals) 140, 462, 538  
 అపురూపమృత్తుధాతువులు 553, 607  
 అపురూపమృత్తులు (Rare earths) 140, 538, 553, 554  
 అపురూపవాయువులు (Rare gases) 143, 463, 557, 561  
 అభినతివర్తులము (Dip circle) 143  
 అభిసరణప్రేషము (Osmotic pressure) 144, 658  
 అమాంటన్ (Amontons Guillaume) 28  
 అమాల్గమేషన్ 634  
 అమిద్గాలిన్ 286  
 అభిసరణప్రేషము 144  
 అమితవిరళద్రావణము 665  
 అమృతద్రావకము 67  
 అమృతాంజనము 472  
 అమెరిసియమ్ (Americium) 123, 144, 553, 741  
 అమైలమ్ (Amylum) 227  
 అమైలేజ్ (Amylase) 228  
 అమోనియమ్ (Ammonium) 67, 211, 261, 476, 577, 668  
 అమోనియమ్ ఆక్సలేట్ (Ammonium oxalate) 142

అమోనియమ్ ఆసిటేట్ (Ammonium acetate) 194, 501, 667  
 అమోనియమ్ కార్బోనేట్ (Ammonium carbonate) 441, 443, 510, 694  
 అమోనియమ్ క్లోరైడ్ (Ammonium chloride) 442, 447, 494, 529, 530, 564, 634, 654, 668, 667, 668, 689, 751, 753  
 అమోనియమ్ గణము (Ammonium radical) 441  
 అమోనియమ్ నైట్రేట్ (Ammonium nitrate) 158  
 అమోనియమ్ ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్ (Ammonium platinum chloride) 494  
 అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ (Ammonium phosphate) 761  
 అమోనియమ్ బైకార్బోనేట్ (Ammonium bicarbonate) 443  
 అమోనియమ్ లవణము (Ammonium salt) 441, 689, 691  
 అమోనియమ్ సల్ఫేట్ (Ammonium sulphate) 212, 320, 441, 442, 555  
 అమోనియమ్ సల్ఫైడ్ (Ammonium sulphide) 344, 443  
 అమోనియమ్ సైనేట్ (Ammonium cyanate) 58, 175, 579  
 అమోనియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Ammonium hydroxide) 158, 668  
 అమోనియమ్ హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ (Ammonium hydrogen sulphide) 443  
 అమోనియమ్ హైడ్రో సల్ఫైడ్ (Ammonium hydro sulphide) 443  
 అమోనియా (Ammonia) 67, 90, 91, 103, 141, 144, 173, 188, 189, 206, 211, 228, 249, 250, 281, 282, 442, 443, 689, 692, 694, 750, 751, 764, 768, 771, 769  
 అమోనియా లిక్వర్ (Ammonia liquor) 442  
 అయన్ ప్రవాహము (Ion current) 145  
 అయన్లు (Ions) 48, 49, 58, 97, 143, 144, 145, 154, 166, 185, 246, 286, 317, 340, 344, 441, 463, 495, 501, 553, 554, 557, 558, 559, 560, 562, 564, 571, 582, 623, 645, 648, 651, 652,

653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 667, 689, 696, 704  
 అయన్లు - అయనీకరణము (Ions & Ionisation) 141  
 అయన్ యాగికములు 562, 580, 664  
 అయన్ విచ్ఛేదన సిద్ధాంతము 654, 665  
 అయన్ విచ్ఛేదన ప్రక్రియ 655  
 అయన్ విచ్ఛేదనాంశ 665  
 అయన్ విశ్లేషణ సిద్ధాంతము 667  
 అయన్ సిద్ధాంతము (Theory of ions) 146, 646  
 అయనీకరణ మందిరము 686  
 అయనీకరణము (Ionisation) 297, 340, 376, 437, 497, 597, 600, 645, 686  
 అయనీకరణహీనియమ్ 514  
 అయనీకరణ సిద్ధాంతము (Theory of ionisation) 496  
 అయనీకరణోష్ణత (Heat of ionisation) 378  
 అయస్కాంత అక్షము (Magnetic axis) 149  
 అయస్కాంత ఆకర్షణ బలము (Magnetic force of attraction) 426  
 అయస్కాంత కర్పరము 672  
 అయస్కాంత క్రియ 673  
 అయస్కాంత క్షేత్ర నిర్ణీతసంఖ్య 672, 674  
 అయస్కాంత క్షేత్రబలము (Force of magnetic field) 488, 512, 518, 682  
 అయస్కాంత క్షేత్రము (Magnetic field) 5, 146, 319, 478, 488, 497, 600, 671, 675  
 అయస్కాంత గ్రాహకము 637  
 అయస్కాంతత్వము (Magnetism) 35, 489, 513, 532, 636, 671, 674, 675, 678, 679, 680, 686  
 అయస్కాంత ధ్రువబలము 672  
 అయస్కాంత ధ్రువము (Magnetic pole) 321, 512, 513, 671, 673, 676, 686  
 అయస్కాంత ప్రమాణము (Magnetic unit) 473  
 అయస్కాంత ప్రరోచనము (Magnetic induction) 675, 676  
 అయస్కాంత ప్రవాహము 675



అయస్కాంత ప్రేరణము 674  
 అయస్కాంత ఫలము 681  
 అయస్కాంతబలము 502  
 అయస్కాంత విభ్రమిష (Magnetic moment) 151, 450, 672  
 అయస్కాంతము (Magnet) 149, 536, 637, 671, 674, 679  
 అయస్కాంతము, ప్రేరిత (Induced magnetism)  
 అయస్కాంత విభజనము 535, 536  
 అయస్కాంతకాంత్రము (Magnetism) 4  
 అయస్కాంత సాంద్రత 675  
 అయస్కాంత సిద్ధాంతము 676, 679  
 అయస్కాంత సిద్ధాంతము, ఆధునిక 674  
 అయస్కాంత స్పందనరూపము 429  
 అయస్కాంత స్పందము 512  
 అయస్కాంత స్వభావము 535  
 అయస్కాంతాకర్షణ 149, 682  
 అయిడిఫార్మ్ (Iodoform) 769  
 అయిడిమెట్రీ (Iodimetry) 152, 701  
 అయిడిన్ (Iodine) 98, 122, 152, 153, 182, 216, 235, 264, 301, 414, 447, 540, 542, 574, 691, 692, 701, 702, 708, 762, 763, 764, 768, 770  
 అయిడిన్ మోనోక్లోరైడ్లు 768  
 అయిడేట్లు 694  
 అయిడైడ్ (Iodide) 153, 535, 691, 692, 693, 764  
 అయోనియన్ (Ionian) 6, 6, 559  
 అయోనియా (Ionia) 61  
 అర్ ఓర్స్టెడ్ హాన్స్క్రిప్టియన్ (Hans Oersted Christian) 36, 39, 41, 42, 43, 44, 46, 121, 149, 150, 154, 636, 671, 672  
 అరబ్బుల విజ్ఞానము 13  
 అరోరా (Aurora) 154  
 అరోరా ఆస్ట్రాలిస్ (Aurora Australis) 154  
 అరోరా హోరియాలిస్ (Aurora Borealis) 154  
 అర్గ్ (Erg) 99, 144, 155, 231, 233, 306, 377, 409, 410, 453, 454, 629, 704  
 అర్థజీవిత వ్యవధి (Half life period) 553 600, 601  
 అర్థద్రువిచబంధము 155  
 అర్థప్రమాణము 696

అర్ధప్రవేశ్యత్వచము (Semi permeable membrane) 96, 155, 418  
 అర్ధప్రేషణము 631  
 అర్ధవిద్యుద్వాహకములు (Semiconductors) 155  
 అర్ధవ్యాసము (Radius) 634  
 అలిజరిన్ (Alizarin) 509, 613  
 అలైల్ అయిడైడ్ (Alyl iodide) 766  
 అల్పోష్ణతా జనకములు (Low heat producers) 205, 207  
 అల్యూమినా (Alumina) 87, 747  
 అల్యూమినియము (Aluminium) 156, 185, 218, 219, 320, 481, 499, 500, 510, 511, 535, 538, 540, 542, 555, 562, 602, 603, 605, 607, 613, 616, 632, 633, 650, 680, 748, 771  
 అల్యూమినియము అమోనియమ్ సల్ఫేట్ (Aluminium ammonium sulphate) 320  
 అల్యూమినియము అయన్లు (Aluminium ions) 301  
 అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ (Aluminium oxide) 486, 491, 538, 696, 771  
 అల్యూమినియము ఆలమ్ 555  
 అల్యూమినియము కార్బైడ్ (Aluminium carbide) 159  
 అల్యూమినియము క్లోరైడ్ (Aluminium chloride) 181, 182  
 అల్యూమినియము నైట్రిడ్ (Aluminium nitride) 442, 562  
 అల్యూమినియము బ్రోమైడ్ (Aluminium bromide) 513  
 అల్యూమినియము వర్గము (Aluminium group) 159, 320  
 అల్యూమినియము సల్ఫేట్ (Aluminium sulphate) 158, 320 557  
 అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ (Aluminium hydroxide) 157, 300  
 అల్లమాన్ 425  
 అల్లము 471  
 అవక్షేపన విధానములు (Precipitation method) 689  
 అవక్షేపము 538, 696  
 అవరుద్ధ తరంగములు (Damped Waves) 159  
 అవలంబకము 159  
 అవలంబితము (Suspended) 159

అవస్థ (Phase) 159, 492  
 అవస్థాకోణము (Phase angle) 160  
 అవస్థాతరంగములు (Phase waves) 160  
 అవస్థానియమము (Phase law) 161  
 అవస్థాభేదశీల్పము 745  
 అనిచ్ఛిన్న వర్ణమాల (Continuous spectrum) 161, 616, 617, 619  
 అవిద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము 652  
 అవిద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావ్యము 658  
 అవిద్యుద్వాహక ద్రావణము (Non-conducting Solution) 418, 652  
 అవిద్యుద్వాహకములు (Electrical non conductors) 560, 564, 646  
 అవిభాజ్యపరమాణుభావము 457  
 అవిశ్లేషకాష్ణము 668  
 అవిశ్లేషితజ్వారము 668  
 అవిశ్లేషితలవణసాంద్రత 668  
 అవిసెనూనె (Linseed oil) 161  
 అశ్రువాయువు (Tear gas) 162  
 అష్టకపూర్తి 563, 564  
 అష్టకము (Octet) 431, 565  
 అసంతృప్త యోగికములు (Unsaturated compounds) 268, 624  
 అసంతృప్త వివృత యోగికములు (Unsaturated open compounds) 766  
 అసంతృప్త ప్రొడ్రోకార్బన్లు 193  
 అసంపూర్ణ వర్ణము 95  
 అసాధారణవర్ణ విశ్లేషణము (Anomolus dispersion) 162  
 అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు 109  
 అస్థిరసమతాస్థితి 319  
 అస్ఫటికము 185, 258, 736, 740  
 అస్ఫటిక స్థితి 504

## ఆ

ఆంగ్స్ట్రమ్ (Angstrom) 41  
 ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్ (Angstrom unit) 41, 48, 162, 221, 231, 584  
 ఆంగ్లిసైట్ (Anglesite) 313  
 ఆంటిమోని (Antimony) 35, 46, 72, 122, 162, 187, 427, 533, 538, 540, 566, 591  
 ఆంటిమోనిక్ ఆసిడ్ 188  
 ఆంటిమోనిక్లోరైడ్ (Antimony chloride) 186, 768  
 ఆంటిమోని ట్రిఆక్సైడ్ (Antimony trioxide) 188  
 ఆంటిమోని ట్రిఎథిల్ (Antimony triethyl) 104



అంటిమోని పెంటాక్లోరైడ్ (Antimony penta chloride) 768  
 అంటిమోని పెంటాక్సైడ్ (Antimony pentoxide) 188  
 అంటిమోనియస్ (Antimonius) 187  
 అంటిమోని సల్ఫైడ్ (Antimony sulphide) 186, 313  
 అంటిమోనేట్ 187  
 అంటికేథోడ్ (Anticathode) 220, 221, 226  
 అంటిపైరిన్ (Antipyrine) 280, 707  
 అంటిఫీనిల్ పొటాసియమ్ డయాజాటేట్ (Antiphenyl potassium diazotate) 110  
 అంటిబయాటిక్ 708  
 అంటిరూపము 110  
 ఆండర్సన్, కార్ల్ డేవిడ్ (Carl David Anderson) 156, **162**, 168, 323, 358, 554, 768  
 ఆండ్రీసిగ్స్ముండ్ మార్గ్రాఫ్ (Marggraf Andreas Sigismund) 121  
 అంతరపూరణము (Internal compensation) 248  
 అంతరప్రేషము 681  
 అంతర్వికిరణము (Internal radiation) 252, 258  
 అంతసైనిన్లు (Anthacyanines) **163**, 610  
 అంతసైనైడ్ (Antha cyanide) 168  
 అంత్రాక్విన్ (Anthra quinone) 175, 508, 509, 610, 612  
 అంత్రగెలాల్ 618  
 అంత్రసీన్ (Anthracene) **163**, 181, 206, 506, 508, 509, 707  
 అంత్రసైట్ (Anthracite) **163**, 204  
 అంపియర్ (Ampere) 42, 43, 44, 150, 151, **163**, 221, 237, 647, 657, 670, 672, 680, 759  
 అంపియర్ నియమము (Ampere law) **163**, 672  
 అంపియర్ యూనిట్ (Ampere unit) **164**  
 అంపియర్ సిద్ధాంతము 672, 673  
 అంప్లిఫయర్ (Amplifier) 640  
 అంబర్ గ్రేస్ 472  
 అంబర్ స్పెర్మ్ (Amber sperm) 472  
 అంబరు (Amber) 20  
 అంశిక అయస్ విచ్ఛేదనము 666  
 అంశిక ప్రేషము (Partial pressure) 412, 413

అంశిక విద్యుత్ విశ్లేషణము 320  
 అంశిక శూన్యము 594  
 అంశిక స్ఫటికీకరణము **164**  
 అంశిక స్ఫటికీకరణ విధానము 587  
 అంశిక స్వేదన నాళము 58  
 అంశిక స్వేదన ప్రక్రియ (Fractional distillation process) 587  
 అంశిక స్వేదనము (Fractional distillation) **164**, 508, 515, 587  
 అంశికరణ నాళము 588  
 ఆకర్షణ (Attraction) 476, 686, 757  
 ఆకర్షణ చక్ర విద్యుత్స్థావకము 759  
 ఆకర్షణ బలము 630, 671, 673  
 ఆకాశకము (Aerial) 640, 642  
 ఆకాశబుట్ట 321  
 ఆక్టిన్ (Actin) 494  
 ఆక్టినాన్ (Actinon) 342  
 ఆక్టినియమ్ (Actinium) 128, **164**, 342, 599, 660, 754  
 ఆక్టినైడ్ (Actinide) 518, 558  
 ఆక్టినో-యురేనియమ్ (Actino-Uranium) 602  
 ఆక్టివ్ అమిల్ ఆల్కహాల్ (Active amyl alcohol) 193  
 ఆక్టివ్ హైడ్రోజన్ (Active hydrogen) 417  
 ఆక్టేన్ (Octane) 108, **164**, 205  
 ఆక్టేన్ రేటింగ్ (Octane rating) 205  
 ఆక్రిలిక్ ఆసిడ్ (Acrylic acid) 175, 277  
 ఆక్వారెజియా (Aqua regia) 494, 501, 693  
 ఆక్సలిల్ యూరియా (Oxalye urea) 281  
 ఆక్సలేట్ (Oxalate) 141, 142, 416, 691, 692, 694, 700, 701  
 ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ (Oxalic acid) 87, 108, 261, 271, 273, 276, 492, 698, 750  
 ఆక్సిజన్ (Oxygen) 3, 4, 35, 55, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 101, 102, 103, 104, 121, 133, 136, 137, 138, 141, 155, 157, **164**, 165, 169, 175, 185, 200, 210, 217, 236, 250, 259, 260, 262, 263, 264, 273, 287, 313, 314, 315, 317, 318, 340, 341, 342, 378, 379, 414, 417, 422, 441, 448, 444, 445, 446, 455, 475, 479, 491, 492, 495,

498, 500, 504, 511, 536, 587, 538, 540, 541, 554, 557, 559, 562, 565, 580, 594, 597, 605, 614, 616, 649, 663, 690, 691, 692, 701, 705, 708, 711, 713, 714, 742, 746, 753, 768, 769, 770, 771, 772  
 ఆక్సిజన్ పరమాణువు (Oxygen atom) 597  
 ఆక్సిజన్ మాపకము 699  
 ఆక్సిజన్ వ్యుత్పన్నములు 768  
 ఆక్సిటోసిన్ 358  
 ఆక్సిమెరేజ్ 494, 663  
 ఆక్సిలరేటర్ (Accelerator) 704  
 ఆక్సి ఆసిటిలీన్ (Oxy acetelin) 768  
 ఆక్సికరణద్రవ్యములు 608, 691, 692  
 ఆక్సికరణము (Oxidation) 101, 164, 302, 518, 530, 663, 688, 689, 692  
 ఆక్సికరణము-ఆక్సిహరణము (Oxidation-reduction) **166**  
 ఆక్సికరణ విధానము 689  
 ఆక్సికరించుట 669, 699  
 ఆక్సికారక మాపనము (Estimation of oxydizing agent) **702**  
 ఆక్సికారకము 711  
 ఆక్సిమ్ (Oxime) 197, 279  
 ఆక్సిహరణ ద్రవ్యమాపనము (Oxidometry) 702  
 ఆక్సిహరణ ద్రవ్యములు 699  
 ఆక్సిహరణ ప్రక్రియ 507, 589, 664  
 ఆక్సిహరణము (Reduction) 191, 302, 518, 529, 530, 535, 538, 539, 567, 613, 633, 664, 688, 689, 692, 699, 708, 740, 752, 771  
 ఆక్సిహరణ విధానము **608**, 689  
 ఆక్సిహరణ సాధనయములు 608  
 ఆక్సిహరకము 711  
 ఆక్సి - హైడ్రోజన్ 165  
 ఆక్సైడ్ (Oxide) 140, 141, 142, 143, 156, 158, 164, 165, **166**, 208, 211, 235, 315, 316, 353, 443, 446, 471, 495, 500, 511, 529, 530, 531, 534, 535, 536, 538, 539, 739, 740, 742, 754  
 ఆగ్స్ (కోప్) (వర్ణవర్ధకములు) 612, 624  
 ఆగేట్ (Agate) 303, 388, 738



అఘాత ప్రేషము 376  
 అఘాతము (Beat) 876, 880  
 అఘాత స్వభావము (Nature of beat) 29  
 అఘాత స్వరములు (Beat notes) 166, 492  
 అఘాతోత్పత్తినము 709  
 ఆజోఎమైడ్ (Azo amide) 441  
 ఆజోక్సీ బెన్జీన్ (Azoxy benzene) 174  
 ఆజోగణము (Azoradical) 173, 612  
 ఆజోబెన్జీన్ (Azobenzene) 173, 174, 624  
 ఆజోరంగులు (Azo dyes) 444, 612, 752  
 ఆజోరైట్ (Azurite) 260, 566  
 ఆజోల్ (Azole) 167  
 ఆజోవర్ణద్రవ్యము (Azodyes) 505, 616  
 అటం (Atom) 62, 138  
 అటంబాంబు (Atom bomb) 155, 167, 168, 170, 232, 234, 255, 340, 455, 376, 499, 510, 514, 531, 553, 606, 726, 741  
 ఆటెబ్రీన్ (Atebrin) 117  
 ఆటోకటాలిసిస్ (Auto catalysis) 491  
 ఆటోఫాన్ గేరికే (Autovon Guerike) 24, 327  
 ఆటోఫిషర్ (Otto Fischer) 118  
 ఆటోహాన్ (Otto Hahn) 123, 493  
 ఆడ్లింగ్ (Odling) 103, 104  
 ఆడిపిక్ ఆసిడ్ (Adipic acid) 624, 625  
 ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ వాల్వు (Audio frequency valve) 644  
 ఆడియోఫ్రీక్వెన్సీ ట్రాన్స్ఫార్మర్ (Audic frequency transformer) 644  
 ఆడిసన్, టామస్ అల్వా (Thomas Alva Edison) 171, 226, 328, 639  
 ఆడిసన్ ఫలితము (Edison effect) 638  
 ఆడిసన్ సంచాయక ఘటము 663, 669, 670  
 ఆవత తంతువులు 430  
 ఆర్యవేష్టనము (Primary coil) 489  
 ఆధారబిందువు 608  
 ఆధారయోగికము (Base compound) 228  
 ఆన్ హైడ్రైడ్ (Anhydride) 275, 276, 444  
 ఆనాక్సమేనీస్ (Anaximenes) 7  
 ఆనాక్సాగోరస్ (Anaxagoras) 7  
 ఆనిలీన్ (Aniline) 172, 179, 181, 589, 614, 615, 752,

ఆనిలీన్ బ్లాక్ (Aniline black) 180, 615  
 ఆనిలీన్ బ్లూ (Aniline blue) 175  
 ఆనిలీన్ ప్యూచున్నములు (Aniline derivatives) 180  
 ఆనిసాల్డిహైడ్ (Anisaldehyde) 118, 119  
 ఆనిసోల్ 177  
 ఆనెక్సీన్ 118  
 ఆప్టైజ్ నిక్లు 611, 612  
 ఆప్టైజ్ నిడీన్ 611, 612  
 ఆపటైట్ (Apatite) 287  
 ఆపిల్టన్, ఎడ్వర్డ్ విక్టర్ (Edward Victor Appleton) 172  
 ఆపిల్టన్ స్తరము (Appleton layer) 172  
 ఆమెత్థిస్ (Amethyst) 738  
 ఆమిల్ ఆల్కహాల్ (Amyl alcohol) 193, 196  
 ఆమిల్ ఆసిటేట్ దీపము (Amyl acetate lamp) 395  
 ఆమెత్థిస్ (Amethyst) 227, 228, 285, 494  
 ఆముదము 317  
 ఆమ్మీటర్ (Ammeter) 172, 221, 646, 684  
 ఆమ్లఎమైడ్ (Acid amide) 281  
 ఆమ్లవారమితి, (Acid alkalimetry) 697  
 ఆమ్లగణములు 616, 695  
 ఆమ్లమార్షెంట్ రంగులు 616  
 ఆమ్లము (Acid) 224, 269, 317, 388, 416, 476, 501, 511, 514, 530, 531, 555, 597, 646, 656, 668, 681, 740 (చూ. ఆసిడ్)  
 ఆమ్లములు - లవణాధారములు (Acids-Bases) 172, 441, 493  
 ఆమ్లవర్ణ ద్రవ్యములు 616  
 ఆమ్లసాంద్రత 666  
 ఆమ్లాంగములు 560  
 ఆమ్లికృత పాటాసియమ్ అయిడైడ్ 702  
 ఆయతనము (Volume) 89, 315, 409, 414, 417, 479, 502, 555, 593, 626, 627, 628, 629, 630, 648, 650, 653, 713  
 ఆయతనాత్మకములు 688, 689  
 ఆయతనాత్మకవిధానములు 689, 690  
 ఆయతనాత్మక విశ్లేషణము 173  
 ఆయతనాత్మక విశ్లేషణవిధానము 482  
 ఆయిలర్, లెవాన్ హార్డ్ (Euler Leonhard) 28, 29, 36, 306

ఆర్ థెడ్ సన్ జోహాన్ ఆగస్ట్ (J. A. Arfvedson) 121  
 ఆర్కిడిక్ ఆసిడ్ (Archidic acid) 278, 305  
 ఆరగొనైట్ (Aragonite) 503  
 ఆరాగో 38, 43, 150  
 ఆరిక్ క్లోరైడ్ (Auric chloride) 501  
 ఆరిన్ రంగులు 612, 613  
 ఆరిల్ గణము 262, 529  
 ఆరిస్టాటిల్ (Aristotle) 8, 9, 10, 12, 14, 15, 17, 18, 20, 54, 62, 63, 64, 67, 68, 73, 74, 75, 326, 718  
 ఆరిస్టార్కుస్ (Aristarchus) 16  
 ఆరేనియస్, స్వాంటే (Svan'te August Arrhenius) 58, 97, 99, 173, 496, 651, 654, 656  
 ఆరేనియస్ విచ్ఛిన్నాంశము 656  
 ఆరేనియస్ సిద్ధాంతము (Arrhenius theory) 58, 99, 172, 651, 655  
 ఆరోమాటిక్ ఆజోయోగికములు (Aromatic azo compounds) 173  
 ఆరోమాటిక్ ఆల్కహాల్ (Aromatic alcohols) 175, 198, 194  
 ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్లు (Aromatic aldehydes) 175, 198  
 ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్లు (Aromatic acids) 175  
 ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ ప్యూచున్నములు (Aromatic acid derivatives) 175, 320, 497, 513, 623  
 ఆరోమాటిక్ ఎమీన్లు (Aromatic amines) 179  
 ఆరోమాటిక్ కీటోన్లు (Aromatic ketones) 180  
 ఆరోమాటిక్ డై ఆజోయోగికములు (Aromatic diazo compounds) 180  
 ఆరోమాటిక్ నైట్రో యోగికములు (Aromatic nitro compounds) 180, 447  
 ఆరోమాటిక్ ప్రైమరీ ఎమీన్ (Aromatic primary amine)  
 ఆరోమాటిక్ సబ్స్టిట్యూషన్స్ (Aromatic substitutions) 113  
 ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్లు (Aromatic hydrocarbons) 140, 181, 182, 513  
 ఆర్క్ (Arc) 445



అర్కిమీడిజ్ (Archimedes) 11, 12, 20, 28, 127, **184**, 503  
 అర్కిమీడిజ్ సూత్రము (Archimedes principle) **184**, 185, 491  
 ఆర్గాన్ (Argon) 121, **184**, 305, 341, 342, 414, 422, 459, 542, 562, 570, 645, 646  
 ఆర్జెన్టైట్ 77  
 ఆర్జెన్టైట్ (Argentite) 709  
 ఆర్జెన్ 106, 107, 176, 177, 178, 187, 188  
 ఆర్జెన్ ఆసిడ్ 515  
 ఆర్జెన్ క్విన్ న్ ఇవున్ రంగులు 614  
 ఆర్జెన్ క్విన్ న్ (Ortho quinone) 178  
 ఆర్జెన్ టాల్మిడిన్ 695  
 ఆర్జెన్ టెలురిక్ ఆసిడ్ 740  
 ఆర్జెన్ డై హైడ్రైక్ బెన్జీన్ (Ortho dihydric benzene) 178  
 ఆర్జెన్ నైట్రో ఫీనిల్ ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్ 709  
 ఆర్జెన్ ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ 518  
 ఆర్జెన్ బోరిక్ ఆసిడ్ 515  
 ఆర్జెన్ యావము 771  
 ఆర్జెన్ హైడ్రాక్సి ఆజో బెన్జీన్ 624  
 ఆర్జెన్ హైడ్రోజన్ (Ortho hydrogen) 450  
 ఆర్ద్రత (Humidity) 10, 62, 67, 606  
 ఆర్నోల్డ్ డ్రావణము (Arnold solution) 285  
 ఆర్నోల్డ్ విల్లనోవా (Arnold Villanova) 71  
 ఆర్మ్స్ట్రాంగ్ (William George Armstrong) 106  
 ఆర్మేచర్ (Armature) 200  
 ఆర్సైన్ (Arsine) 186, 491, 533  
 ఆర్సెన్ కీజ్ 186  
 ఆర్సెనిక్ (Arsenic) 104, 121, **185**, 186, 187, 316, 343, 353, 499, 518, 540, 556, 566, 705, 770  
 ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ (Arsenic acid) 187, 702  
 ఆర్సెనిక్ క్లోరైడ్ (Arsenic chloride) 187  
 ఆర్సెనిక్ ట్రై ఆక్సైడ్ (Arsenic trioxide) 186, 188, 187, 316  
 ఆర్సెనిక్ ట్రై క్లోరైడ్ (Arsenic trichloride) 187  
 ఆర్సెనిక్ ట్రై మెథిల్ (Arsenic trimethyl) 104  
 ఆర్సెనిక్ ట్రై సల్ఫైడ్ (Arsenic trisulphide) 511

ఆర్సెనిక్ పెంటాక్సైడ్ (Arsenic pentoxide) 187, 188  
 ఆర్సెనిక్ పెంటాసల్ఫైడ్ (Arsenic penta sulphide) 511, 556  
 ఆర్సెనిక్ బ్లూమ్ (Arsenic bloom) 186, 187  
 ఆర్సెనిక్ యాగికము (Arsenic compound) 582  
 ఆర్సెనిక్ వర్గము (Arsenic group) **185**  
 ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్ (Arsenic sulphide) 299, 300, 313, 443  
 ఆర్సెనిక్ హైడ్రోజన్ (Arsenic hydrogen) 533  
 ఆర్సెనిక్ హైడ్రోజన్ సల్ఫేట్ (Arsenic hydrogen sulphate) 770  
 ఆర్సెనీయస్ ఆక్సైడ్ (Arsenious oxide) 444  
 ఆర్సెనేట్ (Arsenate) 694, 761  
 ఆర్సెనైట్ (Arsenite) 694  
 ఆల్ నైట్ 141, 157  
 ఆల్ రాజీ 66, 68  
 ఆల్ హుస్సేన్ 68  
 ఆలండం (Alundum) 156  
 ఆలనీన్ ఎమీనో ఆసిడ్ 494  
 ఆలమ్ (Alum) 158, 418, 314  
 అలెగ్జాండర్ (Alexander) 8, 9, 10  
 అలెగ్జాండర్ గ్రాహమ్ బెల్ (Alexander Graham Bell) 359  
 అలెగ్జాండర్ రాబర్ట్స్ టాన్ 76  
 అలెగ్జాండ్రీయా (Alexandria) 2, 10, 11, 12, 13, 61  
 అలెగ్జాండ్రీయా రసవాదము (Alexandrian alchemy) 71  
 అలెగ్జాండ్రీయా సంప్రదాయము (Alexandrian school) 2  
 అలిజరిన్ (Alizarin) 750  
 అలిఫాటిక్ (Aliphatic) 105, 111, 193, 206, 764  
 అలిఫాటిక్ అల్కహాల్ (Aliphatic alcohol) 193, 194, 278  
 అలిఫాటిక్ ఆసిడ్ (Aliphatic acid) 175, 279, 280, 472  
 అలిఫాటిక్ ఈథర్ (Aliphatic ether) 193, 447  
 అలిఫాటిక్ ఎమీన్ (Aliphatic amine) 179, 187, **188**, 447  
 అలిఫాటిక్ టెర్షియరీ అల్కహాల్ (Aliphatic tertiary alcohol) 176

అలిఫాటిక్ నైట్రో యాగికములు (Aliphatic nitro-compounds) 447  
 అలిఫాటిక్ హైడ్రోకార్బన్లు (Aliphatic hydro carbons) 182, 764  
 అలివర్ లాజ్ (Oliver Lodge) 637  
 అలిసన్ 123  
 అలు నైట్ 157  
 ఆలోసిసిన్నామిక్ ఆసిడ్ 175  
 అల్కలాయిడ్లు (Alkaloids) 179, **189**, 244, 292, 485, 509, 706, 707, 742  
 అల్కలి ఛాతువులు (Alkali metals) **190**, 416, 483, 597, 606, 610  
 అల్కహాల్లు (Alcohols) 42, 102, 175, 176, 179, **190**, 191, 192, 193, 205, 213, 227, 262, 299, 313, 358, 360, 393, 414, 441, 447, 471, 472, 473, 475, 495, 530, 572, 597, 598, 615, 698, 707, 728, 765, 765, 766, 768, 769  
 అల్కహాలిక్ పొటాష్ (Alcoholic potash) 189, 194  
 అల్కహాలిక్ హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ (Alcoholic hydrogen per oxide) 695  
 అల్కిమియా (Alchimia) 72  
 అల్కిల్ అయైడైడ్ (Alkyl iodide) 181, 263  
 అల్కిల్ ఎమీన్ (Alkyl amine) 174  
 అల్కిల్ ఐసోనైసైడ్ (Alkyl iso cyanide) 195  
 అల్కిల్ క్లోరైడ్ (Alkyl chloride) 191  
 అల్కిల్ గణము (Alkyl radical) 175, 180, 189, 193, 262, 280, 509, 764  
 అల్కిల్ సైనైడ్లు (Alkyl cyanide) **194**, 195, 273  
 అల్కిల్ హేలైడ్లు (Alkyl halide) 191, 194, 195, 262, 447  
 అల్కిల్ హైడ్రోజన్ (Alkyl hydrogen) 191  
 అల్కిలేషన్ 518  
 అల్కెమీ (Alchemy) 55  
 ఆల్గే (Algae) 153  
 ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంట్ (Alternating current) **195**, 445  
 ఆల్డర్ కుర్ద్ (Alder kurdi) **195**, 358  
 ఆల్డిహైడ్ - అసంపృప్త 191, 262



అల్డిహైడ్ గణము (Aldehyde radical) 197, 283, 284  
 అల్డిహైడ్ లు (Aldehydes) 162, 175, 191, 194, 195, 196, 197, 257, 273, 283, 284, 360, 471, 625, 705, 768, 769  
 అల్డిహైడ్ లు, కీటోన్ లు (Aldehyds & Ketones) 195, 767, 768  
 ఆల్ఫా ( $\alpha$ ) కణములు (Alpha particles) 168, 199, 229, 449, 493, 510, 511, 600, 601, 602, 603, 704  
 ఆల్ఫా ( $\alpha$ ) కిరణములు (Alpha rays) 190, 199, 450, 319, 320, 456, 597, 599, 600  
 ఆల్ఫాగంధకము 505  
 ఆల్ఫా స్థానము 506  
 ఆల్ఫూరూసీ 69  
 ఆల్బైట్ 747  
 అవర్తక్రమ పట్టిక (Periodic table) 95, 461, 462, 542, 557, 727  
 అవర్తక్రమము (Periodicity) 95, 96, 100, 458, 541, 542, 543, 568, 605, 608  
 అవర్తననియమము (Periodic law) 200  
 అవర్తనక్రమములు 541  
 అవర్తివిద్యుత్ 649, 758  
 అవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహపు శక్తి (Alternating current potential) 489, 512, 633, 639  
 అవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహము (Alternating current) 200, 201, 218, 219, 354, 360, 478, 488, 489, 633, 639, 649, 681, 735, 736, 750, 758  
 అవర్తివిద్యుత్ ప్రేషము (Alternating current voltage) 477, 745  
 అవాగాడ్రో, కాంట్ ఏమరే (Count Amedeo Avogadro) 91, 92, 93, 94, 95, 96, 125, 132, 133, 201, 409, 455  
 అవాగాడ్రో కల్పన (Avogadro's hypothesis) 96, 91, 108, 132, 136, 193, 201, 235, 555, 628  
 అవాగాడ్రో సంఖ్య (Avogadro number) 135, 231, 479  
 అవాలు 313  
 అవిష్కరణమార్గము 743  
 అవిష్కరణములు 596  
 అవిసెనా (Avicenna) 68

అప్పుతీ 458  
 అవేశద్రవ్య-(సంచయ) నిష్పత్తి Charge-mass ratio) 201  
 అవేశము (Charge) 422, 425, 465  
 అవేశము-ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి (Charge-mass ratio) 201, 425  
 ఆసిటానిలైడ్ (Acetanilide) 180, 491, 772  
 ఆసిటాల్డాక్సిమ్ (Acetaldoxime) 197  
 ఆసిటాల్డిహైడ్ (Acetaldehyde) 138, 191, 195, 196, 203, 273, 274, 708, 766  
 ఆసిటాల్డిహైడ్ ఫీనిల్ హైడ్రజన్ (Acetaldehyde phenyl hydrazone) 196  
 ఆసిటిక్ ఆన్ హైడ్రైడ్ (Acetic anhydride) 275, 768  
 ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Acetic acid) 102, 136, 137, 138, 144, 191, 195, 196, 198, 204, 273, 274, 276, 278, 280, 419, 572, 655, 656, 691, 694, 727, 765  
 ఆసిటిక్ క్లోరైడ్ (Acetyl chloride) 177, 281  
 ఆసిటిల్ యూరియా (Acetyl urea) 281  
 ఆసిటిలీన్ (Acetylene) 133, 165, 176, 182, 198, 274, 705, 767, 768, 770  
 ఆసిటిలీన్ టెట్రాక్లోరైడ్ (Acetylene tetra chloride) 768  
 ఆసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్ లు (Acetylene hydrocarbons) 767  
 ఆసిటమైడ్ (Acetamide) 103, 189, 194, 275  
 ఆసిటేట్ అయన్ (Acetate ion) 173  
 ఆసిటేట్ లు (Acetates) 274, 285, 416, 598, 691, 693  
 ఆసిటో-ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Aceto-acetic acid) 276  
 ఆసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్ (Aceto-acetic ester) 279, 280, 729  
 ఆసిటోన్ (Acetone) 191, 192, 193, 195, 196, 198, 203, 204, 623, 768, ఆసిటోన్ ఫీనిల్ హైడ్రోజన్ (Acetone phenyl hydrogen) 197  
 ఆసిటోన్ సైనోహైడ్రైన్ (Acetone cyanohydrin) 196  
 ఆసిటోనైట్రైట్ (Acetonitrite) 194, 275

ఆసిటో నైట్రైట్ 194, 273  
 ఆసిటో ఫీనోన్ (Aceto phenone) 180  
 ఆసిడ్ (Acid) 187, 203, 316, 317, 623, 693  
 ఆసిడ్ అయన్ లు (Acid ions) 690, 711, 623  
 ఆసిడ్ ఆక్సైడ్ లు (Acid oxide) 165  
 ఆసిడ్ ఆన్ హైడ్రైడ్ (Acid anhydride) 274, 275  
 ఆసిడ్ ఆల్ఫా (Acid- $\alpha$ ) 507  
 ఆసిడ్ కార్బోనేట్ (Acid carbonate) 260  
 ఆసిడ్ క్లోరైడ్ (Acid chloride) 274, 275  
 ఆసిడ్ బీటా (Acid- $\beta$ ) 507  
 ఆసిడ్ సల్ఫైడ్ (Acid sulphide) 443, 694  
 ఆసిడిల్ క్లోరైడ్ 274  
 ఆసిలేటరీ ఎలక్ట్రిక్ డిస్చార్జ్ (Oscillatory electric discharge) 302  
 ఆసిలేటరు 640, 641  
 ఆసిలోగ్రాఫ్ (Oscillograph) 295  
 ఆస్టన్, ఫ్రాన్సిస్ విలియమ్ (Francis William Aston) 52, 143, 203  
 ఆస్పిరిన్ స్లేవన్ 708  
 ఆస్పిరిలిక్ ఆసిడ్ 708  
 ఆస్పిరిన్ (Aspirin) 178  
 ఆస్ఫల్ట్ 760  
 ఆస్టెస్టస్ (Asbestos) 586, 591, 739  
 ఆస్మియమ్ (Osmium) 122, 203, 462, 463, 494, 495, 541, 553, 557, 597, 564  
 ఆస్మియమ్ ఆక్టోఫ్లోరైడ్ (Osmium octofluoride) 564  
 ఆస్మియమ్ ఫ్లోరైడ్ (Osmium fluoride) 195, 564  
 ఆస్మోసిస్ (Osmosis) 418 (చూ. ద్రవాభిసరణము)  
 ఇంగిలీకము (Cinnabar) 475, 476  
 ఇంజనీరింగు (Engineering) 448  
 ఇంజనీరు (Engineer) 445  
 ఇంటర్ మీడియేట్ ఫ్రీక్వెన్సీ కోయిల్ (Intermediate frequency coil) 644  
 ఇండమీన్ 614  
 ఇండాంబ్రీన్ 614  
 ఇండిగాయిడ్ రంగులు 613



ఇండిగోటిన్ (నీలిమందు) 613  
 ఇండియమ్ (Indium) 122, 159, **203**,  
 353, 354, 542  
 ఇండూలిన్ 615  
 ఇండోఫీనోల్ (Indophenol) 614, 615  
 ఇండోఫీనోల్ బ్లూ 614  
 ఇండోలీన్ (Indolene) 709  
 ఇంద్రధనుస్సు (Rainbow) 609  
 ఇంధనములు (Fuels) 164, **203**, 508  
 ఇంధన వాయువులు (Fuel gases) 592,  
 593, 594, 596  
 ఇట్రీయమ్ (Yttrium) **207**  
 ఇత్తడి (Brass) 426, 567  
 ఇత్తడి రకములు 426  
 ఇన్జెక్టర్ (Injector) 512  
 ఇన్డక్షన్ కోయిల్ (Induction coil)  
 649  
 ఇనుప కడ్డీ (Iron bar) 478  
 ఇనుపరజను (Iron filings) 637  
 ఇనుము (Iron) 3, 121, **208**, 314, 316,  
 426, 455, 475, 479, 489, 491,  
 493, 499, 510, 530, 531, 535,  
 536, 537, 538, 539, 540, 541,  
 566, 608, 613, 609, 616, 633,  
 634, 670, 680, 609, 691, 696,  
 700, 739, 616  
 ఇనుముయొక్క క్లిష్టయోగికములు  
 (Complex compounds of iron) 212  
 ఇనుముయొక్క యోగికములు (Iron  
 compounds) **210**  
 ఇనోసిటోల్ 282  
 ఇన్వర్ట్ చక్కెర (Invert sugar) 284  
 ఇన్వర్టేజ్ (Invertase) 228  
 ఇన్వార్ ఉక్కు (Invar steel) **213**  
 ఇన్సులిన్ (Insulin) 283, 494  
 ఇబ్నెయజీద్ 65  
 ఇమల్షన్ (Emulsion) 299, 598  
 ఇమిడేజోల్ వలయము 485  
 ఇమీన్ రంగులు 612  
 ఇయోసీన్ 518, 613  
 ఇరిడియమ్ (Iridium) 123, **213**, 428,  
 450, 462, 463, 494, 495, 541  
 ఇలాస్టిసిటీ (Elasticity) 756  
 ఇలినియమ్ (Illinium) **213**, 493  
 ఇల్యూమినేటింగ్ గాస్ (Illuminating  
 gas) 442  
 ఇస్పెమింగ్ 741

ఈ

ఈక్వి పొటెన్షియల్ పోయింట్స్  
 (Equipotential points) 650  
 ఈతర్ (Ether) 4, 29, 35, 38, 39,  
 46, 102, 175, 191, 193, (భౌతిక  
 విజ్ఞానము, రాసాయనిక) **213**, 214,  
 220, 262, 273, 286, 291, 302,  
 414, 441, 472, 518, 534, 604,  
 611, 636, 677, 707, 730, 731,  
 748, 764  
 ఈతర్ డ్రిఫ్ట్ (Ether drift) 730  
 ఈనా 709  
 ఈనోల్ (Enol) 279  
 ఈస్టు (Yeast) 192, 227, 228

ఉ

ఉక్కు (Steel) 209, 210, **214**, 446,  
 426, 499, 500, 510, 512, 530,  
 634, 671  
 ఉక్కుపరిశ్రమ (Steel industry) 317  
 ఉజ్వలరేఖలు 620  
 ఉజ్వలరేఖావర్ణమాల 619, 620  
 ఉత్పలన పద్ధతి 536  
 ఉత్పలనము (Floatation) **214**, 585  
 ఉత్స్వేదనము (Transpiration) 251  
 ఉత్స్ఫోటనము 704  
 ఉత్తరధ్రువము (North pole) 686  
 ఉత్తజనశక్తి (Active energy) 493  
 ఉత్తజిత నైట్రోజన్ (Active nitrogen)  
 441  
 ఉత్పతనప్రక్రియ (Sublimation process)  
 508  
 ఉత్పతనము (Sublimation) **214**, 509,  
 585, 690  
 ఉత్పాతన యంత్రము 585  
 ఉత్పాదిత ప్రోటీన్లు (Derived protiens)  
 494  
 ఉత్సర్గకార్యము 428  
 ఉత్సర్గనాళము (Discharge tube) 425,  
 565  
 ఉదకీకరణోష్ణత (Heat of hydration)  
 378, 379  
 ఉదజని (Hydrogen) **214**  
 (చూ. హైడ్రోజన్)  
 ఉదజనీకరణము (Hydrogenation) **214**  
 ఉద్గతవర్ణమాల 619  
 ఉద్గతస్వరము 431  
 ఉద్గమనవర్ణపటము (Emission spectrum)  
 582

ఉపపత్తి 632

ఉపలంభకము (Detector) 640  
 ఉపలంభనము 642  
 ఉప్పు (Salt) 413, 475, 477, 619  
 ఉప్పుపరిశ్రమ 317  
 ఉల్లి సాయలు 313  
 ఉల్లిపాపాణము (Arsenic trioxide) 316,  
 532  
 ఉష్ణకిరణములు (Heat rays) 480  
 ఉష్ణత (Heat) 67  
 ఉష్ణతరంగములు (Heat waves) 678  
 ఉష్ణతాద్రవ్యవాదము 30  
 ఉష్ణతాధారణ సామర్థ్యము (Thermal  
 capacity) 217  
 ఉష్ణతాపారగమనము (Transmission of  
 heat) **214**  
 ఉష్ణతాప్రభావము (Heat effects) **215**  
 ఉష్ణతా మాపకము (Calorimeter) 377  
 ఉష్ణతామితి (Calorimetry) 377, **217**, 715  
 ఉష్ణతావహనము (Conduction of heat)  
 214  
 ఉష్ణతావికిరణము (Heat radiation) 686  
 ఉష్ణతాశక్తి (Heat energy) 4, 477,  
 480, 633, 714  
 ఉష్ణము (Heat) 27, 29, 55, **218**, 631  
 ఉష్ణశక్తి (Heat energy) 98  
 ఉసనోవిక్ సిద్ధాంతము 173, **218**  
 ఉహ్లెన్ బెక్ (Uhlenbeck) 53

ఊ

ఊదుట 539  
 ఊర్ధ్వతాపక్రమ ప్రమాణము 373  
 ఊర్ధ్వముఖము 428  
 ఊర్ధ్వవాతావరణము 623  
 ఊర్ధ్వాక్షము 411  
 ఊష్మాంశ (Calorie) 217

ఋ

ఋజురేఖ 423  
 ఋజువిద్యుత్ 649, 758  
 ఋజుశృంఖములు 471  
 ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహపు శక్తి (Direct  
 current potential) 489  
 ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము (Direct  
 current) **218**, 360, 489, 681  
 ఋజుకరణము (Rectification) 354, 355  
 ఋణలయన్లు (Negative ions) 690  
 ఋణఎలక్ట్రాన్ (Negative electron) 464  
 ఋణచిహ్నిత ఎలక్ట్రాన్ 464  
 ఋణచిహ్నితలఘుగుణకము 667



ఋణద్రువము (Negative pole) 487, 510, 538  
 ఋణవిద్యుత్ 422, 757  
 ఋణవిద్యుత్ రాశి యూనిట్ (Negative electric unit) 458  
 ఋణవిద్యుదావేశము 585  
 ఋణాగ్రము (Cathode) 33, 320, 497, 509  
 ఋణావేశము (Negative charge) 560  
 ఋణావేశయూనిట్ 557

ఎ

ఎ. సి. విద్యుత్తు (A. C. current) 232, 360, 638, 639, 681, 735  
 ఎంట్రోపీ (Entropy) 50, 712  
 ఎంపిడక్లిజ్ (Empedocles) 677  
 ఎకాడమీ ఆఫ్ సైన్సెస్ 501, 513, 604  
 ఎకాడమీ ఇంజనీరింగ్ 28  
 ఎక్స్ (X) కిరణ నాళములు (X-ray tubes) 226, 219  
 ఎక్స్ (X) కిరణములు (X-rays) 48, 144, 145, 219, 221, 222, 223, 319, 451, 479, 488, 509, 513, 534, 599, 604, 656, 678, 755  
 ఎక్స్ (X) కిరణములు - స్థిర రచన (X-rays-crystal structure) 222, 668, 761  
 ఎక్స్ (X) కిరణ పరావర్తనము 224  
 ఎక్స్ కిరణపరిశోధన 761  
 ఎక్స్ (X) కిరణ వర్ణమాల (పటము) 53, 229, 621  
 ఎక్స్ (X) కిరణ వర్ణమాల మాపకము 517  
 ఎక్స్ (X) కిరణవిక్షేపణము 604  
 ఎక్స్ (X) కిరణ విశ్లేషణము 739  
 ఎక్స్‌ప్లోషర్ 323  
 ఎక్స్‌తెర్మియల్ రియాక్షన్ 573  
 ఎడిసన్ 226, 171  
 ఎడింబరో 105, 509, 514, 531  
 ఎడ్డింగ్‌టన్, సర్ ఆర్థర్ స్టాన్లీ (Sir Arthur Stanley Eddington) 227  
 ఎథిల్ అయిడైడ్ (Ethyl iodide) 765  
 ఎథిల్ ఆల్కహాల్ (Ethyl alcohol) 191, 192, 193, 195, 196, 227, 228, 273, 419, 769  
 ఎథిల్ అసిటేట్ (Ethyl acetate) 274, 572  
 ఎథిల్ ఎమిన్ (Ethyl amine) 188  
 ఎథిల్ ఎస్టర్ (Ethyl ester) 279

ఎథిల్ ఐసోథయోసైనైడ్ (Ethyl isothiocyanide) 471  
 ఎథిల్ ఐసోసైనైడ్‌లు (Ethyl isocyanides) 194  
 ఎథిల్ కార్బైల్ ఎమిన్ (Ethyl carbyl amine) 194  
 ఎథిల్ క్లోరైడ్ (Ethyl chloride) 262, 275, 769  
 ఎథిల్ ప్రోపియనేట్ (Ethyl propionate) 726  
 ఎథిల్ హైడ్రోజన్ సల్ఫేట్ (Ethyl hydrogen sulphate) 191  
 ఎథిలీన్ (Ethylene) 109, 165, 191, 277, 766  
 ఎథిలీన్ డై సైనైడ్ (Ethylene di cyanide) 276  
 ఎథిలీన్ బంధము (Ethylene bond) 624, 109  
 ఎథిలీన్ బ్రోమైడ్ (Ethylene bromide) 518  
 ఎథేన్ (Ethane) 105, 207, 273, 206, 729, 765, 766, 769  
 ఎంజైమ్‌లు (Enzyme) 118, 227, 228, 285, 286, 470, 493  
 ఎండోథెర్మిక్ (Endo thermic) 574  
 ఎన్‌హైడ్రైడ్ (Anhydride) 165  
 ఎనామిల్ పూర 499  
 ఎపిక్యూరస్ (Epicurus) 62  
 ఎపిడయోస్కోప్ (Epidiascope) 228  
 ఎప్సెన్ 31, 33, 757  
 ఎప్సమ్ (Epsom) 313, 529  
 ఎబొనైట్ (Ebonite) 145, 214, 218, 377, 477  
 ఎమనేషన్ (Emanation) 598  
 ఎమిగ్డాలిన్ (Amygdalin) 178, 199  
 ఎమిన్ (Amine) 103, 360, 189  
 ఎమినో (Amino) 615  
 ఎమినో ఆంథ్రాక్విన్ 614  
 ఎమినో ఆజోబెన్జీన్ (Amino azobenzene) 624  
 ఎమినో ఆసిటైల్ హైడ్రేట్ 708  
 ఎమినో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Amino acetic acid) 278  
 ఎమినో ఆసిడ్ (Amino acid) 113, 189, 277, 493, 494  
 ఎమినో ఆసిడ్ గణము (Amino acid radical) 493  
 ఎమినో గణము (Amino radical) 277, 289, 493, 494, 612, 507

ఎమినోఫీనిల్ గణము (Amino phenyl radical) 613  
 ఎమినోఫీనోల్ (Amino phenol) 615  
 ఎమినో యాగికము (Amino compound) 753  
 ఎముకలు (Bones) 539  
 ఎయ్‌లాపాపిట్ 709, 755  
 ఎరువు (Manure or fertiser) 317, 482  
 ఎర్గాట్ (Ergot) 190  
 ఎర్నెస్ట్ ఫాక్స్‌నికొల్స్ (E. F. Nicholas) 47  
 ఎర్బియమ్ (Erbium) 122, 141, 228  
 ఎర్ర లిట్మస్ (Red litmus) 441  
 ఎర్లాంగెన్ 606  
 ఎర్లెన్ మేయర్‌సిన్నామిక్ అసిడ్ 175  
 ఎల్‌డ్రీడ్ (Aldrich) 124  
 ఎలక్ట్రాన్ (Electron) 6, 7, 48, 49, 51, 53, 107, 139, 140, 144, 145, 156, 161, 163, 173, 216, 220, 228, 229, 230, 234, 236, 253, 255, 295, 319, 320, 354, 355, 356, 369, 381, 425, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 470, 485, 495, 498, 509, 511, 512, 513, 529, 534, 554, 596, 561, 562, 563, 564, 600, 601, 603, 619, 621, 622, 623, 624, 639, 646, 659, 660, 670, 676, 679, 704, 743  
 ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశము (Electron charge) 152, 229  
 ఎలక్ట్రాన్ కక్ష్య (Electron orbit) 513  
 ఎలక్ట్రాన్ కటకము (Electron lense) 229  
 ఎలక్ట్రాన్ కేంద్రకము (Electron charge) 679  
 ఎలక్ట్రాన్ క్వాంటం సిద్ధాంతము (Electron quantum theory) 151  
 ఎలక్ట్రాన్ గతిభారము (Electron momentum) 470  
 ఎలక్ట్రాన్ చాచుషశాస్త్రము (Electron optics) 229  
 ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి (Electron mass) 152  
 ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమణము (Electron rotation) 679  
 ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము 640, 660



ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్ (Electron volt) 231, 450, 463, 513, 603  
 ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శని (Electron microscope) 742  
 ఎలక్ట్రిక్ మోమెంట్ (Electric moment) 422  
 ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీర్ (Electrical engineer) 498  
 ఎలక్ట్రిక్స్ (Electrics) 21  
 ఎలక్ట్రిఫికేషన్ (Electrification) 585  
 ఎలక్ట్రిసిటీ (Electricity) 7, 20, 32  
 ఎలక్ట్రోడ్ (Electrode) 497, 498  
 ఎలక్ట్రోప్లేటింగ్ (Electro plating) 754  
 ఎలక్ట్రోఫోరెసిస్ (Electrophoresis) 587  
 ఎలక్ట్రోమెటల్లర్జీ (Electro metallurgy) 537  
 ఎలక్ట్రో మోటివ్ ఫోర్స్ (Electric motive force) 632  
 ఎలక్ట్రోలైట్ (Electrolyte) 634  
 ఎలక్ట్రోవేలెంట్ (Electro valent) 423  
 ఎలిక్సిర్ (Elixer) 67  
 ఎలొట్రోపి (Allotropy) 504  
 ఎత్స్టర్ 252  
 ఎస్టర్లు (Esters) 97, 99, 245, 191, 193, 232, 276, 138, 175, 178, 393, 471, 472, 597, 728, 729

ఏ

ఏకవచ పద్ధతి (Monoclinic) 761  
 ఏకపడచూపాంశరచ 504, 505  
 ఏకప్రమాణము 696  
 ఏకయోజనీయ దై గాలిక్ గణము 179  
 ఏకాక్షము 398  
 ఏకాబోరాన్ 542  
 ఏకాసిలికన్ 542  
 ఏగరోల్ 301  
 ఏఐ 227  
 ఏజెన్ 614  
 ఏటవాలు 466  
 ఏడమ్ 734  
 ఏనోడ్ (Anode) 497  
 ఏన్నె 42  
 ఏలకులు 471  
 ఏస్టాటిన్ (Astatine) 123, 232

ఐ

ఐకనోస్కోప్ (Iconoscope) 295  
 ఐడ్ 445  
 ఐన్స్టయిన్, ఆల్బర్ట్ (Albert Einstein) 5, 49, 140, 167, 227, 232, 233,

241, 248, 249, 253, 255, 299, 326, 376, 465, 479, 674, 726, 731, 733  
 ఐన్స్టయిన్ కాంతిశక్తి యూనిట్ (Einstein unit of light energy) 233  
 ఐన్స్టయిన్ శక్తి-ద్రవ్యరాశి తాదాత్మ్య సూత్రము (Einstein Energy-mass Equivalence Principle) 320  
 ఐన్స్టయిన్ సమతాసూత్రము (Einstein equivalence principle) 233  
 ఐన్స్టయిన్ సిద్ధాంతము (Einstein theory) 123, 553  
 ఐన్స్టయినియమ్ (Einsteinium) 123, 234  
 ఐరన్ (Iron) 343  
 ఐరన్ ఆక్సైడ్ (Iron oxide) 157, 259, 425, 483, 566  
 ఐరన్ ఓర్ (Iron ore) 208  
 ఐరన్ కార్బోనిల్ (Iron carbonyl) 261  
 ఐరన్ క్యూరీ, ఫ్రెడరిక్ జోలియో (Fred-ric Joliot Irene Curie) 602, 603  
 ఐరన్ పైరైట్స్ (Iron pyrites) 208, 313, 314, 316  
 ఐరన్ బ్రోమైడ్ (Iron bromide) 482  
 ఐరన్ సల్ఫైడ్ (Iron sulphide) 315, 566  
 ఐవరీ బ్లాక్ (Ivory black) 258  
 ఐస్లాండ్ స్పార్ (Iceland spar) 37, 241, 288, 423, 424, 696  
 ఐసాటిన్ (Isatin) 709  
 ఐసో ఆక్టేన్ (Isooctane) 205  
 ఐసో అమిల్ ఆల్కహాల్ (Isoamyl alcohol) 193  
 ఐసోక్విినోలిన్ (Isoquinoline) 708  
 ఐసోటోప్ (Isotope) 256  
 ఐసోనైట్రైల్ (Isonitrile) 194  
 ఐసోప్రీన్ (Isoprene) 748  
 ఐసోప్రైమరీ బ్యూటైల్ ఆల్కహాల్ (Isoprimary butyl alcohol) 193  
 ఐసోప్రోపిల్ ఆల్కహాల్ (Iso propyl alcohol) 191  
 ఐసోబ్యూటిరిక్ ఆసిడ్ (Isobutyric acid) 280  
 ఐసోబ్యూటేన్ (Isobutane) 765, 766  
 ఐసోమర్స్ (Isomers) 101  
 ఐసోమార్ఫిజమ్ (Isomorphism) 503  
 ఐసోసైనైడ్లు (Isocyanides) 189, 194  
 ఐసోసైనైడ్లు-సమాంగరూపత 194

ఓ

ఓంటారియో 494, 495  
 ఒకియాలిన్ 463  
 ఒలిక్ ఆసిడ్ ఆ(oleic acid) 277, 306  
 ఓ  
 ఓక్ వెల్డ్ వుస్ట్ 611  
 ఓజోన్ 234  
 ఓజోన్ (Ozone) 165, 166, 234, 235, 236, 483, 498, 504, 579, 715, 772  
 ఓటోస్ట్రోమన్ 451  
 ఓమ్ (Ohm) 237, 647  
 ఓమ్, జార్జి సైమన్ (George Simon Ohm) 236  
 ఓమ్ నియమము (Ohm's law) 236, 647  
 ఓర్ (Ore) 534  
 ఓలిఫైన్లు (Olefines) 182, 191, 206, 207, 624, 766, 767  
 ఓస్టాల్డ్, విల్హెల్మ్ (Wilhelm Ostwald) 237, 377, 446, 655  
 ఓస్టాల్డ్ నియమము (Ostwald law) 237  
 ఓస్టాల్డ్ విలయన నియమము 655  
 ఓస్టాల్డ్ సిద్ధాంతము 172

ఓ

ఓజ్జ్వల్యము 394  
 ఓటుపువ్, వీరన్ రోలండుఫాన్ 410  
 ఓన్సులు (Ounces) 410

క

కంచు (Bronze) 59, 426, 427, 567  
 కంచురకములు (Varieties of bronze) 237  
 కండరములు 539  
 కండెన్సర్ (Condenser) 637  
 కందెన ద్రవ్యములు (Lubricants) 500  
 కంపకము (Oscillator) 640  
 కంపన కాలము (Period of vibration) 431  
 కంపనదీప్తి మాపకము (vibration photo-meter) 396  
 కంపనపరిధి 160  
 కంపన పరిమితి (Amplitude) 608, 641, 642  
 కంపన భ్రమణము 623  
 కంపనము (Vibration) 608, 642, 715  
 కంపన విస్తారము (Amplitude) 608  
 కంపన వేగదర్శని (Stroboscope) 237  
 కంపన స్వేచ్ఛాంశ 715



కంపనోత్పన్నము 678  
 కటకములు (Lenses) 238, 398, 400, 448, 456, 480, 607, 685, 686  
 కణము (Particle) 745  
 కణసిద్ధాంతము (Corpuscular theory) 678  
 కణాదవై శేషిక సిద్ధాంతము 86  
 కన్ట్రోల్స్ (Controls) 643  
 కన్డక్టియోమెట్రిక్ (Conduction-metric) 686  
 కన్వర్టర్ కొలిమి (Converter furnace) 587  
 కప్పీలు (Pulleys) 239  
 కర్పర బలము (Shell force) 672, 673  
 కర్పరము (Shell)  
 కర్పూరము (Camphor) 471, 472, 506  
 కర్మ (పని) (Work) 453  
 కర్రబొగ్గు (Charcoal) 204  
 కలన గణితము (Calculus) 478  
 కలరా (Cholera) 531  
 కస్తూరి (Musk) 472  
 కాంక్రీట్ (Concrete) 472  
 కాంగోరెడ్ (Congored) 175, 507, 612  
 కాంతభస్మము (Ferroso ferric oxide) 211  
 కాంతలోహము (Magnetic oxide of iron) 570  
 కాంతి (Light) 28, 36, 55, 240, 686  
 కాంతికణము (Photon) 25, 241  
 కాంతికణవాదము (Corpuscular theory of light) 25, 37  
 కాంతికిరణము (Light ray) 37, 466, 609, 610  
 కాంతిక్షేత్రము 538  
 కాంతిచైతన్యము (Optical activity) 241, 242, 243, 582, 584  
 కాంతివరంగ చైతన్యము (Wave length of light) 533  
 కాంతివరంగము (Light wave) 469, 583, 678  
 కాంతివరంగ వాదము (సిద్ధాంతము) (Wave theory of light) 25, 229  
 కాంతిద్రవీకరణ సంఘటన (Polarisation of light) 37  
 కాంతి పరావర్తనము (Reflection of light) 466  
 కాంతిపరావర్తన సామర్థ్యము 62

కాంతి పరిక్షేపణము (Dispersion of light) 245  
 కాంతి భౌతిక శాస్త్రము (Photo physics) 245, 491  
 కాంతిమాపకము (Photometer) 29  
 కాంతిమాపనము (Photometry) 398  
 కాంతిమితి (Photometry) 29  
 కాంతి మిశ్రసంఘటనము (Interference of light) 448  
 కాంతి మిశ్రసంఘటనఫలితము (Effect of interference of light) 533  
 కాంతి మిశ్రసంఘటనము (Interference of light) 52  
 కాంతి రాసాయనిక మర్తతానియము (Law of photo chemical equation) 248  
 కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము (Photo-chemistry) 246, 508, 610  
 కాంతివక్రీభవన గుణకము (Refractive index of light) 609  
 కాంతివక్రీభవనము (Refraction of light) 583  
 కాంతివిద్యుత్ (Photoelectricity) 241, 251  
 కాంతివిద్యుత్ ఫలితము (Photo electric effect) 48  
 కాంతివిద్యుద్బలములు (Photo electric cells) 253, 397, 498, 742  
 కాంతి వివర్తనము (Diffraction of light) 229, 687  
 కాంతివిశ్లేషణము (Analysis of light) 57  
 కాంతివేగము (Velocity of light) 50  
 కాంతివ్యాపనము 398  
 కాంతిశక్తి (Light energy) 4, 99  
 కాంతిశలాక 533  
 కాంతిశాస్త్రము (Light) 27, 428, 581  
 కాంప్టన్, ఆర్థర్ హోలీ (Arthur Holly Compton) 53, 254, 686  
 కాంప్టన్ ఫలితము (Compton effect) 58, 255 319,  
 కాంఫిరల్ 611  
 కాంస్యము (Bronze) 59  
 కాంస్యయుగము (Bronze age) 59  
 కాకోడిల్ (Cacodyl) 101  
 కాగితపుపరిశ్రమ (Paper industry) 813, 514  
 కాగితము (Paper) 317

గాచగోళము (Glass globe) 372  
 గాచమణి (Quartz) 761  
 గాఢత్వము (Hardness) 74  
 గాడ్ లివర్ (Codliver) 306  
 కాడ్మియమ్ (Cadmium) 122, 169, 256, 342, 343, 344, 345, 428, 450, 486, 487, 488, 510, 511, 534, 691  
 కాడ్మియమ్ లయడైడ్ (Cadmium iodide) 257  
 కాడ్మియమ్ ఆక్సైడ్ (Cadmium oxide) 256, 257  
 కాడ్మియమ్ ఘటము (Cadmium cell) 487  
 కాడ్మియమ్ సల్ఫేట్ (Cadmium sulphate) 487, 488, 511  
 కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్ (Cadmium sulphide) 256, 486  
 కాడ్మియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Cadmium hydroxide) 300  
 కాన్స్టెంటాన్ (Constantan) 428, 479, 649  
 కానిజారో ప్రతిక్రియ (Cannizzaro reaction) 197  
 కానిజారో, స్టానిస్లావ్ (Stanislao Cannizzaro) 92, 94, 197, 257  
 కాప్ (Kopp) 582  
 కాప్ నియమము (Kopp's law) 582  
 కాపర్ (Copper) 459, 476, 590, 710  
 కాపర్ ఆక్సైడ్ (Copper oxide) 263, 264, 566, 567, 710  
 కాపర్ ఆసిటేట్ (Copper acetate) 695  
 కాపర్ పైరైట్ (Copper pyrites) 313, 566  
 కాపర్ ఫెర్రోసైనైడ్ (Copper ferrocyanide) 212, 421  
 కాపర్ సల్ఫేట్ (Copper sulphate) 203, 425, 539, 567, 646, 657, 658, 660, 662, 663, 664, 669, 691, 694, 765  
 కాపర్ సల్ఫైడ్ (Copper sulphide) 56, 566, 761  
 కాపర్ హైడ్రాక్సైడ్ (Copper hydroxide) 768  
 కాఫేమన్, డబ్ల్యు. ఎచ్. 695  
 కాఫీన్ (Caffeine) 282, 485  
 కామర్ లింగ్, హైకె ఆన్సెస్ (Onnes Heike Kamerlingh) 257



కార్టినాయిడ్ (Carotenoid) 610  
 కార్క్ స్క్రూ (Cork screw) 494  
 కార్క్ (Cork) 592  
 కార్నీవాల్ (Carnival) 592, 602  
 కార్నలైట్ (Carnallite) 482, 529  
 కార్నోటైట్ (Potassium uranic vanadate) 711  
 కార్బన్ (Carbon) 87, 100, 101, 105, 121, 133, 134, 136, 209, 210, 257, 262, 340, 343, 379, 393, 444, 494, 504, 506, 509, 511, 514, 518, 536, 540, 542, 554, 555, 556, 557, 558, 562, 563, 564, 580, 606, 610, 633, 634, 638, 645, 663, 664, 690, 691, 705, 711, 736, 749  
 కార్బన్ ఆసిడ్లు (Carbon acids) 655  
 కార్బన్ కడ్డీ (Carbon rod) 635  
 కార్బన్ కణములు (Carbon particles) 298, 594  
 కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్ (Carbon tetra chloride) 124, 422, 768  
 కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ (Carbon dioxide) 78, 80, 82, 86, 87, 89, 133, 157, 165, 261, 341, 343, 379, 414, 422, 443, 446, 477, 481, 483, 492, 499, 529, 536, 538, 539, 573, 577, 578, 580, 606, 691, 692, 698, 725, 726, 738, 750, 751, 752  
 కార్బన్ డై ఫ్లోరో డై క్లోరైడ్ (Carbon difluoro di chloride) 499, 769  
 కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ (Carbon di sulphide) 130, 133, 153, 185, 186, 261, 262, 313, 504, 508, 740  
 కార్బన్ ద్రవ్యములు 317  
 కార్బన్ ద్రవ్యవిశ్లేషణము (Carbon Analysis) 688  
 కార్బన్ ధాతుయౌగికములు (Carbon metallic compounds) 262  
 కార్బన్ ద్రువములు (Carbon electrons) 511, 693  
 కార్బన్ పరమాణువు (Carbon atom) 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 422, 494, 496, 506, 508, 509, 555, 625, 728, 729, 730, 767

కార్బన్ మోనాక్సైడ్ (Carbon monoxide) 87, 133, 166, 192, 261, 345, 442, 492, 536, 691, 692  
 కార్బన్ యౌగికము (Carbon compound) 94, 100, 101, 107, 118, 242, 445, 483, 486, 493, 494, 500, 518, 529, 555, 561, 562, 564, 584, 589, 597, 612, 656, 708, 710, 711, 723, 728, 744, 769, 772  
 కార్బన్ యౌగికవిశ్లేషణము (Analysis of carbon compounds) 263, 607, 690  
 కార్బన్ రాసాయనికవర్తతి 265  
 కార్బన్ రాసాయనిక ప్రక్రియ (Carbon chemical process) 227  
 కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రము (Organic chemistry) 570, 727  
 కార్బన్ వర్గద్రవ్యములు 612  
 కార్బన్ వర్గము (Carbon group) 272  
 కార్బరండమ్ (Carborundum) 643, 739  
 కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్ (Carboxyl acid) 195, 273  
 కార్బాక్సిల్ గణము (Carboxyl radical) 179, 274, 393, 494, 509, 768  
 కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లు (Carboxylic acids) 273, 276, 277, 707  
 కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ పుష్పవర్ణములు (Carboxylic acid derivatives) 275  
 కార్బాక్సిలిక్ పుష్పవర్ణములు (Carboxylic derivatives) 275, 509, 768  
 కార్బాజోల్ (Carbazol) 503  
 కార్బానిక్ ఆసిడ్ (Carbonic acid) 87, 165, 260, 738  
 కార్బానిక్ ఆసిడ్ లవణములు (Carbonic acid salts) 691  
 కార్బానిక్ ఆసిడ్ పుష్పవర్ణములు (Carbonic acid derivatives) 281  
 కార్బమినో గణము (Carbamino radical) 623  
 కార్బమైడ్ (Carbamide) 281  
 కార్బైడ్ (Carbide) 159, 209  
 కార్బైల్ ఎమిన్లు (Carbyl amines) 189, 194  
 కార్బోనిల్ క్లోరైడ్ (Carbonyl chloride) 261

కార్బోనిల్ గణము (Carbonyl radical, 138, 178, 279  
 కార్బోనేట్ (Carbonate) 87, 176, 208, 260, 261, 442, 443, 500, 511, 514, 529, 535, 538, 566, 691, 692, 694, 696, 756  
 కార్బోనేట్ ఖనిజములు (Carbonate ores) 208  
 కార్బోహైడ్రేట్ (Carbohydrate) 282, 285, 451  
 కార్బోహైడ్రేట్లు, పంచరసాలు (Carbohydrates, Sugars) 282  
 కార్ల్ గెస్టన్ మోసాండర్ (C. G. Mosander) 122, 607  
 కార్వకరోల్ (Carvacrol) 176  
 కార్సన్, డి. ఆర్. (D. R. Carson) 292  
 కల్సైట్ (Calcite) 135, 260, 423, 424, 503, 761  
 కాలమానము 1  
 కాలము 470  
 కాలాక్షమ (Axis of time) 384  
 కాలిఫోర్నియమ్ (Californium) 123, 286, 741  
 కాలిషన్ 748  
 కల్పనిక కర్మశక్తి (The principle of virtual work) 286, 287  
 కల్షియమ్ (Calcium) 121, 140, 166, 287, 314, 442, 446, 459, 460, 486, 510, 514, 535, 538, 540, 565, 598, 620, 696, 738, 747, 748, 750, 756  
 కల్షియమ్ ఆక్సలేట్ (Calcium oxalate) 696  
 కల్షియమ్ ఆక్సైడ్ (Calcium oxide) 209, 288, 379, 573, 577, 578  
 కల్షియమ్ ఆసిటేట్ (Calcium acetate) 192  
 కల్షియమ్ కార్బైడ్ (Calcium carbide) 274, 342, 442, 736, 768  
 కల్షియమ్ కార్బోనేట్ (Calcium carbonate) 87, 260, 416, 503, 573, 577, 578, 606, 698, 749, 762  
 కల్షియమ్ క్రోమేట్ (Calcium chromate) 416  
 కల్షియమ్ క్లోరైడ్ (Calcium chloride) 191, 287, 379, 591, 595, 598, 654, 720, 748



కాల్షియమ్ ఫాలేట్ (Calcium phthalate) 508  
 కాల్షియమ్ నైట్రేట్ (Calcium nitrate) 446, 654  
 కాల్షియమ్ ప్రైమరీ ఫాస్ఫేట్ (Calcium primary phosphate) 751  
 కాల్షియమ్ ఫార్మేట్ (Calcium formate) 196  
 కాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్ (Calcium phosphate) 209, 287  
 కాల్షియమ్ ఫ్లోరైడ్ (Calcium fluoride) 509, 516, 787  
 కాల్షియమ్ బెంజోయేట్ (Calcium benzoate) 180  
 కాల్షియమ్ బై కార్బోనేట్ (Calcium bi carbonate) 747  
 కాల్షియమ్ యాగికము (Calcium compound) 620  
 కాల్షియమ్ లవణము (Calcium salt) 625  
 కాల్షియమ్ సల్ఫేట్ (Calcium sulphate) 318, 316, 416  
 కాల్షియమ్ సిట్రేట్ (Calcium citrate) 415  
 కాల్షియమ్ సైనమైడ్ (Calcium cyanamide) 442, 758  
 కాల్షియమ్ హైడ్రైడ్ (Calcium halide) 762  
 కాల్షియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Calcium hydroxide) 379, 416  
 కాస్ట్రెయిన్ పరావర్తన దూరదర్శని 400  
 కాస్టిక్ పొటాష్ (Caustic potash) 340, 670, 766, 769  
 కాస్టిక్ కేఫ (Caustic curve) 468, 685  
 కాస్టిక్ సోడా (Caustic soda) 157, 211, 475, 510, 529, 614, 615, 634, 698, 709  
 కాస్టనర్ ఘటము (Castner cell) 481  
 కాస్మిక్ కిరణములు Cosmic rays) 144, 145, 170, 288  
 కాస్పెల్ సిద్ధాంతము 562  
 కిణ్వద్రవ్యములు (Ferments) 498  
 కిణ్వప్రక్రియ (Fermentation) 227, 288  
 కిప్పవరికరము (Kipp's apparatus) 260  
 కిరణజన్య సంయోగక్రియ (Photo-synthesis) 251

కిరసనాయిలు (Kerosene oil) 204, 451, 514, 593, 624  
 కిరేటిన్ (Keratin) 494  
 కిర్కాఫ్, గస్టవ్ రాబర్ట్ (Gustav Robert Kirchhoff) 40, 41, 47, 121, 288, 597, 620, 740  
 కిలో కేలోరీ (Kilo calorie) 281, 246  
 కీటోన్ (Ketone) 162, 191, 195, 196, 262, 279, 280, 289, 360, 471, 625, 768, 769  
 కీటోన్ యాగికము (Ketone compound) 625  
 కీటోన్లు (Ketones) 289  
 కీటోనిక్ ఆసిడ్ (Ketonic acid) 278  
 కీటోబ్యూటిరిక్ ఆసిడ్ (Keto butyric acid) 278  
 కీల్ (Kiel) 858  
 కీలకము 682  
 కీసరైట్ 529  
 కీసల్ గుర్ (Kieselguhr) 448  
 కుండలికరణము 409  
 కుండలికృత స్థితి 494  
 కుంభాకార దర్పణము (Convex mirror) 400  
 కుంభాకార పరావర్తనతలము 467  
 కుమీన్ (Cumene) 184  
 కురివేరు 471  
 కుల్యాకిరణములు (Canal rays) 424  
 కూప్రస్ ఆక్సైడ్ (Cuprous oxide) 197, 254, 288  
 కూప్రస్ సల్ఫైడ్ (Cuprous sulphide) 319, 696  
 కూప్రిక్ ఆక్సైడ్ (Cupric oxide) 197, 254  
 కూమరిన్ (Coumarin) 199  
 కూలామ్, ఛార్లెస్ ఆగస్టీన్ (Charles de Augustine Coulomb) 28, 31, 33, 35, 48, 54, 135, 289, 557, 645, 661, 666, 757, 758, 759  
 కూలామ్ నియమము (Coulomb's law) 289  
 కూలామ్ మాపకము (Coulombmeter) 289  
 కూలిడ్ నాళము (Coolidge X-ray tube) 219, 220, 221  
 కృత్రిమరంగులు - రాసాయనిక స్వరూపము 611

కృత్రిమ వర్ణద్రవ్యములు (Synthetic dyes) 615  
 కృష్ణన్, కరియమానిక్కం శ్రీనివాస (Kariamanikam Srinivasa Krishnan) 290  
 కృష్ణవస్తువు (Black body) 47  
 కటాలిసిస్ (Catalysis) 491  
 కెనడా బాల్సమ్ (Canada balsam) 598  
 కెనెడి (J. W. Kennedy,) 128  
 కెప్లర్ గ్రహచలన నియమము 74  
 కెప్లర్, జోహాన్ (Johannes Kepler) 9, 16, 17, 21, 22, 29 73, 74, 290, 325  
 కెమిస్ట్రీ (Chemistry) 55  
 కెమేరా (Camera) 290, 618, 743  
 కెయ్ నైట్ (Kyanite) 313, 482  
 కెయ్ సాన్ 342  
 కెరునైట్ 741  
 కెల్పు (Kelp) 152  
 కెల్విన్ తాపక్రమము (Kelvin temperature) 455  
 కెల్విన్ మానము (Kelvin scale) 375, 454  
 కెల్విన్, విలియమ్ టామ్సన్ (William Thomson Kelvin) 290, 378, 381, 395  
 కేంద్రక ఘటము (Nuclear cell) 465, 466  
 కేంద్రక పరమాణుప్రతీకము (Model of atomic nucleus) 597  
 కేంద్రక పరిధి 291, 463, 465  
 కేంద్రక భౌతికవిజ్ఞానము (శాస్త్రము) (Nuclear physics) 291, 463, 568, 623  
 కేంద్రకము (Nucleus) 6, 48, 291, 319, 459, 463, 464, 465, 493, 562, 600, 603, 604, 679, 680  
 కేంద్రకరచనా స్థిరత్వము 465  
 కేంద్రకీయములు 464  
 కేంద్రము (Centre) 318, 468  
 కేంద్రావసారి 587  
 కేంద్రావసారికిరణము 618  
 కేంద్రావసారి బలము (Centrifugal force) 291, 411  
 కేంద్రాభిసారి బలము (Centripetal force) 291  
 కేంద్రీకరణ సామర్థ్యము 686  
 కేంద్రీకృతము 400



కేకులే, ఫ్రీడిష్ బౌగుస్ట్ (Friedrich August Kekule) 108, 104, 105, 106, 107, 111, 112, **292**  
 కేటలిస్ట్ (Catalyst) 165, 314  
 కేటికోడ్ 176, 177, 178  
 కేథోడ్ (Cathode) 186, 219, 220, 229, 295, 486  
 కేథోడ్ కిరణములు (Cathode rays) 219, 229, **292**, 293, 295, 486, 599, 607, 755  
 కేనెలీ - హెవిసైడ్ స్తరము (Kennelly-Heaviside layer) 172  
 కేన్సర్ (Cancer) 519, 599, 602  
 కేరట్ (Carrot) 501  
 కేరియర్ వేవ్స్ (Carrier waves) 642  
 కేరో 442  
 కలిపర్స్ (Calipers) **295**  
 కేలోరీ (Calorie) 99, 157, 217, 218, 291, 377, 378, 629, 717, 726  
 కేలోరీమీటరు (Calorimeter) **296**  
 కేవెండిష్ (Cavendish) 33, 79, 82, 83, 340, 517, 532, 597, 625, 757, 770  
 కేపిలరీ (Capillary tube) 591, 592, 598  
 కేపిలరీ (Capillary) 296, 728  
 కేపిలరీ విద్యుత్మాపకము (Capillary electrometer) **296**, 606  
 కేపిలరీ ఆకర్షణ (Capillary attraction) **296**  
 కేపిలరీ ఆకర్షణ బలము (Capillary attraction force) 5  
 కొరోనా (Corona) 341  
 కొరోనా ఉత్సర్గము (Corona discharge) **296**, 297  
 కొలంబస్ (Columbus) 148  
 కొలంబియమ్ (Columbium) **297**, 460  
 కొలకుప్పె 697, 698  
 కొలజాడీ (Measuring flask) 697  
 కొలిమి (Furnace) 501, 536, 537, 538  
 కొల్లా మానెరీపము 395  
 కొల్లాయిడ్ సిలిసిక్ ఆసిడ్ (Colloid silicic acid) 738  
 కొల్లాయిడ్ ప్లాటినమ్ (Colloid platinum) 772  
 కొల్లాయిడ్లు (Colloids) 50, 159, **297**, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 446, 587, 728, 770  
 కోకు (Coke) 204, 206, 207, 209, 259, 315, 316

కోకు బొగ్గు 482  
 కోకేన్ (Cocaine) 189  
 కోకో (Cocoa) 485  
 కోడిగ్రుడ్డుసొన (Albumin) 318  
 కోణపుస్పర్శజ్యా 682  
 కోణమాపకము (Protractor) 485  
 కోణము (Angle) 486, 485  
 కోణీయగతిభారము (Angular momentum) 485  
 కోపర్నికస్, నికలస్ (Nicolaus Copernicus) 14, 16, 17, 18, 21, **303**, 321  
 కోపాల్ 598  
 కోప్లి పతకము 711, 755  
 కోబాల్ట్ (Cobalt) 35, 121, 150, 244, **303**, 426, 428, 461, 500, 542, 560, 565, 608, 609, 680, 691  
 కోబాల్ట్ అయన్ (Cobalt ion) 628  
 కోబాల్ట్ కార్బోనిల్ (Cobalt carbonyl) 261  
 కోబాల్ట్ గ్లాస్ (Cobalt glance) 186  
 కోబాల్ట్ ఫ్లోరైడ్ (Cobalt fluoride) 500  
 కోబాల్టైట్ (Cobaltite) 304  
 కోల్ గాస్ (Coal gas) 205, 206  
 కోల్ తారు (Coal tar) 176, 181, 506, 508, 509, 612, 614, 705, 707, 708, 709  
 కోల్ రాష్ (F. W. G. Kohlrausch) 651, 656  
 కోల్ రాష్ తుల్యభారవిద్యుద్వాహకతా పద్ధతి 658  
 కోల్ రాష్ నియమము (Kohlrausch law) 651  
 కోల్ రాష్ పద్ధతి (Kohlrausch method) 652, 656  
 కోల్ రాష్ పరికరము (Kohlrausch apparatus) 649, 652  
 కోల్ స్టరీన్ 358  
 కోలిడిన్ 415  
 కోల్మన్ (Colmanite) 515, 516  
 కోవెలెంట్ (Covalent) 423, 584  
 కోవెలెన్సీ (Covalency) 561  
 కోహెరెన్స్ 71  
 కోహెరెన్సర్ (Coherer) 604, 637, 639  
 కౌరిజిగురు 598  
 క్నిప్పింగ్ (Knipping) 222, 230  
 క్యాండిల్ దీప్తి మాపనము 397

క్యాండిల్ సామర్థ్యము (Candle power) 394, 395, 396  
 క్యాండెలా 394  
 క్యూరారి 190  
 క్యూరియమ్ (Curium) 128, 286, **304**, 558, 741  
 క్యూరీ (Curie) 52, 150, 151  
 క్యూరీ దంపతులు 123, 518, 598  
 మా. క్యూరీ, మేరియా స్కోర్డ్స్ స్కా  
 క్యూరీ, పియరీ (Pierre Curie) 123, **304**, 305  
 క్యూరీ, మేరియాస్కోర్డ్స్ స్కా (Curie, Marie Sklodowska) (మదామ్ క్యూరీ) 123, **305**, 488, 581, 588, 540, 558, 598  
 క్యూరీ బిందువు (Curie point) 304  
 క్యూప్రస్ ఆసిటిలైడ్ 768  
 క్యూప్రస్ సల్ఫైడ్ (Cuprous sulphide) 566  
 క్యూప్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ (Cupric hydroxide) 567  
 క్యూప్రైట్ (Cuprite) 252, 566  
 క్యూబిక్ (పరశఘన పద్ధతి) (Cubic) 761  
 క్యూబిక్ స్ఫటిక పద్ధతి (Cubic crystalline method) 761  
 క్రయొలైట్ (Cryolite) 156, 498, 588, 748  
 క్రిప్టన్ (Krypton) 121, **305**, 342, 459, 460  
 క్రిమినివారణి (Disinfectant) 645  
 క్రిమిహారి (Insecticide) 488  
 క్రియ (Action) **305**, 487  
 క్రియాగౌరవము 306  
 క్రియాలాఘవసూత్రము (Principle of least action) **306**  
 క్రియాశీలశక్తి (Free energy) 763  
 క్రియోసోట్ (Creosote) 177  
 క్రిస్టాబైట్ (Cristobalite) 738  
 క్రుక్స్ (William Crooks) 123, 293, 341, 456, 632  
 క్రుక్స్ వికిరణమాపకము (Crooks radio meter) 632  
 క్రుస్ పైట్ ఆక్సైడ్ ఫ్రెడరిక్ 121  
 క్రూడాయిల్ (Crude oil) 204, 205  
 క్రెసోల్ (Cresol) 176  
 క్రెస్కోగ్రాఫ్ (Cresco graph) 516  
 క్రేకింగ్ (Cracking) 9, 79  
 క్రొవ్యుడ్రవ్యములు 471



క్రోవులు (Fats) 306  
 క్రోవులు - నూనెలు (Fats & oils) **306**  
 క్రోటానిక్ ఆసిడ్ (Crotonic acid) 277, 278  
 క్రోమ్ ఆలమ్ (Chrome alum) 488  
 క్రోమటోగ్రఫీ (Chromatography) 808, 582  
 క్రోమిక్ ఆక్సైడ్ (Chromic oxide) 192, 281, 307, 559  
 క్రోమిక్ ఆసిడ్ (Chromic acid) 508, 608, 625, 707  
 క్రోమిక్ క్లోరైడ్ (Chromic chloride) 559, 692  
 క్రోమిక్ సల్ఫేట్ (Chromic sulphate) 701  
 క్రోమియమ్ (Chromium) 210, **306**, 460, 486, 499, 559, 560, 615, 616, 692, 698.  
 క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ (Chromium oxide) 510.  
 క్రోమియమ్ ట్రిఆక్సైడ్ (Chromium trioxide) 698  
 క్రోమియమ్ ఫ్లోరైడ్ (Chromium fluoride) 500  
 క్రోమియమ్ వర్గము (Chromium group) **308**  
 క్రోమేట్ (Chromate) 164, 307, 416 488, 691, 692, 693, 694, 702, 703, 704, 752  
 క్రోమేట్ అయన్ (Chromate ion) 308  
 క్రోమైట్ (Chromite) 307  
 క్రోమైట్ ఖనిజములు (Chromite ores) 488, 698  
 క్రోమైడ్ (Chromide) 488  
 క్రౌన్ (Crown) 742  
 క్లాంప్లు (Clamps) 595  
 క్లాడ్ ఆగస్ట్లేమీ 128  
 క్లాడెటైట్ (Claudetite) 187  
 క్లాప్రోత్ (Klaproth) 122, 786  
 క్లార్క్ ఘటము (Clark cell) 487  
 క్లార్క్ జేమ్స్ (James Clark) 125  
 క్లాసియస్ (Clausious) 36, 121, 122, 125, 651, 718, 762  
 క్లిప్టయోగికములు **308**, 501, 558, 560, 567, 568  
 క్లీవ్ (P. T. Cleve) 121, 122, 762, 772  
 క్లెమెంట్ (Clement) 87

క్లైరో 28  
 క్లైస్ట్రాన్ (Klystron) 785  
 క్లోర్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Chlor acetic acid) 102  
 క్లోరల్ హైడ్రేట్ (Chloral hydrate) 198  
 క్లోరాటిక్ ఆసిడ్ (Chloroauric acid) 302, 501, 558, 559  
 క్లోరాసిటైల్ క్లోరైడ్ (Chloracetyl chloride) 177  
 క్లోరినేట్ (Chlorinate) 518  
 క్లోరిన్ (Chlorine) 102, 121, 127, 128, 183, 187, 152, 154, 158, 159, 173, 185, 210, 211, 250, 263, 274, **308**, 313, 341, 378, 379, 447, 455, 475, 488, 497, 500, 511, 517, 518, 540, 554, 557, 559, 560, 562, 574, 656, 664, 692, 693, 702, 728, 729, 747, 749, 752, 753, 763, 764, 768, 770  
 క్లోరిన్ గణము (Chlorine radical) 559  
 క్లోరిన్ డై ఆక్సైడ్ (Chlorine di oxide) 692  
 క్లోరిన్ పరమాణువులు (Chlorine atoms) 225, 359, 506, 557, 656, 728, 729, 730  
 క్లోరిన్ యోగికములు (Chlorine compounds) 519  
 క్లోరేట్ (Chlorate) 164, 416, 694  
 క్లోరైడ్ (Chloride) 173, 175, 179, 216, 518, 535, 538, 567, 654, 692, 703, 704, 764  
 క్లోరైడ్ అయన్ (Chloride ion) 655  
 క్లోరో ఆసిటాల్డిహైడ్ (Chloro acetaldehyde) 707  
 క్లోరో ఆసిడ్ (Chloro acid) 277  
 క్లోరో నాఫ్తలీన్ (Chloro naphthalene) 506, 507  
 క్లోరోప్రోపియానిక్ ఆసిడ్ (Chloro propionic acid) 277  
 క్లోరోప్రోపేన్ (Chloro propane) 728  
 క్లోరోప్లాటినిక్ ఆసిడ్ (Chloro platonic acid) 495  
 క్లోరోఫార్మ్ (Chloroform) 153, 193, 194, 419, 422, 477, 518, 624, 705, 706, 737, 768, 769

క్లోరోఫిల్ (Chlorophyll) 163, 251, 486, 610, 706  
 క్లోరోమైసిటిన్ (Chloromycetin) 708  
 క్లౌస్ 106, 122, 597  
 క్వథనాంక నిర్ణయము (Determination of boiling point) 591  
 క్వథనాంకము (Boiling point) 216, 217, **311**, 313, 320, 418, 419, 422, 472, 481, 495, 500, 505, 509, 511, 530, 568, 587, 591, 597, 598, 624  
 క్వథనాంకోన్నతి (Elevation of boiling point) 97, **311**, 418, 419, 422, 584, 653  
 క్వాంటం (Quantum) 37, 512  
 క్వాంటం డైనమిక్స్ (Quantum dynamics) 678  
 క్వాంటం దక్షత (Quantum efficiency) 248, 249  
 క్వాంటం యాంత్రిక శాస్త్ర తత్త్వములు 358  
 క్వాంటం యాంత్రిక శాస్త్రము 48, 568  
 క్వాంటం (సిద్ధాంతము) వాదము (Quantum theory) 37, 51, 58, 144, 161, 241, **311**, 485, 498, 531, 554, 622, 662, 679, 772, 780, 755  
 క్వాంటం శక్తి (Quantum energy) 145  
 క్వాంటం సంఖ్య (Quantum number) 485  
 క్వాడ్రంట్ విద్యుత్మాపకము (Quadrant electrometer) 759  
 క్వార్ట్జ్ (Quartz) 146, 242, 662, 645, 738, 759, 761  
 క్వినిజిన్ 613  
 క్వినీడిన్ 244  
 క్వినీన్ (Quinine) 107, 190, 244  
 క్వినీ(నై)న్ సల్ఫేట్ (Quinine sulphate) 246  
 క్వినోన్ (Quinone) 178, 612, 614, 623  
 క్వినోన్ డై ఎమీన్ (Quinone di amine) 614  
 క్వినోన్ మోన్ ఎమీన్ 614  
 క్వినోనోయిడ్ కూటములు 623  
 క్వినోల్ (Quinole) 176  
 క్వినోలీన్ (Quinoline) 707, 708  
 క్వెర్సిటాజిటిన్ 611  
 క్వెకర్ 857



కారగుణము (Alkali property) 441, 667  
 కారద్రావణము 670  
 కారధాతువులు (Alkali metals) 312, 461, 486, 499, 568, 597  
 కారములు (Alkalies) 416, 481, 495, 510, 518, 646  
 కారమృత్తులు (Alkali earths) 312, 510, 511  
 కారసల్ఫైడ్ (Alkali sulphide) 443  
 కారసాంద్రత 668  
 కాలనపాత్ర 595  
 ఊరికాంధీర్ సామర్థ్యము 396  
 ఊరికలము (Horizontal plane) 394  
 ఊరిక సమానాంతరము 681  
 ఊప్రోదజని 771  
 ఊత్రగణితము 1, 2  
 ఊత్రజలము 674  
 ఊత్రసమీకరణము 676  
 ఊత్ర సిద్ధాంతము (Field theory) 674  
 ఊత్రాయతనము 675

#### ఖ

ఖగోళ దూరదర్శని (Astronomical telescope) 398, 399  
 ఖగోళములు (Heavenly bodies) 399  
 ఖగోళ యాంత్రిక శాస్త్రము (Astro mechanics) 448  
 ఖగోళ విజ్ఞానము (Astronomy) 457  
 ఖగోళ శాస్త్రము 2, 9  
 ఖగోళీయ వివరణము 685  
 ఖనిజమిశ్రము 584  
 ఖనిజము (Ore) 100, 534, 536, 537, 538  
 ఖనిజ రాసాయనిక శాస్త్రము (Mineral chemistry) 493  
 ఖనిజ సాంద్రీకరణము 535  
 ఖరీద్ ఇబ్న్ యబీద్ 65, 66

#### గ

గంధకద్రావకము 742  
 గంధకపు పువ్వు (Flower of sulphur) 313  
 గంధకము (Sulphur) 121, 312, 313, 314, 316, 317, 493, 499, 503, 504, 505, 540, 558, 563, 566, 585, 615, 646, 658, 691, 705, 711, 741, 742, 750, 753, 757, 761, 765

గంధక యాగికము (Sulphur compound) 471, 596  
 గంధకవర్గము (Sulphur group) 317  
 గంధక పుష్పన్నములు (Sulphur derivatives) 766  
 గంధక స్ఫటికములు (Crystals of sulphur) 505  
 గణము (Radical) 101, 616  
 గణసిద్ధాంతము (Radical theory) 101, 555  
 గణితశాస్త్ర పద్ధతులు (Mathematical methods) 448  
 గణితశాస్త్ర విశ్లేషణవిధానము (Methods of mathematical analysis) 481  
 గతి (Motion) 511  
 గతిగణితము 41, 375, 788  
 గతిజ శక్తి (Kinetic energy) 485  
 గతినియమములు (Laws of motion) 21, 448, 553  
 గతిజలము 553  
 గతిభారము (Momentum) 485, 487  
 గతివేగము 325  
 గతిశాస్త్రము (Kinetics) 375, 502, 520, 553  
 గనులు (Mines) 313  
 గరిమనాభి (Centre of gravity) 318, 621  
 గరిమనాభిసూత్రము (Principle of centre of gravity) 318  
 గలని (Funnel) 585, 586, 587  
 గళా 586  
 గాజు (Glass) 3, 500  
 గాజజాలకము (Glass grating) 687  
 గాజతాపక్రమస్థాపకము 591  
 గాఢామ్లము (Concentrated acid) 692  
 గామా (γ) కిరణములు (γ-rays) 144, 145, 199, 221, 284, 250, 319, 320, 450, 451, 597, 599, 600, 601, 608, 604, 678  
 గామాపై రోన్ (γ-pyrone) 610  
 గామామిశ్రము (γ-mixture) 427  
 గాలక్టోస్ (Galactose) 284  
 గాలిక్ ఆసిడ్ (Gallic acid) 320  
 గాలిహృత్ 77  
 గాలియమ్ (Gallium) 95, 121, 159, 320, 344, 460

గాలియమ్ ఆక్సైడ్ (Gallium oxide) 320  
 గాలియమ్ అలమ్ (Gallium alum) 216, 555  
 గాలియమ్ నైట్రేట్ (Gallium nitrate) 320  
 గాలియమ్ సల్ఫేట్ (Gallium sulphate) 320  
 గాలియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Gallium hydroxide) 320  
 గాలేట్ (Gallate) 320  
 గాలోటానిక్ ఆసిడ్ 179  
 గాల్టన్ ఊష (Galton viscle) 478  
 గాల్వనీపుటము (Galvanic cell) 658  
 గాల్వనీ (మాపకము) మీటరు (Galvani meter) 44, 46, 236, 252, 286, 320, 476, 479, 480, 632, 633, 638, 640, 649, 659, 675, 681, 683, 684, 763  
 గాల్వనీ, లూయిగీ (Luigi Galvani) 33, 34, 252, 320, 768  
 గాల్వనీ విద్యుత్ ప్రవాహము (Galvani's electric current) 320  
 గాల్వనైజ్ చేయుట (Galvanising) 344  
 గాల్వనైజ్డ్ ఇనుము (Galvanised iron) 343  
 గాస్ (Gas) 73, 76, 508, 593 (చూ. వాయువు)  
 గాస్ లిక్వర్ (Gas liquor) 442  
 గాసేజి పద్ధతి 749  
 గాసోలిన్ (Gasoline) 204, 205  
 గాస్పిపెటిన్ 611  
 గిబ్స్, జోసెఫ్ విల్లర్ (Gibbs Joseph Willard) 99, 376  
 గియాక్, విలియమ్ ఫ్రాన్సిస్ (William Fancis Giauque) 165, 320  
 గిల్బర్ట్, విలియమ్ (William Gilbert) 17, 20, 21, 35, 148, 321, 502  
 గీసెన్ 565, 606, 709  
 గీసెల్ (Geissel) 599  
 గుగ్గిలము 598  
 గుణాత్మకము (Qualitative) 688  
 గుణాత్మక విశ్లేషణము (Qualitative analysis) 511, 690  
 గుణిజ నిష్పత్తి (Multiple ratio) 555  
 గుణిజనిష్పత్తి నియమము (Law of multiple proportion) 455



గుడిచాంగరూపక (Polymerism) 728, 789  
 గుణ్యఫలము 422  
 గుప్తహాష్పికరణోష్ణత (Latent heat of vapourisation) 419  
 గుప్తోష్ణత (Latent heat) 20, **321**  
 గుప్తోష్ణరామితి (Measurement of latent heat) 218  
 గుప్తోష్ణరా సంఘటనము 625  
 గుబ్బా (Knob) 643, 644  
 గుమ్మటము (Balloon) **321**, 324  
 గురుత్వక్షేత్రము (Gravitational field) 465  
 గురుత్వ జన్యత్వరణము (Acceleration due to gravity) 474  
 గురుత్వ విభజనము 535, 536  
 గురుత్వాకర్షణ ఫలము 491  
 గురుత్వాకర్షణ బలము (Gravitational force) 409, 411, 490, 491, 686  
 గురుత్వాకర్షణము (Gravitational attraction) 2, 5, 318, **324**, 326, 409, 607, 686, 738  
 గురుత్వాకర్షణశక్తి 491  
 గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతము (Theory of gravitation) 448, 468  
 గురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకము (Gravitational constant) 324, 686  
 గురువేల (Ebb tide) 325  
 గులాబీ 470, 472  
 గుల్డ్ బర్గ్ (Guldberg) 58, 97, 99, 581  
 గూచ్ మూస (Gooch crucible) 586  
 గెట్టర్ (Getter) 481  
 గెడోలిన్ (Gadolin) 121, 553  
 గెడోలినియం (Gadolinium) 122, 141, **326**  
 గెడోలినినైట్ (Gadolinite) 141  
 గెర్లాచ్ (Gerlach) 124, 184, 152  
 గెర్హార్డ్ (Gerhard) 103  
 గెలినా (Galena) 318, **326**, 643, 741  
 గెలిలియో (Galileo) 9, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 28, 25, 28, 73, 74, 125, 321, 325, **326**, 399, 718  
 గెలిలియో దూరదర్శని (Galileo telescope) 326, **327**, 399  
 గేడే (Gaede) 718  
 గేడే అణునాయురేచకపంపు (Gaede's molecular pump) 718, 721, 722

గేరికె, ఆటోఫాన్ (Guérike Otto Von) 24, 31, **327**, 718, 757  
 గేయసాక్ (Joseph Louis Gay Lussac) 91, 96, 121, 182, 315, 316, 454, 455, 501, 514, 762  
 గేయసాక్ నియమము (Gay Lussac's law) 91, 93, 454, 626  
 గేయసాక్ స్తంభము (Gay Lussac's tower) 315, 316  
 గైగర్ గణిత్రము (Geiger Counter) **327**, 600, 743  
 గైజర్ 252  
 గైస్సర్ (Geissler) 292, 716  
 గైస్సర్ నాళము (Geissler tube) 292, 293  
 గైస్సర్ నీటిపంపు (Geissler water pipe) 720  
 గైరోస్కోప్ (Gyroscope) 730  
 గొలుసుకట్టు ప్రక్రియ (Chain reaction) 169  
 గోండాలా (Gondola) 321, 323  
 గోల్డ్ క్లోరైడ్ (Gold chloride) 558  
 గోల్డ్ ట్రిక్లోరైడ్ (Gold trichloride) 501, 558  
 గోల్డ్ స్టైన్ (Goldstein) 424  
 గోల్డ్ స్మిత్ (Goldschmidt) 142, 157, 538  
 గోల్డ్ స్మిత్ అల్యూమినోతర్మివిధానము 530  
 గోల్డ్ స్మిత్ విధానము (Goldschmidt process) 142, 538, 553  
 గోళదీపము 644  
 గోళమాపకము (Spherometer) **327**  
 గోళము (Sphere) 411, 489  
 గోళాకారము 631  
 గోళయవినాశము (Spherical aberration) 468, 685  
 గౌడ్ స్మిట్ (Goudsmit) 53  
 గౌడప్రమాణములు (Secondary standards) 395  
 గౌస్ (Gauss) **328**  
 గౌస్. కె. ఎఫ్ (K. F. Gauss) 147, **328**, 674, 676, 758  
 గౌస్ సిద్ధాంతము (Gauss's theory) 758  
 గ్రహములు (Planets) 623, 679  
 గ్రానైట్ (Granite) 481, 761  
 గ్రాఫ్ (Graph) 374, 415, 541, 653

గ్రాఫైట్ (Graphite) 169, 166, 209, 257, 259, 260, **328**, 451, 499, 504, 517, 646, 748, 761  
 గ్రాఫైట్ స్ఫటికములు (Graphite crystals) 259, 786  
 గ్రామోఫోన్ (Gramophone) **328**, 514  
 గ్రాము (Gram) 409, 455, 479, 491, 493, 598, 629.  
 గ్రావిమెట్రిక్ (Gravimetric) 686  
 గ్రాహకము (Receiver) 639, 644  
 గ్రాహకశక్తి (Receiving power) 758  
 గ్రిడ్ (Grid) 356, 640.  
 గ్రిమాల్డి (F. M. Grimaldi) 25, 26, 37  
 గ్రీక్ వైరాన్ 706  
 గ్రీన్, ఛార్లెస్ (Charles Green) 328  
 గ్రీన్ యార్డ్ యాగికములు (Grignard compounds) 262, 273, 529  
 గ్రీన్ యార్డ్, విక్టర్ (Victor Grignard) 262  
 గ్రీనాకైట్ 256  
 గ్రెగరీ పరావర్తన దూరదర్శని 400  
 గ్రెయిను (Grain) 598  
 గ్రే (Gray) 31, 127  
 గ్రేజే (యూజాస్టోన్) 611  
 గ్రేయమ్ టామస్ (Graham Thomas) 96, 297  
 గ్రోడార్ 254  
 గ్రోజన్ 247, 651  
 గ్లవర్ (Glover) 316  
 గ్లవర్ స్తంభము (Glover tower) 315, 316  
 గ్లాబర్, యోహాన్ రుడాల్ఫ్ (Johann Rudolf Glauber) 72, 73  
 గ్లాబర్ లవణము (Glauber salt) 73  
 గ్లీసరీన్ (Glycerin) 228, 273, 306, 686  
 గ్లీసరైడ్ (Glyceride) 228  
 గ్లీజర్ 586  
 గ్లూకోనిక్ ఆసిడ్ (Gluconic acid) 283  
 గ్లూకోస్ (Glucose) 179, 192, 228, 242, 284, 285, 286, **329**, 491, 611, 613, 727  
 గ్లూకోసైడ్లు (Glucocides) 163, 176, 286, **329**, 470, 611, 618  
 గ్లూటారిక్ ఆసిడ్ (Glutaric acid) 276  
 గ్లషియల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Glacial acetic acid) 274  
 గ్లైకోల్ కాపర్ 558  
 గ్లైకోజన్ (Glycogen) 285, 286, **329**



గ్లైకోనేట్ (Glyconate) 727  
 గ్లైకోల్ (Glycol) 276  
 గ్లైకోలిక్ ఆసిడ్ (Glycolic acid) 278  
 గ్లైసీన్ (Glycine) 278, 494  
 గ్లైసీన్ అలనీన్ 494  
 గ్లైసీన్ ఎమినో ఆసిడ్ (Glycine amino-  
 acid) 494  
 గ్వానో 441  
 గ్రైకోల్ 177  
 గ్రైయాకమ్ బంక 695  
 గ్రెనోటైమ్ 141

ఘ

ఘటస్థిరాంకము (Cell constant) 649, 650  
 ఘంటాధాతువు (Bell metal) 427  
 ఘటనోష్ణత 329  
 ఘనద్రావణములు 329, 418  
 ఘనపరిమాణము (Volume) 541  
 ఘనముల విశిష్టోష్ణత (Specific heat of solids) 329  
 ఘనములు (Solids) 329, 412, 501  
 ఘనసెంటీమీటరు (Cubic centimeter) 414, 629, 648, 650  
 ఘనస్థితి - మాతనపరిశోధనలు - I 330  
 ఘనస్థితి - మాతనపరిశోధనలు - II 332  
 ఘనీభవనగుప్తోష్ణత (Latent heat of freezing) 422  
 ఘనీభవన తాపక్రమము (Freezing point) 422, 591  
 ఘర్షణ నిరోధక ధాతువులు (Abrasive metals) 333, 427  
 ఘర్షణ నిరోధకమిశ్రములు (Abrasive mixtures) 427  
 ఘియోర్సో (A. Ghiorso) 123, 286, 518

చ

చంద్రశేఖర్, సుబ్రహ్మణ్య (Subrah-  
 manya Chandrasekhar) 333  
 చమురువాయువు (Natural gas) 205, 206  
 చయనకలనము (Integral calculus) 246  
 చలత్ వ్రవాహశాస్త్రము (Hydraulics) 490  
 చలదణుసిద్ధాంతము (Kinetic theory of matter) 36, 333  
 చలదణువాయుసమీకరణము 710

చలనకలనము 678  
 చలనగణితము 448  
 చలనద్వేష్టనపు విద్యుత్ వలయము 684  
 చలన వృథక్కరణము 714  
 చలనము (Motion) 448  
 చలనశక్తి (Kinetic energy) 5  
 (చూ. గతిశక్తి)  
 చలనమాంగరూపత (Dynamic isomeri-  
 sm or tautomerism) 334, 728  
 చలిష్టుద్రవము 505  
 చలువచూర్ణము (Bleaching powder) 334  
 చాకలిసోడా (Washing soda or sodium  
 carbonate) 749, 750, 752  
 చాక్రికత్వరకము (Cyclotron) 745, 746  
 చాతుషకిరణము (Optical ray) 319, 745  
 చాతుషచైతన్యము (Optical activity) 334  
 చాతుష పరికరములు (Optical instru-  
 ments) 334, 424, 514, 685, 744  
 చాతుషపీఠము (Optical bench) 395  
 చాతుషపైరోమీటరులు (Optical  
 pyrometers) 480  
 చాతుషవ్రవర్తనము 679  
 చాతుషవర్ణమాల (Optical spectra) 458  
 చాతుషశాస్త్రము (Optics) 768  
 చాతుషనమాంగ (రూప)త (Optical  
 isomerism) 242, 560  
 చాతుషసూక్ష్మదర్శని (Optical micros-  
 cope) 745  
 చాతుషాక్షము (Optical axis) 428  
 చాడ్విక్, సర్ జేమ్స్ (Sir James Chadwick) 339, 340, 449, 463  
 చాతుర్భుజివాదము 62  
 చావదీపము (Arc lamp) 340  
 చిత్రపుద్రావము 587  
 చిత్రదర్శని (Kaleidoscope) 888  
 చిమ్నీ (Chimney) 481, 537  
 చిలీనైట్రేట్, చిలీనైట్రేట్ (Chile Nitre,  
 Nitrate) 748, 752  
 చీనాలిరంగు 623  
 చూర్ణపరీక్ష (Powder test) 690  
 చూషణ (Absorption) 340, 414  
 చెరకు (Sugar cane) 753

ఛ

ఛాయాగ్రహణపేటిక (Camera) 616  
 ఛాయాచిత్ర ఫలకము (Photographic  
 plate) 710  
 ఛాయాచిత్రము (Photo) 501

ఛార్లెస్ హాచెట్ (Charles Hatchett) 122  
 ఛార్లెస్ నియమము (Charles' law) 627, 628  
 ఛార్లెస్ వుడ్ 128  
 ఛేంబర్ (Chamber) 491, 492

జ

జంటప్రక్రియ (Fossils) 700  
 జంత్వవశేషములు 597, 598  
 జడత్వము (Inertia) 3, 502, 510  
 జడవాయువులు (Inert gasses) 148, 184, 340, 342, 542, 645  
 జనకయోగికములు 505  
 జర్మన్ సిల్వర్ (German silver) 348  
 జలతాపకము (Water bath) 596  
 జలతుల్యాంకము (Water equivalent) 217  
 జలబాష్పజనకము (Steam generator) 590  
 జలబాష్పస్వేదనము (Steam distillation) 342, 589  
 జలవాయువు (Water gas) 605  
 జలవిశ్లేషణక్రియ (Hydrolysis action) 668  
 జలవిశ్లేషణప్రక్రియ (Hydrolysis process) 668  
 జలవిశ్లేషణము (Hydrolysis) 516, 571, 667  
 జలవిశ్లేషణ స్థిరాంకము (Hydrolysis  
 constant) 668  
 జలశోషకము 342  
 జలనమాంకము 342  
 జలస్థితిశాస్త్రము (Hydrostatics) 489, 490  
 జలస్వేదనము 588  
 జలాణువు (Water molecule) 92  
 జవ్వది 472  
 జాన్ స్టన్ (Johnston) 165  
 జాన్తీన్ (Xanthene) 282, 485,  
 జాన్తీన్ (Xanthone) 610, 708  
 జాఫర్ ఆల్ నడిక్ 66  
 జార్జి ఉర్బా 122, 607  
 జార్జి ఫాక్స్ (George Fox) 227  
 జార్జి బ్రాండ్ 121  
 జార్జియస్ అగ్రికొల (Georgius Agricola) 72  
 జాలక అంశము (Grating element) 666  
 జాలకము (Grating) 39, 40, 893, 594, 604, 621, 686, 687, 688



జాస్పర్ (Jasper) 726  
 జింకాక్సైడ్ (Zinc oxide) 192, 261, 343, 511, 691, 772  
 జింకు (Zinc) 84, 121, 185, 236, 254, 260, 320, 342, 377, 417, 418, 426, 460, 475, 466, 487, 500, 510, 511, 535, 537, 538, 539, 555, 567, 568, 634, 635, 659, 660, 662, 663, 664, 669, 671, 691, 693, 706, 709, 710, 741, 765, 768, 771  
 జింకు ఎథిల్ (Zinc ethyl) 104, 262  
 జింకు కార్బోనేట్ (Zinc carbonate) 342, 344  
 జింకు క్రోమేట్ (Zinc chromate) 483  
 జింకు క్లోరైడ్ (Zinc chloride) 343, 507, 635  
 జింకు ఫలకము (Zinc plate) 658, 669  
 జింకు ఫెర్రిసైనైడ్ (Zinc ferricyanide) 218  
 జింకు ఫెర్రోసైనైడ్ (Zinc ferro cyanide) 218  
 జింకు బ్లెండ్ (Zinc blende) 203, 313, 320, 343, 535  
 జింకు వర్గము (Zinc group) 344, 476  
 జింకు సల్ఫేట్ (Zinc sulphate) 343, 344, 377, 487, 511, 658, 659, 660, 669  
 జింకు సల్ఫైడ్ (Zinc sulphide) 222, 257, 313, 342, 344, 456, 486  
 జింకు సిలికేట్ (Zinc silicate) 486  
 జింకైట్ (Zincite) 342  
 జిగురునూనె రెసిన్లు 597, 598  
 జిగురు & రెసిన్లు (Gums & Resins) 471, 597, 598  
 జిప్సమ్ (Gypsum) 297, 313, 316, 317, 442  
 జియాప్రాయ్ 511  
 జియోడెసిక్ (Geodesic) 732  
 జిరేని(యా)ల్ ఆసిటేట్ (Geranicl acetate) 471  
 జిర్కాన్ (Zircon) 345  
 జిర్కొనియమ్ (Zirconium) 122, 345, 353, 460, 462  
 జెలెటిన్ (Gelatin) 179, 303  
 జీన్ డి రోజయర్ (Jean de Roger) 322  
 జీన్ పేరీ బ్లాన్ చర్మ 322  
 జీన్ రే (Jean Ray) 27, 28, 65

జీన్స్, సర్ జేమ్స్ హాప్వుడ్ (Sir James Hopwood Jeans) 345  
 జీవకణములు (Cells) 472, 610  
 జీవనప్రక్రియ (Life process) 470  
 జీవవర్ణనాను సిద్ధాంతము (Theory of biological evolution) 542  
 జీవరాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు (Biochemical scientist) 532  
 జూలియన్ రామ్సన్ (Julius Thomson) 97, 376  
 జెనాన్ (Xenon) 122, 342, 345, 450, 451, 460, 461  
 జెర్మర్ (Germer) 230  
 జెర్మేనియమ్ (Germanium) 95, 121, 155, 273, 320, 345, 353, 354, 643  
 జేబిర్ (Jabir) 68  
 జేబిర్ ఇబ్న్ హయ్యాస్ 66, 67, 68  
 జేబెక్ టామస్ (Thomas Sebeck) 46, 380, 381, 389  
 జేబెక్ ఫలితము (Sebeck effect) 380  
 జేమాన్, పీటర్ (Peter Zeeman) 346, 607  
 జేమాన్ ఫలితము (Zeeman effect) 53, 152, 772  
 జేమ్స్, ఆర్. ఎ. (R. A. James) 123, 144  
 జేమ్స్ వాట్ (James Watt) 96, 98, 625  
 జై మేజ్ (Zymase) 228, 288  
 జై మోహెక్సేజ్ (Zymohexase) 494  
 జై లినోల్ (Xylenol) 176  
 జై లీన్ (Xylene) 181, 184, 508  
 జోలియో, జీన్ ఫ్రెడెరిక్ (Jean Frederick Jolio) 463  
 జోలియోదంపతులు 449  
 జోషి ఫలితము (Joshi effect) 346  
 జోసిమస్ (Zosimus) 64, 65  
 జోసెఫ్ (Joseph) 322  
 జోసెఫ్ బ్లాక్ (Joseph Black) 625  
 జోహాన్ ఆగ్జ్ ఆర్ ఫెడ్ సన్ (J. A. Arfvedson) 121, 605  
 జౌల్ యూనిట్ (Joule) 453, 645, 666  
 జౌల్, జేమ్స్ ప్రెస్కాట్ (James Prescott Joule) 96, 98, 99, 346, .  
 జౌల్ నియమము (Joule's law) 99, 380  
 జ్ఞానోపలబ్ధిమీమాంస (Epistimology) 763  
 జ్యామితీయ సమాంగరూపత (Geometrical isomerism) 560, 728, 730

జ్యోషియా పార్సన్స్ కుక్ 540  
 జ్వలన వాళికావరీక్ష 690  
 జ్వలన వరికోధనవాచక (Ignition test tube) 690  
 జ్వలనము 346  
 జ్వలనసిద్ధాంతము 513  
 జ్వలనోష్ణత (Heat of combustion) 346, 378, 379  
 జ్వాలాప్రమాణములు 395  
 ట  
 టంకమిశ్రము (Solder) 427, 428  
 టంకశాలి (Minu) 448  
 టంగ్ స్టన్ (Tungsten) 122, 144, 210, 220, 221, 226, 346, 425, 428, 531, 604, 617, 645, 646, 748, 754, 771  
 టంగ్ స్టన్ ఫిలమెంటు (Tungstenfilament) 395  
 టంగ్ స్టేట్ (Tungstate) 486  
 టన్నులు (Tons) 410, 502  
 టప్లర్ (Toppler) 718  
 టప్లర్ పాదరసపు పంపు (Toppler mercury pump) 721  
 టయూర్ (Tuyere) 586  
 టర్నబుల్ బ్లూ (Turnbull's blue) 212  
 టర్పెంటిన్ (Turpentine) 313, 471  
 టాంగ్స్ (Tongs) 595  
 టాంటాలమ్ (Tantalum) 122, 348, 711  
 టాక్సి (తే) 122, 132, 597  
 టాటోమరిజమ్ (Tautomerism) 279  
 టాడ్, సర్ అలిగ్జాండర్ రాబర్ట్స్ (Sir Alexander Roberts Todd) 348  
 టానిక్ ఆసిడ్ (Tannic acid) 178, 179, 302, 348  
 టానిన్ మార్డెంట్ (Tannin mordant) 614  
 టానిన్లు (Tannins) 179, 349, 742  
 టామస్ అక్వైన్సస్ (Thomas Aquinas) 14  
 టారిసెల్లి, ఇవేన్జిలిస్టా (Evangalista Torricelli) 23, 31, 73, 349, 479, 718, 721  
 టారిసెల్లి శూన్యము (Torricelli vacuum) 128  
 టార్చలైటు (Torch light) 695  
 టార్గెట్ (Target) 512  
 టార్టార్ ఎమెటిక్ (Tartar emetic) 168



టార్టారిక్ ఆసిడ్ (Tartaric acid) 108, 188, 242, 248, 244  
 టార్ట్రేట్ (Tartrate) 691, 692, 694  
 టార్షన్ చ్యాత్రము (Torsion balance) 38, 759  
 టాలెమీ (Ptolemy) 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18  
 టాల్క్ (రాచ్చిప్పరాయి) (Talc) 789  
 టాల్యూయిన్ (Toluene) 175, 181, 509, 587, 588  
 టావో ప్రభువు 70  
 టంకాల్ 748  
 టింక్చర్ (Tincture) 158, 193  
 టిండల్ కోను (Tyndall cone) 300  
 టిండల్, జాన్ (John Tyndall) 47, 245, 349  
 టిండల్ ఫలితము (Tyndalleffect) 300  
 టి. ఎన్. టి (T. N. T.) 181, 282, 349  
 టిట్రేషన్ (అంశమాపనము) (Titration) 698  
 టిన్ (తగరము) (Tin) 104, 476  
 టిన్ ఆక్సైడ్ (Tin oxide) 698  
 టిన్ టెట్రా ఎథిల్ (Tin tetra ethyl) 104  
 టిన్ డై ఎథిల్ (Tin di ethyl) 104  
 టిపికల్ ఎలిమెంట్స్ (Typical elements) 541  
 టియర్ గాస్ (Tear gass) 162  
 టూర్మాలైన్ (Tourmaline) 33, 47  
 టెక్నిషియమ్ (Technitium) 122, 349, 581  
 టెక్నిషియమ్ యాగికములు (Technitium compounds) 581  
 టెనాంట్ 122  
 టెర్పిన్ ఆల్కహాల్ (Terpene alcohol) 471  
 టెర్పిన్లు (Terpenes) 349  
 టెర్బియమ్ (Terbium) 122, 141, 352  
 టెర్బియమ్ మృత్తులు (Terbium earths) 141, 142  
 టెర్షియరీ (Tertiary) 190, 191, 193, 262, 263  
 టెర్షియరీ ఆల్కహాల్ (Tertiary alcohol) 191, 262  
 టెర్షియరీ ట్రి మెథిల్ ఎమీన్ (Tertiary tri methyl amine) 729  
 టెర్షియరీ బూటైల్ అయిడైడ్ (Tertiary butyl iodide) 765

టెర్షియరీ బూటైల్ ఆల్కహాల్ (Tertiary butyl alcohol) 193, 263  
 టెక్లూబర్నర్ (Tecklue burner) 594  
 టెట్రా అయిడోఫ్లోరసిన్ (Tetra iodo fluorecene) 618  
 టెట్రాక్లోరైడ్ (Tetra chloride) 768  
 టెట్రాక్సైడ్ (Teroxide) 188  
 టెట్రాఫీనిల్ మీతేన్ (Tetra phenyl methane) 505  
 టెట్రాబోరేన్ (Tetra borane) 515  
 టెట్రాబ్రోమోఫ్లోరసిన్ 618  
 టెట్రామెథిల్ డై ఎమీన్ డై ఫీనిల్ మీతేన్ (Tetra methyl di amino di phenyl methane) 285  
 టెట్రాలిన్ (Tetralin) 508  
 టెట్రాసిలేన్ (Tetrasilane) 787  
 టెట్రాహేలోజన్ వ్యుత్పన్నములు (Tetra halogen derivatives) 614  
 టెట్రాహైడ్రోనాఫ్థలిన్ (Tetra hydro naphthalene) 508  
 టెలిగ్రాఫు (Telegraph) 567, 636, 637, 640, 641  
 టెలిగ్రాము (Telegram) 637, 640, 642  
 టెలిఫోను (Telephone) 237, 479, 514, 567, 636, 640, 643, 649, 650  
 టెలివిజన్ (Television) 232, 295, 486  
 టెలిస్కోపు (Telescope) 326  
 టెల్లూరియమ్ (Tellurium) 122, 317, 318, 352, 353, 540, 542, 739, 740  
 టెల్లూరియమ్ ట్రి ఆక్సైడ్ (Tellurium tri oxide) 740  
 టెల్లూరియమ్ డై ఆక్సైడ్ (Tellurium di oxide) 740  
 టెల్లరైడ్ (Telluride) 789, 740  
 టెల్లరైడ్ సిల్వనైడ్ 79  
 టెసిలియస్ 12  
 టేబిల్ సాల్ట్ (Table salt) 747  
 టైకోబ్రాహే (Tycho Brahe) 16, 17, 353  
 టైటానియమ్ (Titanium) 121, 353, 427, 442, 459, 540  
 టైటానియమ్ వర్గము (Titanium group) 353  
 టైటానియా (Titania) 157  
 టైటానియా ఆక్సైడ్ (Titania oxide) 157

టైఫాయిడ్ (Typhoid) 708  
 టైలర్ 771  
 టోన్ కన్ట్రోల్ (స్వర నియంత్రకము) (Tone control) 648  
 టోలూబాల్సమ్ (Tolubalsam) 175  
 ట్యుబింజన్ 570  
 ట్యూనింగ్ (Tuning) 643  
 ట్యూనింగ్ ఫోర్క్ (Tuning fork) 478, 534, 724  
 ట్యూబ్ రోడ్ పువ్వులు 472  
 ట్రియాకొంటేన్ (Triacontane) 105  
 ట్రియోడ్ (Triode) 640  
 ట్రియోడ్ అంప్లిఫయర్ (Triode amplifier) 640, 641  
 ట్రియోడ్ ఆసిలేటర్ (Triode oscillator) 641  
 ట్రాన్స్ (Trans) 176, 463  
 ట్రాన్స్ ఫార్మర్ (Transformer) 644  
 ట్రాన్స్ సమాంగరూపత (Trans isomorphism) 176  
 ట్రాన్సిషన్ టెంపరేచర్ (Transition temperature) 505  
 ట్రాన్సిస్టార్ (Transistor) 353, 355, 356, 635  
 ట్రాన్స్పోర్టునంబరు (ప్రవాహసాంకము) (Transport number) 657  
 ట్రావర్స్ మారిస్ విలియమ్ (Morris William Travers) 121, 341, 345  
 ట్రిటియమ్ (Tritium) 727  
 ట్రిడిమైట్ (Tridymite) 788  
 ట్రిప్సిన్ (Trypsin) 227, 228, 494  
 ట్రెన్స్పిరేషన్ (ఉత్సేదనము) (Transpiration) 251  
 ట్రి ఆక్సిడై ప్యూరిన్ (Trioxy dipurine) 485  
 ట్రి ఆక్సిప్యూరిన్ (Trioxypurine) 485  
 ట్రి ఆక్సైడ్ (Trioxide) 187, 188, 313, 553  
 ట్రి ఇండియమ్ టెట్రాక్సైడ్ (Tri indium tetroxide) 208  
 ట్రి ఎథిల్ ఎమీన్ (Tri ethyl amine) 415  
 ట్రి కీటో పెంటేన్ (Tri keto pentane) 624  
 ట్రి క్లోరిన్ (Tri chlorine) 198  
 ట్రి క్లోరైడ్ (Trichloride) 187



ప్రై క్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Trichloro acetic acid) 275  
 ప్రై క్లోరో ఎథిలీన్ (Trichloro ethylene) 499  
 ప్రై నైట్రో టాల్యుయిన్ (Trinitro toluene) 181, 281, 317, 356  
 ప్రై నైట్రో ఫీనోల్ (Trinitro phenol) 176, 177  
 ప్రై ప్లంబిక్ టెట్రాక్సైడ్ (Triplumbic tetroxide) 166  
 ప్రై ఫీనిల్ మీథేన్ (Triphenyl methane) 199, 505, 506, 612  
 ప్రై బ్రోమో ఫీనోల్ (Tribromo phenol) 183  
 ప్రై మెథిల్ ఎమిన్ (Trimethyl amine) 103, 188  
 ప్రై మెథిల్ బెన్జీన్ (Trimethyl benzene) 184  
 ప్రై సిలేన్ (Trisilane) 737  
 ప్రై హైడ్రాక్సీపూరిన్ (Trihydroxy purine) 282  
 ప్రై హైడ్రాక్సీ బెన్జీన్ (Trihydroxy benzene) 176  
 ప్రై హైడ్రాక్సీ బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ (Tri hydroxy benzoic acid) 178  
 ప్రై హైడ్రాక్సీ ప్యూర్ నమలు (Tri hydroxy derivatives) 509  
 ప్రై హైడ్రిక్ ఆల్కహాల్ (Tri hydric alcohol) 190, 278  
 ప్రై హైడ్రిక్ ఫీనోల్ (Tri hydric phenol) 176, 177

డ

డంబెల్ 621, 714  
 డప్లర్ సూత్రము (Doppler's principle) 356, 482  
 డబరినర్ (J. W. Dobereiner) 539  
 డబరినర్ సూత్రము (Dobereiner's principle) 540  
 డయర్స్ 611  
 డయలైజర్ (Dialyzer) 300, 738  
 డయాఫరా ఫెట్రోమాగ్నెటిజమ్ 150  
 డయాఫ్రమ్ (Diaphragm) 480  
 డయామాగ్నెటిక్ (Diamagnetic) 150, 151  
 డయామాగ్నెటిజమ్ (Diamagnetism) 680  
 డయాస్పోర్ (Diaspore) 156

డయోడ్ వాల్వ (Diode valve) 642, 643  
 డార్న్ (F. E. Dorn) 342  
 డార్విన్ (Charles Darwin) 542  
 డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు (Darsanval galvanometer) 681, 682, 683  
 డాల్టన్ అణిక ప్రేష నియమము 413  
 డాల్టన్ కల్పన (Dalton's hypothesis) 90  
 డాల్టన్, జాన్ (John Dalton) 36, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 125, 132, 357, 455, 456, 457  
 డాల్టన్ వరమాణు (వాదము) సిద్ధాంతము (Dalton's atomic theory) 50, 182, 358  
 డాల్డా (Dalda) 493  
 దావీన్సీ, లియనార్డ్ 14  
 డి. సి. విద్యుత్ ప్రవాహము (D. C. electricity) 358  
 డికాంపోజిషన్ (Decomposition) 688  
 డికాంపోజిషన్ వోల్టేజ్ (Decomposition voltage) 688  
 డిటెక్టర్ (ఉపలంభకము) 640  
 డిటెక్టర్ (ఉపలంభనము) 642  
 డి. డి. టి. (D. D. T. or Dichloro di-phenyl trichloroethane) 770  
 డిమార్ సే (Demarcay) 122  
 డిమెగ్నెటే 17, 20, 321  
 డిరాక్, పాల్ (Paul Dirac) 58, 56, 358, 468, 724  
 డిసప్ప్యియరింగ్ ఫిలమెంట్ వైరోమీటరు 480  
 డిస్ప్రోసియమ్ (Dysprosium) 122, 141, 358  
 డిపోలరైజర్స్ (Depolarisers) 662, 684  
 డిబై (Deby) 99, 226, 422, 657  
 డిబై చూర్ణవిధానము (Deby's powder method) 226, 358  
 డిబ్రాయ్, లూయీ విక్టర్ (Louis Victor De Brogle) 58, 124, 160, 161, 229, 230, 231, 241, 369, 358, 369  
 డీల్స్ (Diels) 195  
 డీల్స్, ఆటో (Otto Diels) 358  
 డీసెల్ (Diesel) 205  
 దూఫే (Dufay) 31  
 దూవిన్యోడ్, విన్నెన్ట్ 358  
 డెక్స్ట్రీన్ (Dextrin) 228  
 డెక్స్ట్రోస్ (Dextrose) 288  
 డెకాహైడ్రో నాఫ్తలీన్ (Decahydro-naphthalene) 506, 508

డెకేన్ (Decane) 103  
 డెప్సైడ్ (Depside) 179  
 డెబెర్నీ ఆండ్రె (Debierne) 123  
 డెమోక్రటిజ్ 8, 61, 62, 85  
 డెవలపర్ (Developer) 482  
 డెలాంబేర్ 28, 359  
 డెలాంబేర్ సూత్రము 358  
 డెల్టాధాతువు (Delta metal) 343  
 డెల్ఫినిడిన్ క్లోరైడ్ 611  
 డెసాచ్యూన్ 87  
 డెసికేటర్ 590, 595, 695, 696  
 డెసిబెల్ 359, 724, 725  
 డెస్కార్పిసిపవన్ ప్రెషర్ 578  
 డెకార్ట్ (Rene Descartes) 21, 24  
 డేటివ్ కోవలెన్సీ (Dative covalency) 561  
 డేనియల్ ఘటము (Daniell cell) 359, 634, 635, 658, 659, 660, 662, 669  
 డేనియల్ బ్యాటరీ (Daniell battery) 567  
 డేనియల్ రూథర్ ఫర్డు (Daniell Ruth-erford) 121  
 డేనిష్ తునికోల (Danish steel yard) 386  
 డేలెన్స్ (Dalance) 28  
 డేవిసన్, క్లింటన్ జోసెఫ్ (Sir Clinton Joseph Davisson) 359  
 డేవిసన్ - జెర్మర్ ప్రయోగము (Davison-Germer experiment) 53, 280  
 డేవీరక్షకదీపము (Davy's safety lamp) 359  
 డేవీ, సర్ హంఫ్రీ (Sir Humphry Davy) 30, 42, 90, 98, 121, 359, 481, 496, 746  
 డై ఆజోగణము (Diazo radical) 623, 624  
 డై ఆజోటికరణము (Diazotisation) 175  
 డై ఆజోటికృత బెన్జిడిన్ 174  
 డై ఆజోనియమ్ క్లోరైడ్ (Diazonium chloride) 360  
 డై ఆజోనియమ్ లవణము (Diazonium salt) 174, 179, 360  
 డై ఆజోయోగికము (Diazo compound) 174, 174, 360  
 డై ఆసిటిల్ (Diacetyl) 624  
 డై ఎథిల్ ఎమిన్ గణము (Diethylamino radical) 615  
 డై ఎథిల్ ఎస్టర్ (Diethyl ester) 277  
 డై ఎస్టేస్ (Diastase) 192



దై ఎథిల్ బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్ (Diethyl barbituric acid) 281  
 దై ఎలక్ట్రిక్ స్థిరాంకము 422  
 దై ఎలక్ట్రిక్ హిస్టరెసిస్ (Dielectric hysteresis) 477  
 దై కీటాక్సిమ్ (Diketoxime) 178  
 దై కీటో ఆంథ్రసీన్ (Diketoanthracene) 508  
 దై కీటో దై మెథిల్ సక్సినిలో సక్సినిక్ ఆసిడ్ (Diketo dimethyl succinilo succinic acid) 109  
 దై కీటో మెథిల్ సక్సినిలో సక్సినిక్ ఎస్టర్ 109  
 దై క్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Dichloroacetic acid) 274  
 దై క్లోరో ఎథేన్ (Dichloroethane) 769  
 దై క్లోరో నాఫ్తలీన్ (Dichloronaphthalene) 507  
 దై క్లోరోమీథేన్ (Dichloromethane) 108  
 దై క్రోమేట్ (Dichromate) 483, 623, 657, 701  
 దైన్ (Dyne) 147, 155, 409, 458, 474, 491, 502, 629  
 దైనమైట్ (Dynamite) 447, 448  
 దైనమో (Dynamo) 218, 380, 360, 636  
 దై నైట్రో బెన్జీన్ (Dinitrobenzene) 182  
 దై పోల్ మోమెంట్ (Dipole moment) 364, 422, 428  
 దై ఫీనిల్ (Diphenyl) 181, 505  
 దై ఫీనిల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Diphenyl acetic acid) 506  
 దై ఫీనిల్ ఎమిన్ (Diphenyl amine) 701  
 దై ఫీనిల్ సక్సినిక్ ఆసిడ్ (Diphenyl succinic acid) 506  
 దై బ్రోమో ఎథేన్ 610  
 దై బ్రోమో ఎథేన్ (Dibromoethane) 767  
 దై మెథిల్ ఎమిన్ (Dimethyl amine) 103, 188  
 దై మెథిల్ ఎమిన్ ఆజో బెన్జీన్ (Dimethyl amino azobenzene) 174  
 దై మెథిల్ ఎమిన్ గణము (Dimethyl amino radical) 615  
 దై మెథిల్ కీటాక్సిమ్ (Dimethyl ketoxime) 197

దై మెథిల్ కీటోన్ (Dimethyl ketone) 196  
 దై మెథిల్ దై ఆక్సి ప్యూరిన్ (Dimethyl dioxy purine) 485  
 దై మెథిల్ వై రాజిలోన్ (Dimethyl pyrazoline) 770  
 దై మెథిల్ సల్ఫైడ్ (Dimethyl sulphide) 769  
 దై యలైల్ బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్ (Diallyl barbituric acid) 281  
 దై యస్టేజ్ (Diastase) 228  
 దై యూన్ సంయోజనము (Diene addition) 195, 358  
 దై యూన్ సంయోజన ప్రక్రియ 361  
 దై సాకరైడ్లు (Disaccharides) 118  
 దై సిలికన్ హెక్సాక్లోరైడ్ (Disilicon hexachloride) 737  
 దై సైనైడ్లు (Dicyanides) 276  
 దై సోడియం పోలిసల్ఫైడ్లు (Disodium polysulphides) 753  
 దై హైలైడ్ (Dihalide) 196, 769  
 దై హైడ్రాక్సి హైడ్రోక్సీములు (Dihydroxy derivatives) 509  
 దై హైడ్రాక్సి ఆంథ్రాక్విన్లోన్లు (Dihydroxy anthraquinone) 509  
 దై హైడ్రాక్సి ఫీనిల్ ఇథనోల్ (Dihydroxy phenyl ethanol) 177  
 దై హైడ్రాక్సి మెథిల్ (Dihydroxy methyl) 177  
 దై హైడ్రీక్ (Dihydric) 176  
 దై హైడ్రీక్ ఆల్కహాల్ (Dihydric alcohol) 276, 472  
 దై హైడ్రో నాఫ్తలీన్ (Dihydro naphthalene) 506  
 దై హైడ్రో పైరాజిన్ 708  
 డోనన్, ఎఫ్. జి. (F. G. Donnan) 768  
 డ్యూటీరియం (Deuterium) 319, 727, 772  
 డ్యూట్రాన్ (Deuteron) 364, 369, 449, 450, 603  
 డోల్ జలక్ యంత్రము 759  
 డోలన కాలపరిమితి 606  
 డోలన బిందువు 608  
 డోలనము 476, 608  
 డోలన విస్తారకము 683  
 డోలమైట్ (Dolomite) 209, 210  
 డౌను ఘటము (Down's cell) 748

డ్యూమా, జీన్ బాప్టిస్ట్ ఆండ్రె (Jean Baptiste Andre Dumas) 93, 94, 101, 102, 103, 364, 501, 540, 761  
 డ్యూమా విధానము (Duma's method) 128, 182, 364  
 డ్యూరాల్మిన్ (Duralumin) 157, 426, 427  
 డ్యూలాంగ్ (Pierre Louis Dulong) 93, 96  
 డ్యూలాంగ్ నియమము (Dulong's law) 555  
 డ్యూలాంగ్ - పెటి నియమము (Dulong and Petit's law) 455  
 డ్యూలాంగ్ - పెటి విశిష్టోష్ణతా పద్ధతి (Dulong-Petit's specific heat method) 93  
 డ్యూలాంగ్ విధానము (Dulong's method) 555  
 డ్యూవార్, జేమ్స్ (Sir James Dewar) 112, 498  
 థర్మోస్ ఫ్లాష్ (Thermos flask) 377  
 డ్రై పేస్ట్ 247, 251  
 డ్రై టెస్ట్ (Dry test) 690  
 డ్రై సెల్ (Dry cell) 625  
 డ్రై ౩  
 చంద్రి 638  
 చగచము (Tin) 59, 104, 122, 273, 345, 364, 426, 427, 428, 535, 538, 609, 613, 664, 696  
 చటస్థి సమతాస్థితి (Neutral equilibrium) 319  
 చటస్థికరణ ప్రక్రియ (Neutralisation process) 668  
 చటస్థికరణము (Neutralisation) 580, 668  
 చటస్థికరణోష్ణత (Heat of neutralisation) 366, 379  
 తత్త్వ శాస్త్రము 531  
 తన్యత (Tension) 634  
 తన్యముల (Spring balance) 410  
 తపన ఫలము 666  
 తత్త్వ ప్రమాణములు 395  
 తప్తధాతు విధానము (Thermo metal-lurgy) 538  
 తప్తధాతువులు 537  
 తమ్మన్ గుస్టావ్ (Gustav Tamman) 425  
 తయో కార్బొనిల్ గణము (Thio carbonyl radical) 623



తయోఫార్మమైడ్ (Thio formamide) 707  
 తయోబ్రోమిన్ (Thiobromine) 485  
 తయోసల్ఫేట్ (Thiosulphate) 282, 416, 694  
 తయోసైనేట్ (Thiocyanate) 416  
 తరంగచలనము (Wave motion) 366  
 తరంగ దైర్ఘ్యమానము 369  
 తరంగ దైర్ఘ్యము (Wavelength) 40, 41, 221, 226, 230, 245, 250, 219, 356, 357, 369, 398, 397, 398, 450, 509, 534, 542, 570, 600, 609, 617, 619, 621, 642, 685, 687, 688, 734  
 తరంగములు (Waves) 429, 432, 533, 619, 644  
 తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రము-I & II (Wave mechanics) 53, 368, 369, 370, 371, 465, 678, 679  
 తరంగయాంత్రిక సిద్ధాంతము (Wave mechanics) 463, 464  
 తరంగయానకము (Wave medium) 677  
 తరంగరూపము 427  
 తరచుదనము 217  
 తలతన్యత (Surface tension) 371, 409, 552  
 తలతన్యతా ప్రభావము 371, 372  
 తలతన్యతా బలవర్ధితి 555  
 తలతన్యతా బలము (Surface tension force) 371, 409  
 తలవిద్యుత్ (ద్రావ్య) వాహకత్వము (Equivalent conductivity) 562  
 తలశక్తి (Surface energy) 99  
 తాంప్సన్, ఎస్. జి. (S. G. Thompson) 518  
 తాపక్రమగుణకము (Temperature coefficient) 487  
 తాపక్రమ నియంత్రకము (Thermoregulator) 592  
 తాపక్రమ మాపకము (Thermometer) 27, 41, 320, 372, 475, 479, 588, 591, 592  
 తాపక్రమమాపనము 320, 372, 376, 475, 591, 592  
 తాపక్రమమితి (Thermometry) 373  
 తాపక్రమము (Temperature) 40, 97, 314, 316, 320, 372, 373, 375,

376, 430, 432, 475, 477, 479, 481, 497, 498, 508, 505, 507, 511, 530, 531, 537, 556, 578, 589, 591, 592, 593, 594, 596, 628, 627, 628, 629, 657  
 తాపగతిశాస్త్రము (Thermodynamics) 5, 711  
 తాపగ్రహణ సామర్థ్యము (Thermal capacity) 30  
 తాపచీప్త విద్యుత్పములు 396  
 తాపనిర్మాణము (Heat death) 713  
 తాపమాపకము (Thermometer) 479  
 తాపమిశ్రితము (Thermo Couple) 479 (చూ. టెర్మోకపుల్)  
 తాపము (Heat) 539  
 తాపరాసాయనిక శాస్త్రము (Thermo chemistry) 97, 98, 376, 377  
 తాపవాహకము 645  
 తాపవిఘటనము (Thermal dissociation) 379, 571  
 తాపవిద్యుత్తు (Thermo - electricity) 48, 38, 380  
 తాపవిశ్లేషణము (Thermal analysis) 57, 381, 425  
 తాపశక్తి (Thermal energy) 99  
 తామ్రఫలకము (Copper plate) 669  
 తామ్రభస్మము 251  
 తామ్రము (Copper) 384  
 తామ్రయుగము 59  
 తామ్సన్ 561  
 తామ్సన్ జార్జ్, పి. (G. P. Thomson) 359, 462  
 తామ్సన్ తామ్సన్ Thomson Thomas) 90, 424, 462  
 తామ్సన్ ఫలితము (Thomson effect) 381  
 తామ్సన్, సర్ జోసెఫ్ జాన్ (Sir Joseph John Thomson) 229, 230, 385, 597, 639  
 తారతమ్య భారము (Relative weight) 457  
 తారతమ్యసాంద్రత (Relative density) 126, 132, 414, 385  
 తారు (Tar) 206, 756  
 తారునూనెలు (Tar, oils) 204  
 తాలిక్ ఆన్ హైడ్రేట్ (Phthalic anhydride) 618  
 తాలిక్ ఆసిడ్ (Phthalic acid) 176, 506, 507, 613, 711

తాలియమ్ (Thallium) 123, 158, 159, 386, 486  
 తాల్టర్ రంగులు (Phthalein dyes) 612, 613  
 థియోడోర్ (Theodore) 122, 388  
 థియోఫైలీన్ (Theophylline) 113  
 తిర్యక్ తరంగములు (Transverse waves) 38, 39, 428, 429  
 పీడణవారము 80  
 పగజాలకము (Wire grating) 471, 656, 685  
 రునికోల (Roman steel yard) 386  
 నుపాకి (Gun) 487  
 నుపాకిమందు (ammunition) 313  
 నుల (Platform balance) 386  
 నులాయంత్రము 690  
 నుల్కభారనియమము (Law of equivalent weight) 87  
 నుల్కభార భావము 388  
 నుల్కభారము (Equivalent weight) 87, 388, 455, 542, 555, 648, 650, 654, 655, 656, 658, 661, 662, 665, 666  
 నుల్కభార వాహకత (Equivalent conductivity) 648  
 నుల్కభార విద్యుద్వాహకత 651, 653, 654, 655, 653, 665  
 నుల్కరాశి 663  
 నుల్కభారము 41  
 నుసారరూపము 316  
 నూలియమ్ (Thulium) 122, 141, 388  
 తృతీయ శక్తిశాస్త్రనియమము 716  
 టెర్మల్ టెపాసిటి (ఉష్ణతాధారణ సామర్థ్యము - Thermal capacity) 217  
 టెర్మల్ న్యూట్రాన్ (Thermal neutron) 450  
 టెర్మామీటరు (Thermometer) 216  
 టెర్మియాన్ (Thermion) 598  
 టెర్మియానిక్స్ (Thermionics) 598  
 టెర్మైట్ (Thermite) 157, 158  
 టెర్మో ఎలిమెంటు (Thermo element) 186  
 టెర్మోకపుల్ (Thermo couple) 186, 216, 380, 479, 480 (చూ. తాపమిశ్రితము)  
 టెర్మోకపుల్ పై రోమీటరులు (Thermo couple pyrometers) 479



థెర్మోడైనమిక్స్ (Thermodynamics) 5  
 711 (చూ. శక్తి శాస్త్రము)  
 థెర్మోన్యూక్లియర్ (Thermo nuclear)  
 553  
 థెర్మోపైల్ (Thermopile) 682  
 థెర్మోస్ ఫ్లాష్ (Thermos flask) 215  
 తేజోమీటరు (Tejometer) 254  
 తేర్పువద్దతి 587  
 తేలగొట్టువద్దతి (Floatation method) 586  
 తేలీజ్ (Thales) 20, 61, 73  
 తేలీన్ (Phthalein) 508  
 తేలుట (Floatation) 388  
 తై (చూ) మోల్ (Thymol) 176, 472  
 తైయేజైన్ (Thiazine) 614, 615  
 తైలము (oil) 471  
 తైలాత్మక (Aliphatic) 105 (చూ. అలి  
 ఫాటిక్)  
 తోకచుక్క (Comet) 497, 628  
 తోరియనైట్ (Thorianite) 602  
 తోరియమ్ (Thorium) 128, 319, 342,  
 388, 450, 601, 602, 726  
 త్రనరూపాంతరత (Dynamic allotropy)  
 504, 505  
 త్రికబిందువు (Triple point) 578  
 త్రిభుజకవలయము 110  
 త్రిధాతుకమిశ్రము 425  
 త్రినతవద్దతి (Triclinic) 761  
 త్రివరమాణుకము (Triatomic) 715  
 త్రిబంధములు (Triple bonds) 105  
 త్రియోజనీయధాతువు (Trivalent metal)  
 542  
 త్వరణము (Acceleration) 291, 389,  
 409, 473, 491, 502, 788  
 త్వ్యగ్రము (Triode) 640  
 ద  
 దండశుల (Steel yard) 410  
 దక్షిణధ్రువము (South pole) 686  
 దర్పణతలము (Mirror plane) 682,  
 685  
 దర్పణము (Mirror) 400, 466, 533,  
 682  
 దాటుదూరము (స్థలవ్యంతరము) (Skip  
 distance) 391  
 దారుదహనవాయువు (Wood gas) 80  
 దాహక పొటాష్ (Caustic potash) 481,  
 482  
 దాహక సోడా (Custic soda) 483, 747,  
 749, 750, 751, 752

దిక్సూచి (Compass) 85  
 దిగ్దాలకము (వరిమజాలకము) (Space  
 lattice) 392  
 దిగ్రాసాయనిక శాస్త్రము (Spatial  
 chemistry) 496  
 దీర్ఘరోధము (Steric hindrance) 393  
 దీపవాయువు (Illuminating gas) 222,  
 442  
 దీపాంగారము (Lamp black) 257, 393,  
 768  
 దీప్తివహహము (Luminous flux) 394  
 దీప్తిమాపనము (Photometry) 241, 393,  
 394, 395, 396, 397  
 దూరకార్యభావము (Idea of action at a  
 distance) 673  
 దూరదర్శని (Telescope) 326, 388,  
 341, 395, 398, 399, 400, 469,  
 480, 618, 683, 685, 759, 764  
 దూరదర్శని అధికీకరణ సామర్థ్యము  
 (Telescope's magnifying power)  
 399  
 దూరము (Distance) 502  
 దృక్ శేత్రము 395, 484, 582  
 దృశ్యవర్ణమాల 620, 621  
 దృష్టాంత మూలద్రవ్యములు (Typical  
 elements) 541  
 దైశికవిన్యాసము (Spatial) 729  
 ద్రవకాములు (Lyophilic colloids) 301  
 ద్రవద్రవ్యములు 617  
 ద్రవబాష్పములు (Liquid vapours)  
 128  
 ద్రవమాపకములు (Hydrometers) 372,  
 403  
 ద్రవములు (Liquids) 501, 509  
 ద్రవములు - I 403  
 ద్రవములు - II 407  
 ద్రవవిరోధులు (Lyophobic colloids) 301  
 ద్రవస్ఫటికములు (Liquid crystals) 412  
 ద్రవాంక నిర్ణయము (Determination of  
 melting point) 591  
 ద్రవాంకము (Melting point) 320, 479,  
 481, 491, 500, 504, 506, 509,  
 510, 511, 516, 530, 553, 565,  
 568, 591, 597, 598, 625  
 ద్రవాభిసరణప్రేషము (Osmotic  
 pressure) 96, 418, 421, 422, 652,  
 661, 662  
 ద్రవాభిసరణము (Osmosis) 418

ద్రవీకరణ తాపక్రమము (Melting  
 temperature) 586  
 ద్రవీకృతమిశ్రము 384  
 ద్రవీభవన గుప్తోష్ణత (Latent heat of  
 melting) 218, 588  
 ద్రవీభవనతాపక్రమము 584  
 ద్రవీభవనాంకము (Melting point) 878  
 ద్రవేందనములు (Liquid fuels) 204  
 ద్రవ్యనిత్యత్వ నియమము (Law of  
 conservation of mass) 233, 502  
 ద్రవ్యము (Matter) 470, 501, 502,  
 508, 504, 505, 537, 589, 541,  
 600  
 ద్రవ్యరాశి (Mass) 48, 229, 369, 372,  
 375, 410, 411, 449, 464, 465,  
 473, 502, 601, 626, 629  
 ద్రవ్యరాశి-భారము (Mass-weight) 410  
 ద్రవ్యావస్థలు (States of matter) 411  
 ద్రావణకృతనాంకము (Boiling point of  
 solution) 418  
 ద్రావణతన్యత 660, 661, 662  
 ద్రావణవద్దతి 585  
 ద్రావణపరీక్ష 698  
 ద్రావణ బాష్పప్రేషము 420, 421  
 ద్రావణములు (Solutions) 96, 97, 140,  
 419, 420, 421, 422, 504, 509  
 ద్రావణములు - I 412  
 ద్రావణములు - II 418  
 ద్రావణసమీకరణ స్థిరాంకము 421  
 ద్రావణస్థిరాంకము 421  
 ద్రావణాయతనము 421  
 ద్రావణోష్ణత 378, 379  
 ద్రావ్యకాచము (Soluble glass) 736  
 ద్రావ్యత (Solubility) 342, 417, 576,  
 587, 598  
 ద్రావ్యభారము 417  
 ద్రావ్యము (Solute) 412, 416, 418,  
 419, 420, 421, 504  
 ద్రుమాంగము (Wood charcoal) 257  
 ద్వ్యగ్రము (Diode) 689  
 ద్వికుంభ కటకము (Double convex lens)  
 399, 456, 618, 685  
 ద్వితీయవేష్టనము (Secondary coil) 587  
 ద్విధాతుక మిశ్రము (Double metallic  
 alloy) 425  
 ద్విధ్రువకము (Dipole) 428, 560  
 ద్విధ్రువగుణకము (Dipole coefficient)  
 584



ద్విద్రువము (Dipole) 422, 584  
 ద్విద్రువ మోమెంట్ (Dipole moment) 422  
 ద్వివట్టకము (Double prism) 87  
 ద్వివదాన్లుము (Di-basic acid) 314  
 ద్వివరమాణికము (Di-atomic) 715  
 ద్విపుటకటకము (Double concave lens) 399, 685  
 ద్విబంధములు (Double bonds) 105  
 ద్విముందాకారము (Dumbell) 714  
 ద్వియోజనీయత (Bi-valent) 510  
 ద్విలవణము (Double salt) 555  
 ద్వివక్రీకరణ సామర్థ్యము (Double refractive power) 424  
 ద్వివక్రీభవనము (Double refraction) 38, 423, 610, 755  
 ద్వివక్రీభూతము (Double refracted) 424  
 ద్విసిలికేట్ (Double silicate) 789  
 ద్విత్వసిద్ధాంతము 102  
 ధ  
 ధన అయన్ (Positive ion) 497, 690  
 ధనకిరణము (Positive ray) 424  
 ధనకుండము 340  
 ధనచిహ్నత ఎలక్ట్రాన్ (Positive electron) 464  
 ధనద్రువము (Positive pole) 487, 589  
 ధమనజ్వాల (Blow lamp) 604  
 ధనవిద్యుత్ (Positive electricity) 422, 581, 757  
 ధనవిద్యుత్ కిరణములు (Positive electric rays) 422, 425  
 ధనవిద్యుత్ ధర్మము (Property of positive electricity) 581  
 ధనవిద్యుత్ యూనిట్ (Positive electric unit) 458, 557  
 ధనవిద్యుదావేశము (Positively charged) 600  
 ధనాగ్రము (Positive electrode) 497  
 ధనావేశము (Positive charge) 560  
 ధాతు, అధాతు గుణతారతమ్యములు 425  
 ధాతు అయన్లు (Metal ions) 690  
 ధాతుకార్బన్ యోగికములు (Metallic carbon compounds) 270, 425  
 ధాతుకార్బోనేట్ (Metallic carbonate) 698  
 ధాతు ఖనిజములు (Metallic ores) 534  
 ధాతుద్రవము 597

ధాతునాళములు (Metal tubes) 398  
 ధాతుమిశ్రములు (Alloys) 425, 426, 510, 588, 634, 787  
 ధాతుమిశ్రములు - I 425  
 ధాతుమిశ్రములు - II 426  
 ధాతురాసాయనిక శాస్త్రము (Chemistry of metals) 535  
 ధాతువాదము 55  
 ధాతువులు (Metals) 446, 501, 535, 587, 588, 589, 542  
 ధాతుశోధన (Refining of metals) 538  
 ధాతుసాధన (Extraction of metals) 376, 535, 586, 709  
 ధాతుసైద్రాక్సైడ్ (Metallic hydroxide) 616  
 ద్రువజ్యోతిర్మేఘములు 35  
 ద్రువనకోణము (Angle of polarisation) 241  
 ద్రువనకారి 429  
 ద్రువనతలము (Polarised plane) 428, 429  
 ద్రువనము (Polarisation) 649, 668  
 ద్రువన విశ్లేషకము (Polariser) 429, 484  
 ద్రువనాక్షము (Axis of polarisation) 429  
 ద్రువబలము 673  
 ద్రువము (Pole) 242, 467, 468  
 ద్రువసామర్థ్యము (Polarity) 686  
 ద్రువిశీకాంతి (Polarised light) 241  
 ద్రువితయోగికము (Polarised compound) 561, 562, 563  
 ద్రువీకరణ మాపకము (Polarimeter) 742  
 ద్రువీకరణ (భవనము) (Polarisation) 241, 428, 429, 466, 484, 513, 634, 635, 762  
 ద్రువీభవన విధ్వంసకములు (Depolarisers) 634, 636, 663  
 ధ్వని (Sound) 29, 429, 480, 483, 477  
 ధ్వని ఉత్పాదకము 429  
 ధ్వనితరంగములు (Sound waves) 482  
 ధ్వనివరావర్తనము (Reflection of sound) 482  
 ధ్వని మిశ్రమిటనము (Interference of sound) 482  
 ధ్వని వక్రీభవనము (Refraction of sound) 482

ధ్వనివిచూషణము (Absorption of sound) 482  
 ధ్వనిశాస్త్రము (Sound) 29, 763  
 స  
 నక్షత్ర చలనము (Movements of stars) 345  
 నక్షత్రములు (Stars)  
 నక్షత్రాంతరాళము (Stellar space) 623  
 నత్రజని (Nitrogen) చూ. నైట్రోజన్ 432  
 నత్రజని యోగికములు (Nitrogen compound) 432 చూ. నైట్రోజన్ యోగికములు  
 నత్రికామ్లము (Nitric acid) చూ. నైట్రిక్ ఆసిడ్ 432  
 నభోమూర్తులు (Heavenly bodies) 9, 398, 621  
 నరసింహస్వామి - వెంకటరామయ్య వద్ద 771  
 నవాసారము (Sal ammoniac) 441, 442, 685  
 నవీన భౌతికశాస్త్రము (Modern physics) 457  
 నాగార్జునుడు 70  
 నాగ్యగైట్ 740  
 నాట్సి (జీ) సిద్ధాంతము (Nazism) 581  
 నాడక్ (Noddack) 122, 597  
 నాణక ధాతువులు (Coinage metals) 432, 433, 508  
 నాన్ ఎలక్ట్రిక్స్ (Non-electrics) 21  
 నానేన్ (Nonane) 108  
 నాఫ్తలీన్ (Naphthalene) 176, 181, 206, 207, 486, 506, 507, 508, 614, 707, 711  
 నాఫ్తలీన్ అణుసాంకేతికము (Naphthalene molecular formula) 507  
 నాఫ్తలీన్ పుష్పవన్నములు (Naphthalene derivatives) 507, 508  
 నాఫ్తలీన్ వలయము (Naphthalene cycle) 614  
 నాఫ్తలీన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ (Naphthalene sulphonic acid) 507  
 నాఫ్తలీన్ హైడ్రాక్సీ పుష్పవన్నములు (Naphthalene hydroxy derivatives) 507  
 నాఫ్తాల్ (Naphthal) 507  
 α-నాఫ్తాల్ (α-Naphthal) 507



నాఫ్తాల్ ఎమిన్ (Naphthal amine) 175, 507  
 $\alpha$ -నాఫ్తాల్ ఎమిన్ ( $\alpha$ -Naphthal amine) 507  
 నాఫ్థియోవిక్ ఆసిడ్ (Naphthomic acid) 507  
 $\alpha$ -నాఫ్తైల్ ఎమిన్ ( $\alpha$ -Naphthyl amine) 507  
 సాధి (Focus) 407, 488  
 సాధిదైర్ఘ్యము (Focal length) 396, 399  
 సాధిబిందువు (Focal point) 685  
 సాధ్యంతరము (Focal length) 616  
 సార్మల్ (Normal) 529, 626  
 సార్మల్ కార్బోనేట్ (Normal carbonate) 529  
 సార్మల్ క్లోరోప్రోపేన్ (Normal chloro-propane) 728  
 సార్మల్ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్ (Normal propyl alcohol) 193  
 సార్మల్ బూటేన్ (Normal butane) 766  
 సార్మల్ బూటేన్ ఆల్కహాల్ (Normal butane alcohol) 765  
 సార్మల్ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ (Normal hydrochloric acid)  
 సావికదిక్సాచి (Mariner's compass) 433  
 నికల్ (Nicol) 424, 429, 433, 434, 484  
 నికల్ పట్టకము (Nicol prism) 484  
 నికల్సన్ (Nicholson) 35  
 నికెల్ (Nickel) 120, 150, 182, 208, 210, 304, 348, 425, 649, 434, 670, 772  
 నికెల్ కార్బోనిల్ (Nickel carbonyl) 261  
 నికెల్ పెరాక్సైడ్ (Nickel peroxide) 670  
 నికోటిన (Nicotine) 189, 190, 707  
 నికోటినిక్ ఆసిడ్ (Nicotinic acid) 707  
 నికోలస్ లెమరీ (Nicolas Lemery) 100  
 నిమ్నప్రేషము (Low pressure) 589  
 నిమ్నమాన 471  
 నియంత్రకము (Control) 592, 643, 644  
 నియోబియమ్ (Niobium) 122, 435, 711  
 నిరార్థిఘటము (Dry cell) 224, 685  
 నిరార్థిము 317  
 నిరార్థి విద్యుత్ ఘటము (Dry electric cell) 442

నిరోధక ప్రేరణము (Resistance catalysis) 491  
 నిరోధక సామర్థ్యము (Resistance power) 644  
 నిరోధము (Resistance) 641  
 నిర్జీవ వాయువు (Non-vital gas) 81  
 నిర్వాత ఘటములు (Vacuum cells) 253  
 నిర్వాతము (Vacuum) 645  
 నిర్వాత స్వేదనము (Vacuum distillation) 442  
 నిల్స్ గేబ్రియల్ సెల్స్ట్రమ్ (Nils Gabriel Sefstrom) 121, 711  
 నిర్వాతాభిషేచనము 435  
 నిశ్చలత్వము (Stability) 316  
 నిష్కాయత 435  
 నిష్పత్తి (Ratio) 629, 649  
 నిస్తంత్ర (Wireless) 636  
 నిస్తంత్ర తరంగములు (Wireless waves) 639  
 నిస్తంత్రవార్త (Wireless news) 532  
 నీటిఆవిరి (Steam) 315  
 నీటిఆవిరియంత్రము (Steam boiler) 625  
 నీయాన్ (Neon) 121, 341, 342, 435, 459, 561, 620, 694, 748  
 నీరు (Water) 3, 103, 104, 422, 435, 475, 492, 685  
 నీరుగాజు (Water glass) 738  
 నీలగిరితైలము (Eucalyptus oil) 473  
 నీలమణి 510  
 నీలలోహితకిరణము 685  
 నీలిమందు 613, 614, 709  
 నీలిలిట్మస్ (Blue litmus) 318  
 నీయోడిమియమ్ (Neodymium) 122, 141 438, 493  
 నూనె (Oil) 3  
 నెడ్డర్ మైయర్ (Neddermeyer) 162  
 నెప్ట్యూనియమ్ (Neptunium) 171, 438, 553  
 నెబ్యూలా (Nebula) 77, 770  
 నెర్న్స్ట్, వాల్టర్ (Walter Nernst) 96, 99, 201, 376, 438, 576, 659, 660, 662, 713, 714  
 నెర్న్స్ట్ నియమము (Nernst law) 92  
 నెర్న్స్ట్ సమీకరణము (Nernst equation) 662, 666  
 నెర్న్స్ట్ సిద్ధాంతము (Nernst theory) 659, 662

నెస్లర్ (Nessler) 441, 689  
 నెస్లర్ పద్ధతి (Nessler method) 689  
 నెస్లర్ నిరోధకప్రచారము (Nessler re-agent) 689  
 నేచురల్ గాస్ (Natural gas) 205  
 నేపియర్ పూతాంకము (Napier exponent) 581, 661  
 నేఫ్థియానిక్ ఆసిడ్ (Naphthionic acid) 174  
 నేలబొగ్గు (Coal) 204, 438, 442, 534, 593  
 నైక్రోమ్ (Nichrome) 428  
 నైటర్ కేక్ (Niter cake) 752  
 నైట్రస్ ఆక్సైడ్ (Nitrous oxide) 90, 91, 166, 174, 180, 443, 764  
 నైట్రస్ ఆసిడ్ (Nitrous acid) 174, 281, 360, 443, 444, 492  
 నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ (Nitric oxide) 82, 83, 89, 90, 165, 265, 315, 443, 444, 445, 447, 491, 492, 581  
 నైట్రిక్ ఆసిడ్ (Nitric acid) 87, 157, 165, 177, 211, 264, 315, 316, 317, 343, 345, 379, 426, 441, 443, 444, 445, 446, 447, 449, 491, 492, 493, 495, 501, 506, 507, 508, 509, 529, 590, 608, 624, 625, 635, 663, 693, 694, 695, 703, 711, 752, 764  
 నైట్రేట్ (Nitrate) 141, 275, 285, 303, 444, 598, 691, 692, 694, 742, 752  
 నైట్రైట్ (Nitrite) 360, 416, 444, 445, 447, 598, 691  
 నైట్రైట్ ఎస్టర్ (Nitrite ester) 447  
 నైట్రైడ్ (Nitride) 441, 442  
 నైట్రైల్ (Nitrile) 194, 269, 275  
 నైట్రో (ఆమ్ల) పుష్పపన్నములు [Nitro (acid) derivatives] 613  
 నైట్రోగణము (Nitro radical) 447, 507, 623  
 నైట్రోగ్లిసరీన్ (Nitroglycerine) 317, 448  
 నైట్రజన్ (Nitrogen) 52, 82, 83, 90, 91, 101, 104, 121, 154, 164, 165, 167, 185, 206, 207, 263, 264, 265, 281, 287, 299, 315, 316, 340, 341, 342, 360, 414, 438, 441, 442, 444, 445, 446,



447, 449, 464, 471, 476, 491, 515, 540, 541, 554, 558, 562, 564, 565, 572, 577, 597, 645, 690, 705, 706, 709, 711, 713, 714, 729, 752

నైట్రోజన్ అయోడైడ్ (Nitrogen iodide) 447

నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ (Nitrogen oxide) 265, 215, 316, 340, 445, 446

నైట్రోజన్ టెట్రాఆక్సైడ్ (Nitrogen tetroxide) 443, 444, 571

నైట్రోజన్ ట్రి ఆక్సైడ్ (Nitrogen trioxide) 90, 443, 444, 579

నైట్రోజన్ ట్రి క్లోరైడ్ (Nitrogen trichloride) 447

నైట్రోజన్ డై ఆక్సైడ్ (Nitrogen dioxide) 89, 90, 444, 446, 492, 571, 579

నైట్రోజన్ పరమాణువు (Nitrogen atom) 597

నైట్రోజన్ పెంటాఆక్సైడ్ (Nitrogen pentoxide) 165, 443, 444, 445, 563

నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్ (Nitrogen peroxide) 82, 83, 690, 692, 752

నైట్రోజన్ బ్రోమైడ్ (Nitrogen bromide) 447

నైట్రోజన్ యోగికములు (Nitrogen compounds) 441, 447, 485, 492, 505, 509

నైట్రోజన్ యోగికములు, అరోమాటిక్ (Aromatic nitrogen compounds) 447

నైట్రోజన్ ప్యూర్స్ (Nitrogen derivatives) 269

నైట్రోజన్ తోధన (Nitrogen test) 262

నైట్రోటోల్యూయిన్ (Nitrotoluene) 181, 447

నైట్రోఫాల్లిక్ ఆసిడ్ (Nitro phthalic acid) 507

$\alpha$  - నైట్రోఫాల్లిక్ ఆసిడ్ ( $\alpha$  - Nitro phthalic acid) 507

$\alpha$  - నైట్రో నాఫ్థలీన్ ( $\alpha$  - Nitro naphthalene) 507

నైట్రోబెన్జీన్ (Nitrobenzene) 174, 175, 181, 422, 447, 477, 559

నైట్రోమీటరు (Nitrometer) 265

నైట్రోమీథేన్ (Nitromethene) 183, 447, 769

నైట్రోయోగికములు, అలిఫాటిక్ (Aliphatic nitro compounds) 447

నైట్రోప్యూర్స్ (Nitro-derivatives) 508, 615

నైట్రోసోఎమిన్ (Nitrosoamine) 169

నైఫ్ ఘటము (Nife cell) 670

నైఫ్ సంచాయక ఘటము (Nife accumulator) 669, 670

నోబెల్, బెర్నార్డ్ ఆల్ఫ్రెడ్ (Alfred Bernhard Nobel) 447

నోబెల్ బహుమానము (Nobel prize) 233, 358, 359, 449, 478, 479, 485, 496, 497, 509, 513, 514, 531, 532, 534, 554, 565, 568, 596, 597, 604, 694

నోబెలియమ్ (Nobelium) 123, 448, 495, 553

నోవమ్ ఆర్గానమ్ (Novum organum) 74

న్యూకొమెన్ (Newcomen) 625

న్యూక్లియాన్ (Nucleon) 464

న్యూక్లియోటైడ్ (Nucleotide) 348

న్యూక్లియోసైడ్ (Nucleoside) 318

న్యూటన్, సర్ ఐజక్ (Sir Isaac Newton) 12, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 38, 39, 46, 89, 97, 129, 229, 241, 256, 292, 305, 324, 325, 326, 400, 411, 448, 452, 457, 465, 486, 609, 616, 618, 678, 732

న్యూటన్ గతినియమములు (Newton's laws of motion) 19, 125

న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతము (Newton's gravitational theory) 17, 232

న్యూటన్ చలయములు (Newton's rings) 26, 448, 469

న్యూటోనియన్ (Newtonian) 400

న్యూట్రాన్లు (Neutrons) 48, 49, 160, 170, 200, 233, 286, 291, 319, 339, 440, 449, 450, 451, 459, 463, 464, 465, 466, 497, 510, 531, 561, 568, 597

న్యూలాండ్స్ 540

న్యూలాండ్స్ నియమము 541

పంచఘటక వలయము 451, 705

పంచదారలు (Sugars) 318, 415, 418, 421, 451, 494

పంపులు (Pumps) 451

పచనము 494

పటికలు (Alums) 314, 453

పట్టకము (Prism) 616, 617

పట్టికావర్ణమాల (Band spectrum) 619

పతనకిరణము (Incident ray) 423, 424, 609

పతన కోణము (Angle of incidence) 424, 466, 609, 610

పని (Work) 453

పరమతాపక్రమమానము (Absolute temperature scale) 454, 455, 628

పరమ తాపక్రమము (Absolute temperature) 455, 628, 629

పరమమానము (Absolute unit) 375, 419, 421

పరమశూన్యము (Absolute vacuum) 455

పరమాణుకేంద్రకము (Atomic nucleus) 319, 461, 464, 493, 497, 514, 600, 602, 621, 628

పరమాణు నిర్మాణము 697

పరమాణు బాంబు (Atom bomb) 455 (చూ. ఆటంబాంబు)

పరమాణుభారభావము 50, 455, 456, 457

పరమాణుభారము (Atomic weight) 319, 320, 448, 457, 464, 474, 479, 481, 483, 488, 491, 498, 494, 495, 497, 498, 500, 501, 509, 511, 513, 514, 517, 530, 540, 541, 542, 543, 553, 555, 557, 565, 568, 597, 598, 601, 610

పరమాణుభారము - సమీపభౌతిక శాస్త్రము (Atomic weight - modern physics) 456

పరమాణుభావము 456

పరమాణురచన-రాసాయనిక ధర్మములు (Atomic structure - properties) 56, 457, 459, 460, 462, 465, 492, 517, 561, 568, 686

పరమాణువర్ణమాల (Atomic spectrum) 463

పరమాణువిచ్ఛేదనము (Atomic disintegration) 600

పరమాణువిజ్ఞానము 463, 493, 534

పరమాణువు (Atom) 6, 49, 50, 51, 60, 62, 69, 91, 94, 217, 223, 231, 460, 465, 494, 555, 558,



559, 561, 568, 601, 602, 614, 622  
 పరమాణుశక్తి (Atomic energy) 6, 518  
 (చూ. ఆటంబాంబు)  
 పరమాణ్వంకము (Atomic number) 51, 820, 462, 479, 481, 483, 493, 495, 497, 498, 500, 511, 518, 514, 517, 530, 542, 548, 558, 554, 565, 568, 597, 598, 601, 610  
 పరమాణ్వాంతనము (Atomic volume) 541, 568  
 పరస్పరకర్షణములు 221  
 పరస్పర వర్ణమాల 42, 621  
 పరస్పరాకర్షణ బలము (Cohesive force) 630  
 పరాదర్శ నికరణము 632  
 పరావర్తన కోణము (Angle of reflection) 466  
 పరావర్తన జాలకము (Reflection grating) 687  
 పరావర్తన దూరదర్శని (Reflecting telescope) 398, 400  
 పరావర్తన బింబము 468  
 పరావర్తనము (Reflection) 25, 229, 230, 241, 394, 400, 466, 468, 485, 678, 762  
 పరావర్తన వర్తులతలము (Plane of reflection) 467, 468  
 పరావర్తితము (Reflected) 247  
 పరిక్షేపణము (Scattering) 466, 468  
 పరిధిఫలకము (Zone plate) 468, 469  
 పరిపూరకతా సూత్రము 469, 470  
 పరిమళతైలములు (Essential oils) 470, 471, 472  
 పరిమాణవిధానము (Method of dimension) 473  
 పరిమాణసూత్రము 473, 474  
 పరిమాణాత్మక విశ్లేషణము 425, 688, 689  
 పరిమాణాత్మక శాస్త్రము 689  
 పరివర్తక క్రియాసూత్రము 489  
 పరివర్తకము 218, 512, 566  
 పరివర్తన తాపక్రమము 505  
 పరివర్తనము 474  
 పరివర్తనీయ క్రియలు (Reversible actions) 491  
 పరివర్తనీయ ఘటము (Reversible cell) 663

పరివర్తనీయ ప్రతిక్రియ (Reversible reaction) 570, 655, 668, 671  
 పరిశోధనాగారము (Laboratory) 396, 488  
 పస్తూర్ (Pasteur) 108, 115, 243, 244  
 పస్తూర్ పెన్సిలియమ్ గ్లౌకమ్ 244  
 పాదరస వాష్పప్రసార వంపు (Mercury vapour pump) 722  
 పాదరసము (Mercury) 8, 98, 128, 318, 342, 345, 371, 428, 468, 474, 475, 476, 479, 481, 487, 488, 499, 510, 511, 518, 530, 537, 588, 589, 592, 684, 645 646, 691, 721, 749  
 పానకము (Syrup) 418  
 పామిటిక్ ఆసిడ్ (Palmitic acid) 278, 306  
 పారదీకరణము 684  
 పారప్రేషణము (Transmission) 247  
 పారిఫిన్ నూనె (Paraffin oil) 477  
 పారిఫిన్ బ్రోమైడ్ (Paraffin bromide) 765  
 పారిఫిన్ మైనము (Paraffin wax) 449  
 పారిఫిన్లు (Paraffins) 109, 190, 191, 195, 204, 205, 206, 207, 449, 450, 476, 624, 756, 764, 765, 766, 767  
 పారిఫిన్ హైడ్రోకార్బన్లు (Paraffin hydrocarbons) 625, 764, 765  
 పారవిద్యుత్తకములు (Dielectrics) 422, 476, 477, 676, 757, 758  
 పారస్వనికములు (Ultrasonics) 482, 477, 478  
 పారాకోక్ 178, 478, 582, 588  
 పారాక్వినోన్ (Para quinone) 178  
 పారా డై హైడ్రాక్సీబెన్జీన్ (Para di hydroxy benzene) 178  
 పారా డై హైడ్రాక్సీఫినోల్ (Para di hydric phenol) 178  
 పారామాగ్నెటిజమ్ (Para magnetism) 680  
 పారావిద్యుత్తక స్థిరాంకము (Di electric constant) 476, 477, 676, 757  
 పారాహైడ్రోజన్ (Para hydrogen) 450  
 పాల్ ఎర్లిచ్ (Paul Ehrlich) 72  
 పాలవెల్లి (వియర్లంగ్) (Milkyway) 17, 326

పాలింగ్, లైనిస్ కార్ల్ (Pauling Linus Karl) 478  
 పాలి ఆసిడ్లు (Poly acids) 558  
 పాలిపెప్టైడ్లు (Polypeptides) 228  
 పాలిమీతేన్ (Poly methane) 478, 624  
 పాలిమెథిలీన్లు (Polymethelenes) 451 478  
 పాలిసల్ఫైడ్లు (Poly sulphides) 691  
 పాలిసాకరైడ్లు (Poly saccharides) 283, 285  
 పాపాణము (Arsenic) 98, 491  
 పాస్కల్, బ్లెయిజ్ (Blaise Pascal) 478, 490  
 పాస్కల్ నియమ(సూత్ర)ము (Pascal's law) 23, 24, 490  
 పి. ఎచ్. మూల్యము (pH value) 227, 479, 501  
 పిండివస్తువులు (Carbohydrates) 228, 479  
 పిక్కార్డ్, ఆగస్ట్ (August Piccard) 328  
 పిక్రిక్ ఆసిడ్ (Picric acid) 176, 317  
 పిచ్ బ్లెండ్ (Pitch blende) 558, 598, 602  
 పితాగోరాస్ (Pythagoras) 2, 7, 10  
 పిప్పరిక్ ఆసిడ్ 707  
 పిప్పరిడిన్ (Piperidine) 707  
 పిప్పరిమెంటు 471, 472  
 పిప్పరీన్ (Piperine) 707  
 పిప్పెట్టు (Pippette) 417, 697, 700  
 పిర్రోల్ (Pyrrole) 705, 706, 709  
 పిర్రోలిడిన్ (Pyrrolidine) 706  
 పిస్టన్ (Piston) 451, 626, 630  
 పుటాకారదర్పణము 467, 480  
 పూతరంగులు (Paints) 707  
 వ్యతకరణగలని (Separating funnel) 587, 590  
 పెంటాక్లోరైడ్ (Penta chloride) 574  
 పెంటేన్ (Pentane) 103, 766  
 పెంటేన్ దీపము (Pentane lamp) 395  
 పెంటోజ్ (Pentose) 283, 286, 705  
 పెటి (Petit Alexis Therese) 96  
 పెట్రోలియమ్ (Petroleum) 204, 257, 317, 472, 493, 499, 514  
 పెప్టైడ్ బండ్ (Piptide bond) 493, 494  
 పెప్టోన్ (Peptone) 228  
 పెప్సిన్ (Pepsin) 227, 228  
 పెర్క్లోరేట్ (Perchlorate) 691, 694



పెరాక్సైడ్లు (Peroxides) 164, 235, 479, 691, 692  
 పెరాజీన్, బాప్టిస్ట్ (Jean Baptiste Perrin) 295, 479  
 పెరిస్కోప్ (Periscope) 337  
 పెర్కిన్, సర్ విలియమ్ (Sir Willam Perkin) 107, 614  
 పెర్మాంగనేట్ (Permanganate) 164, 530, 531, 628, 691, 692, 699, 701, 702  
 పెర్మల్లాయ్ (Permalloy) 150  
 పెల్టియర్, జాన్ చార్లెస్ (John Charles Peltier) 46, 380  
 పెల్టియర్ ఫలితము (Peltier effect) 46, 380  
 పల్లేడియమ్ (Palladium) 122, 235, 417, 461, 479, 494, 495, 575, 576, 597, 711, 770  
 పైరైట్స్ (Pyrites) 208, 315, 316  
 పైరీడిన్ (Pyridine) 707  
 పైరూవిక్ ఆసిడ్ (Pyruvic acid) 244, 278  
 పైరో ఆంటిమోనేట్ (Pyro antimonate) 188  
 పైరో ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ (Pyro arsenic acid) 186  
 పైరోకేటికోల్ (Pyrocatechol) 177  
 పైరోగలిక్ ఆసిడ్ (Pyrogallic acid) 177, 178, 179  
 పైరోగెలల్ (Pyrogallol) 176, 177  
 పైరోన్ (Pyrone) 610, 708, 709  
 పైరోమీటరులు (Pyrometers) 479, 480  
 పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్ (Pyrolignous acid) 191, 274  
 పొటాష్ (Potash) 42, 87, 172, 441  
 పొటాష్ ఎరువులు (Potash fertilisers) 481  
 పొటాష్ కారము (Potash alkali) 87, 141  
 పొటాసియమ్ (Potassium) 95, 164, 166, 190, 252, 253, 261, 302, 418, 441, 459, 460, 481, 486, 495, 500, 538, 540, 541, 542, 562, 598, 652, 736, 737, 738, 739, 740, 754, 761, 762, 769  
 పొటాసియమ్ అయోడైడ్ (Potassium iodide) 153, 235, 360, 482, 702, 769  
 పొటాసియమ్ ఆంటిమోనిక్ టార్టరేట్ (Potassium antimonite tartrate) 188

పొటాసియమ్ ఆలమ్ (Potassium alum) 158, 510  
 పొటాసియమ్ ఆసిడ్ టార్టరేట్ (Potassium acid tartrate) 188  
 పొటాసియమ్ ఆసిడ్ ఫాలేట్ (Potassium acid phthalate) 698  
 పొటాసియమ్ ఆసిడ్ పైరోఆంటిమోనేట్ (Potassium acid pyroantimonate) 188  
 పొటాసియమ్ కార్బోనేట్ (Potassium carbonate) 301, 302, 481, 482, 483, 510  
 పొటాసియమ్ క్రోమేట్ (Potassium chromate) 483, 703  
 పొటాసియమ్ క్లోరేట్ (Potassium chlorate) 164, 242, 320, 509, 529  
 పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ (Potassium chloride) 153, 446, 447, 481, 482, 483, 501, 529, 560, 651, 653, 654, 655  
 పొటాసియమ్ డై క్రోమేట్ (Potassium dichromate) 107, 178, 308, 314, 482, 483, 484, 615, 657, 690, 699, 700, 701, 703, 754, 772  
 పొటాసియమ్ థయోసైనేట్ (Potassium thiocyanate) 476  
 పొటాసియమ్ నైట్రేట్ (Potassium nitrate) 379, 415, 444, 445, 446, 587, 654  
 పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ (Potassium permanganate) 212, 314, 482, 483, 530, 697, 699, 767, 772  
 పొటాసియమ్ ఫాస్ఫేట్ (Potassium phosphate) 482  
 పొటాసియమ్ ఫెర్రిసైనైడ్ (Potassium ferricyanide) 212, 213, 621, 701  
 పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్ (Potassium ferrocyanide) 212, 213, 652  
 పొటాసియమ్ ఫ్లోరైడ్ (Potassium fluoride) 499, 500  
 పొటాసియమ్ బైక్రోమేట్ (Potassium bichromate) 635, 663  
 పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ (Potassium bromide) 447, 482, 518  
 పొటాసియమ్ మాంగనేట్ (Potassium manganate) 482, 483

పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ (Potassium sulphate) 153, 158, 313, 482, 657  
 పొటాసియమ్ సిలికేట్ (Potassium silicate) 605  
 పొటాసియమ్ సిలిసిఫ్లోరైడ్ (Potassium silicifluoride) 786  
 పొటాసియమ్ సైనైడ్ (Potassium cyanide) 194, 195, 212, 276, 500, 660, 667, 754  
 పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Potassium hydroxide) 177, 476, 481, 508, 605, 708  
 పొటాసియమ్ హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ (Potassium hydrogen fluoride) 499  
 పొటాసియమ్ హైపోబ్రోమైడ్ (Potassium hypobromide) 281  
 పోలోనియమ్ (Polonium) 123, 305, 449, 483, 601  
 పోజిట్రాన్ (Positron) 156, 162, 163, 234, 319, 320, 358, 468, 464, 483, 602  
 పోత ఇనుము (Cast iron) 208  
 పోలారిమీటరు (Polarimeter) 241, 483, 484  
 పోలి మెథిల్న్ (Polymethylene) 505  
 పౌండల్ (Poundal) 474, 502  
 పానఃపున్యము (Frequency) 29, 144, 161, 166, 252, 253, 356, 357, 369, 431, 432, 465, 477, 512, 534, 542, 543, 637, 678, 709, 724, 735, 736, 745, 758  
 పౌను (Pound) 410, 453, 454  
 పౌలి, వుల్ఫ్ గాంగ్ (Wolfgang Pauli) 485  
 పౌలి నిషేధనియమము (Pauli exclusion principle) 485  
 ప్లెఫర్ (Pfeiffer) 96, 421  
 ప్యూరిన్లు (Purines) 485, 497  
 ప్రకంపన పానఃపున్యము 474  
 ప్రకాశము 394, 396  
 ప్రకాశవరణము 40  
 ప్రకాశిత్వము (Luminescence) 485, 486  
 ప్రక్రియ కార్యశీలక క్తి భావము 580  
 ప్రక్రియతావ్రభావము 580  
 ప్రక్రియావేగ భావము 580  
 ప్రక్రియా సమస్థితి భావము 580  
 ప్రతికంపనము 608  
 ప్రతికరణ విధానము 633



ప్రతిక్రియ (Reaction) 485, 486, 487, 441  
 ప్రతిక్రియా సిద్ధాంతము (Theory of reaction) 485  
 ప్రతినివర్తక సంఘనకము (Reflex condenser) 180  
 ప్రతిబింబము 399, 400, 486, 487  
 ప్రత్యక్ష వర్ణద్రవ్యములు (Substantive dyes) 618  
 ప్రఫుల్లి చంద్రరే, ఆచార్య 444  
 ప్రమాణకాలము (Standard time) 760  
 ప్రమాణకాండీల్ పవర్ (Standard candlepower) 394  
 ప్రమాణఘటములు (Standard cells) 487 698  
 ప్రమాణరాగుణకము 698  
 ప్రమాణద్రావణములు (Standard solutions) 696  
 ప్రమాణవిద్యుత్ ఘటములు (Standard electric cells) 688  
 ప్రయోగశాల (Laboratory) 488, 489  
 ప్రరోచనక్రియ (Induction action) 489  
 ప్రరోచన పరివేష్టనము 489, 697  
 ప్రరోచనము, విద్యుత్తు (Induction, electric) 488  
 ప్రరోచనవిద్యుత్ కొలిమి (Induction electric furnace) 537  
 ప్రరోచనవేష్టనము (Induction coil) 285, 293, 489, 687, 649, 650  
 ప్రవాహాంకము (Transport number) 657, 658  
 ప్రవాహబలము (Current force) 672, 673, 676  
 ప్రవాహవిద్యుత్ 5, 7, 93, 711  
 ప్రవాహశక్తి 668  
 ప్రవాహస్థితి శాస్త్రము (Hydrostatics) 489, 490  
 ప్రష్యన్ బ్లూ (Prussian blue) 212, 218, 263  
 ప్రస్ఫురణము (Fluorescence) 245, 246, 485, 491, 508, 513  
 ప్రాక్షేపిక గాలవనీమీటరు (Ballistic galvanometer) 681, 683  
 ప్రాసియోడిమియమ్ (Praseodymium) 122, 141, 491  
 ప్రివోస్ట్ వినిమయ సిద్ధాంతము (Prevost's theory of exchange) 47

ప్రిస్ట్లీ, జోసెఫ్ (Joseph Priestley) 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 121, 164, 491, 605  
 ప్రూస్ట్ (L. L. Proust) 86, 87  
 ప్రేరకప్రవృత్తి 914  
 ప్రేరకము (Catalyst) 814, 492, 498, 558, 574  
 ప్రేరణము (Catalysis) 491, 674  
 ప్రేరితప్రక్రియ 700  
 ప్రేషగుణకము (Pressure co-efficient) 627  
 ప్రేషమాపకము 454  
 ప్రేషము (Pressure) 813, 874, 875, 411, 413, 454, 490, 491, 497, 517, 556, 578, 589, 617, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 638, 645, 661, 666, 720  
 ప్రైమరీ ఎమిన్ (Primary amine) 729  
 ప్రైమరీ ప్రోపిల్ ఎమిన్ (Primary propyl amine) 729  
 ప్రొడ్యూసర్ గాస్ (వాయువు) (Producer gas) 205, 207, 210  
 ప్రొపేన్ (Propane) 103, 105, 159, 728, 765, 766  
 ప్రొమెథియమ్ (Promethium) 122, 218, 493  
 ప్రోటాక్టినియమ్ (Protactinium) 128, 493, 601, 602, 607  
 ప్రోటాన్ (Proton) 48, 49, 51, 52, 139, 144, 172, 229, 291, 493, 602  
 ప్రోటీన్లు (Proteins) 188, 227, 228, 245, 257, 278, 282, 478, 493, 494, 497, 709  
 ప్రోటీన్ హార్మోన్లు (Protein hormones) 494  
 ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్ (Propionic acid) 273, 277, 278, 280, 767  
 ప్రోపియోనైట్రైల్ (Propionitrile) 194  
 ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్ (Propyl alcohol) 191, 193, 195  
 ప్రోపిల్ ఆసిటేట్ (Propyl acetate) 728  
 ప్రోపిల్ బెన్జీన్ (Propyl benzene) 184  
 ప్రోపిల్ బెన్జీన్ ఇసోమిన్ (Propyl benzene iso cumine) 184  
 ప్రోపిలీన్ (Propylene) 193, 765, 766, 767  
 ప్లంబిక్ ఆసిడ్ (Plumbic acid) 166

ప్లాంక్ (Planck) 51, 53, 229, 241, 248, 376 (చూ. మాక్స్ ప్లాంక్)  
 ప్లాంక్ సమీకరణము (Planck's equation) 369  
 ప్లాంక్ మాత్రము (Planck principle) 480  
 ప్లాంక్ స్థిరాంకము (Planck's constant) 53, 144, 229, 239, 258, 369, 584  
 ప్లాటినమ్ (Platinum) 82, 184, 165, 213, 216, 235, 292, 300, 303, 314, 378, 378, 394, 395, 417, 428, 462, 463, 475, 480, 487, 491, 493, 494, 495, 499, 581, 585, 541, 566, 567, 591, 597, 608, 633, 649, 657, 663, 664, 665, 666, 680, 691, 692, 698, 770  
 ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్ (Platinum chloride) 189, 300, 303, 494, 495  
 ప్లాటినమ్ ధాతువులు (Platinum metals) 495  
 ప్లాటినమ్ చలయము (Platinum cycle) 181  
 ప్లాస్టిక్ (Plastic) 107, 499, 705, 726  
 ప్లాస్టిక్ గంధకము (Plastic sulphur) 318, 505  
 ప్లాస్మా (Plasma) 495  
 ప్లూటోనియమ్ (Plutonium) 128, 171, 255, 450, 495, 581, 558, 741  
 ప్లూటోనియమ్ బాంబు (Plutonium bomb) 170, 171  
 ప్లేటో (Plato) 8, 9, 10, 62  
 ప్లోజిస్టాన్ 496, 604 (చూ. ప్లోజిస్టాన్)  
 ప్లోహాయిశ వాయువు 82, 83  
 ప్వాసాన్ 679  
 ఫ  
 ఫర్ ఫరల్ (Furfural) 705  
 ఫర్ ఫ్యూరల్ హైడ్రేడ్ (Furfuraldehyde) 283  
 ఫర్ ఫ్యూరిన్ 618  
 ఫర్ ఫ్యూరేన్ (Furfurane) 705  
 ఫాన్ డిగ్రాఫ్ 745  
 ఫాన్ట్ హాఫ్, జాకోబస్ హెన్రికస్ (Jacobus Hendricus van't Hoff) 96, 97, 98, 99, 108, 109, 110, 242, 297, 376, 418, 419, 421, 432, 496, 576, 577, 581, 652, 653, 656, 729



ఫాన్ హోఫ్ గుణకము (van't Hoff's factor) 652, 653  
 ఫారడే, మైకేల్ (Michael Faraday) 93, 39, 43, 44, 45, 51, 105, 135, 146, 150, 249, 380, **496**, 557, 636, 657, 661, 662, 666, 673, 674, 757, 758  
 ఫారడే నియమము (Faraday's law) 651, 652  
 ఫారడే విద్యుత్ విశ్లేషణ నియమము (Faraday's law of electrolysis) 248, 497  
 ఫారడే సిద్ధాంతము (Faraday's theory) 674  
 ఫారెన్ హైట్ మాపము (Fahrenheit scale) 373  
 ఫార్మలిన్ (Formalin) 198, **497**  
 ఫార్మల్డిహైడ్ (Formaldehyde) 187, 192, 196, 197, 302, **497**, 727, 758  
 ఫార్మిక్ ఆసిడ్ (Formic acid) 138, 261, 273, 274, 276, 737  
 ఫార్మేట్ (Formate) 691  
 ఫాస్జీన్ (Phosgene) 261, 281  
 ఫాస్టోడి ఎల్ హుయూర్ జోహాన్ జాన్ 122  
 ఫాస్ఫరస్ (Phosphorus) 540, 568, 608 (చూ. భాస్వరము)  
 ఫాస్ఫరస్ క్లోరైడ్ (Phosphorus chloride) 187  
 ఫాస్ఫరస్ ట్రి క్లోరైడ్ (Phosphorus trichloride) 574  
 ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ (Phosphorus pentachloride) 187, 191, 282, 556, 563, 574, 769  
 ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ (Phosphorus pentoxide) 194, 445, 556, 591  
 ఫాస్ఫరస్ పెంటాహైలైడ్ (Phosphorus penta halide) 767  
 ఫాస్ఫరస్ బ్రోమైడ్ (Phosphorus bromide) 518  
 ఫాస్ఫరస్ హేలైడ్ (Phosphorus halide) 187  
 ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ (Phosphoric acid) 188, 446, 701  
 ఫాస్ఫొరెస్సెన్స్ (Phosphorescence) 486  
 ఫాస్ఫిన్ (Phosphine) 491  
 ఫాస్ఫోనియమ్ క్లోరైడ్ (Phosphonium chloride) 556

ఫిట్టింగ్ ప్రక్రియ (Fitting reaction) 505  
 ఫిట్టింగ్ సంయోజనము 181  
 ఫిట్స్ జెరాల్డ్, జార్జి ఫ్రాన్సిస్ (George Francis FitzGerald) **497**, 730, 731  
 ఫినాన్త్రీన్ (Phenanthrene) 181, 506, 508, 509  
 ఫినాజీన్ (Phenazine) 706  
 ఫిరంగి ధాతువు 427  
 ఫిలమెంట్ (Filament) 460, 645  
 ఫిల్మ్ (Film) 177, 482  
 ఫిషర్, ఆటో (Otto Fischer) 87  
 ఫిషర్, ఎమిల్ ఫెర్మన్ (Emil Fischer) 87, 113, 179, **497**  
 ఫిషర్, హాన్స్ (Hans Fischer) **497**  
 ఫీనిల్ (Phenyl) 175, 196, 505, 707  
 ఫీనిల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Phenyl acetic acid) 175, 509  
 ఫీనిల్ ఎమీన్ (Phenyl amine) 179  
 ఫీనిల్ క్వినోన్ ఎమీన్ పుష్పవర్ణములు (Phenyl quinone amine derivatives) 614  
 ఫీనిల్ గణము (Phenyl radical) 505, 612  
 ఫీనిల్ టై మెథిల్ పై రాజిలోన్ 280  
 ఫీనిల్ ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్ (Phenyl propionic acid) 176  
 ఫీనిల్ బెన్జో పైరోన్ (Phenyl benzo pyrone) 610, 611  
 ఫీనిల్ మెథిల్ (Phenyl methyl) 508  
 ఫీనిల్ వలయము (Phenyl ring) 486  
 ఫీనిల్ పుష్పవర్ణములు (Phenyl derivatives) 506  
 ఫీనిల్ హైడ్రజీన్ (Phenyl hydrazene) 196, 360  
 ఫీనిల్ హైడ్రజోన్ (Phenyl hydrazone) 199  
 ఫినోల్లు (Phenols) 174, 175, 176, 177, 199, 207, 360, 415, 417, **497**, 507, 625, 750  
 ఫినోల్ మెథిల్ ఈథర్ (Phenol methyl ether) 177  
 ఫుట్ పౌండు (Foot pound) 453, 454, 502  
 ఫెర్మియమ్ (Fermium) 128, **497**, 558  
 ఫెర్మి, ఎన్రికో (Enrico Fermi) 450, **497**, 730  
 ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్ (Ferrous oxide) 86, 87, 149, 211

ఫెర్రస్ క్లోరైడ్ (Ferrous chloride) 211, 455  
 ఫెర్రస్ ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ (Ferrous ferric hydroxide) 482  
 ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ (Ferrous sulphate) 211, 212, 263, **447**, 691, 700  
 ఫెర్రస్ సల్ఫైడ్ (Ferrous sulphide) 211, 313, 691  
 ఫెర్రస్ హైడ్రాక్సైడ్ (Ferrous hydroxide) 211  
 ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ (Ferric oxide) 86, 87, 149, 157, 211, 696, 701  
 ఫెర్రిక్ ఇనుము (Ferric iron) **447**, 701  
 ఫెర్రిక్ క్లిష్టయోగికములు 211, 212  
 ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్ (Ferric chloride) 151, 178, 279, 455, 680, 768  
 ఫెర్రిక్ సల్ఫేట్ (Ferric sulphate) 211, 212, 691, 700, 701  
 ఫెర్రిక్ సల్ఫైడ్ (Ferric sulphide) 211  
 ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ (Ferric hydroxide) 211, 299, 300, 510  
 ఫెర్రిసైనైడ్ (Ferri cyanide) 213, 691, 698, 701  
 ఫెర్రోక్రోమియమ్ (Ferro chromium) 209  
 ఫెర్రోజ్ ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ (Ferroso ferric oxide) 166, 211  
 ఫెర్రోమాంగనీస్ (Ferro manganese) 209, 530  
 ఫెర్రో మాగ్నెటిక్ (Ferro magnetic) 151, 680  
 ఫెర్రో మాగ్నెటిజమ్ (Ferro magnetism) 680  
 ఫెర్రోసిలికన్ (Ferrosilicon) 737  
 ఫెర్రోసిలికేట్ (Ferrosilicate) 691  
 ఫెర్రోసైనైడ్ (Ferrocyanide) 213  
 ఫెలింగ్స్ ద్రావణము (Fehling's solution) 288  
 ఫెల్డ్స్పార్ (Feldspar) 156, 418, 585, 739  
 ఫోకాల్ట్ (Focault) 88  
 ఫోటాన్ (Photon) 53, 139, 229, 231, 241, 255, 256, 369, 464, 465, **498**  
 ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ ఫలితము (Photo electric effect) 48, 229, 232, 319  
 ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ సెల్ (Photo electric cell) **498**



ఫోటోగ్రాఫ్ (Photograph) 498, 518  
 ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్ములు (Photographic films) 153, 197  
 ఫోటోగ్రాఫీ (Photography) 143, 482, 495, 529  
 ఫోనోగ్రాఫ్ (Phonograph) 328  
 ఫోర్సుపంపు (Force pump) 12, 452  
 ఫ్యూమేరిక్ ఆసిడ్ (Fumaric acid) 110, 277  
 ఫ్యూమింగ్ నైట్రిక్ ఆసిడ్ (Fuming nitric acid) 182, 445  
 ఫ్యూరేన్ (Furane) 705  
 ఫ్యూసెల్ ఆయిల్ (Fusel oil) 193  
 ఫ్రక్టోస్ (Fructose) 192, 228, 284, 285, 498  
 ఫ్రాంక్లిన్ నైట్ (Franklinite) 342  
 ఫ్రాంక్, జేమ్స్ (James Franck) 498  
 ఫ్రాంక్లాన్డ్, సర్ ఎడ్వర్డ్ 102, 104, 262  
 ఫ్రాంక్లిన్, బెన్జమిన్ (Benjamin Franklin) 31, 32, 33, 36, 498, 757  
 ఫ్రాన్సియమ్ (Francium) 123, 498, 610  
 ఫ్రీక్వెన్సీ మాడ్యులేటెడ్ సైక్లోట్రాన్ (Frequency modulated cyclotron) 736  
 ఫ్రీడెల్ & క్రాఫ్ట్ సంయోజనము (Friedel & Craft reaction) 181  
 ఫ్రీయాన్ (Freon) 769  
 ఫ్రేనెల్ (Fresnel) 36, 37, 38, 39  
 ఫ్రౌన్ హోఫర్, జోసెఫ్ (Joseph Fraunhofer von) 39, 40, 41, 42, 43, 47, 289, 357, 620  
 ఫ్రౌన్ హోఫర్ రేఖ 620  
 ఫ్లక్స్ (Flux) 512  
 ఫ్లావోన్ (Flavone) 610, 611, 708  
 ఫ్లాస్క్ (Flask) 441  
 ఫ్లింట్ (Flint) 742  
 ఫ్లిక్కర్ దీప్తిమాపనము 396, 397  
 ఫ్లెమింగ్, జె. ఏ. (J. A. Flemming) 498  
 ఫ్లోజిస్టాన్ 74, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 498  
 ఫ్లోరొస్పార్ (Fluorspar) 498  
 ఫ్లోర(ో)సిన్ (Fluorescein) 486, 613  
 ఫ్లోరిసెన్స్ (Fluorescence) 245, 485  
 ఫ్లోరీన్ (Fluorine) 121, 152, 154, 234, 313, 341, 498, 499, 500, 540, 561 562, 563, 564, 763, 764, 765, 768, 770

ఫ్లోరైడ్లు (Fluorides) 416, 498, 499, 500, 511, 535, 568  
 ఫ్లోరో కార్బన్లు (Fluoro carbons) 499, 500  
 ఫ్లోరో స్టూనినాల్ 176, 179  
 ఫ్లోసిన్ 498

## బ

బంక 5, 69, 597  
 బంగారము (Gold) 123, 428, 475, 476, 495, 499, 500, 501, 535, 537, 566, 567, 585, 590, 596, 680, 710, 735, 739, 741, 759  
 బకయంత్రము (Retort) 445  
 బఫర్ క్రియ (Buffer action) 501  
 బర్జీలియస్, జాన్స్ జాకొబ్ (Jons Jakob Berzelius) 88, 90, 93, 94, 101, 102, 121, 455, 488, 501, 541, 593, 736, 739  
 బలభ్రమకము (Moment of force) 502  
 బలము (Force) 453, 465, 486, 502, 503  
 బలము, జడత్వము వగైరాలు (Force, inertia etc.,) 501  
 బహిర్గతమగు ఉష్ణతగల ప్రక్రియ (ఎకోస్మో థెర్మిక్ రియాక్షన్ - Exothermic reaction) 573  
 బహురూపత (Polymerism) 503, 504  
 బహుళ హైడ్రాక్సీవ్యుత్పన్నము (Poly hydroxy derivative) 509  
 బహుళామ్లము (Poly acid - పాలీ ఆసిడ్) 558  
 బహువలయ హైడ్రోకార్బన్లు (Poly cyclic hydro carbons) 505  
 బాంబు ఉష్ణమాపకము 378  
 బాంబు కేలోరీమీటరు (Bomb calorimeter) 218  
 బాక్షైట్ (Bauxite) 156, 157, 158, 320, 442, 588, 750  
 బామర్ వర్ణపటము (Balmer spectrum) 771  
 బార్క్లా, సి. జి. (C. G. Barkla) 509  
 బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్ (Barbituric acid) 281  
 బాష్పప్రేషనిము (Lowering of vapour pressure) 418, 420, 421, 509, 584, 653  
 బాష్పప్రేషము (Vapour pressure) 414, 418, 509, 575

బాష్పము (Vapour) 418, 533, 534, 585, 626, 629  
 బాష్ప యంత్రము (Steam engine) 98  
 బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత (Latent heat of vapourisation) 422  
 బిట్యూమినస్ బొగ్గు (Bituminous coal) 204, 207  
 బియో (Jean Baptiste Biot) 37  
 బెరిలియమ్ (Beryllium) 121, 169, 339, 449, 463, 486, 509, 510, 511, 540, 542, 738  
 బెరిలియమ్ అల్యూమినియము సిలికేట్ (Beryllium aluminium silicate) 509  
 బెరిలియమ్ ఆక్సైడ్ (Beryllium oxide) 510  
 బెరిలియమ్ కార్బోనేట్ (Beryllium carbonate) 510  
 బెరిలియమ్ క్లోరైడ్ (Beryllium chloride) 510  
 బెరిలియమ్ నైట్రేట్ (Beryllium nitrate) 510, 520  
 బెరిలియమ్ వర్గము (Beryllium group) 510, 514, 530, 599  
 బెరిలియమ్ సల్ఫేట్ (Beryllium sulphate) 510  
 బెరిలియమ్ సల్ఫైడ్ (Beryllium sulphide) 511  
 బెరిలియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Beryllium hydroxide) 510  
 బిస్మత్తు (Bismuth) 35, 46, 123, 162, 185, 186, 380, 428, 475, 486, 499, 511, 540, 691, 739  
 బిస్మత్తు గ్లాస్స్ (Bismuth glance) 186  
 బిస్మత్తు ట్రి ఆక్సైడ్ (Bismuth trioxide) 511  
 బిస్మత్తు పెంటాక్సైడ్ (Bismuth pentoxide) 511  
 బిస్మత్తు సల్ఫైడ్ (Bismuth sulphide) 511  
 బీకరు 586, 701, 702, 703  
 బీటా (β) కణములు (β-particles) 199, 511, 601, 603  
 బీటాకిరణములు (Beta rays) 319, 464, 599, 600  
 బీటాట్రాన్ (Betatron) 511, 512, 513, 735  
 బీవాట్రాన్ (Bevatron) 513, 704  
 బుక్కర్ గలని 586  
 బుద్బుదమందిరము (Bubble chamber) 743



బున్సెన్ (R. Bunsen) 41, 101, 121, 288, 289, 340, 380, 381, 516, 570, 590, 598, 692, 740  
 బున్సెన్ ఘటము (Bunsen cell) 635, 683  
 బున్సెన్ జ్వాల 145, 594, 598, 692  
 బున్సెన్ దీపము (Bunsen lamp) 487  
 బున్సెన్ బర్నరు (Bunsen burner) 129, 593, 585, 590, 591, 593, 594, 595, 607, 691  
 బూటాడైయాన్ (Butadiene) 768  
 బూటిక్ ఆసిడ్ (Butyric acid) 273, 278  
 బూటిన్ (Butylene) 766  
 బూటేన్ (Butane) 103, 190, 728, 765, 768  
 బూటైల్ ఆల్కహాల్ (Butyl alcohol) 193  
 బూటైల్ ఫార్మేట్ (Butyl formate) 728  
 బూటైల్ ఫ్యూరేట్ 705  
 బెక్మాన్ తాపక్రమమాపకము (Beckmann thermometer) 130  
 బెక్మాన్ (వర్ధలి) విధానము (Beckmann method) 130, 131, 513  
 బెక్మాన్ పరికరము (Beckmann apparatus) 130  
 బెకర్ (Becker) 449  
 బెక్వెల్, ఆంట్యూ, ఆన్రి (Antonie Henri Becquerel) 35, 52, 253, 513, 599  
 బెన్జాల్డాక్సిమ్ (Benzaldoxime) 199  
 బెన్జాల్డిహైడ్ (Benzaldehyde) 101, 175, 178, 286  
 బెన్జిడిన్ (Benzidine) 174, 175, 505, 615  
 బెన్జిల్ ఆల్కహాల్ (Benzyl alcohol) 193, 194, 199  
 బెన్జిల్ క్లోరైడ్ (Benzyl chloride) 194  
 బెన్జిల్ మెథిల్ ఆల్కహాల్ (Benzyl methyl alcohol) 193  
 బెన్జిన్ (Benzene) 105, 106, 107, 109, 110, 111, 131, 133, 153, 176, 179, 181, 182, 193, 205, 206, 207, 292, 313, 414, 418, 419, 477, 486, 504, 506, 508, 509, 513, 518, 577, 585, 587, 588, 614, 624, 705, 707, 709  
 బెన్జిన్ డై ఆజోనియమ్ క్లోరైడ్ (Benzene diazonium chloride) 177

బెన్జిన్ పొటాసియమ్ సల్ఫోనేట్ (Benzene potassium sulphonate) 177  
 బెన్జిన్ రచన (Benzene structure) 513  
 బెన్జిన్ వలయము (Benzene cycle) 393, 614, 708, 709  
 బెన్జిన్ పుష్పన్నములు (Benzene derivatives) 111, 513  
 బెన్జిన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ (Benzene sulphonic acid) 182  
 బెన్జిన్ హెక్సాబ్రోమైడ్ (Benzene hexa bromide) 518  
 బెన్జిన్ యిడ్ (Benzinoid) 178  
 బెన్జోపైరిడిన్ (Benzo pyridine) 708  
 బెన్జోఫీనోన్ (Benzo phenone) 180  
 బెన్జోయిక్ ఆసిడ్లు (Benzoic acids) 101, 175, 393, 509, 513  
 బెన్జోయిల్ క్లోరైడ్ (Benzoyl chloride) 101  
 బెరిలెట్ 510  
 బెరెటా 85  
 బెరెటిన్ 313, 514  
 బెర్కెలియమ్ (Berkelium) 123, 513, 553, 741  
 బెర్త్లే, క్లౌడ్ లూయీ (Claude Louis Berthollet) 86, 97, 100, 102, 376, 513  
 బెర్గ్మాన్ (Bergmann) 97  
 బెల్, అలెగ్జాండర్ (Alexander Bell) 171, 359, 514, 724  
 బెల్లాడొనా (Belladonna) 190  
 బెస్సెమర్ విధానము (Bessemer process) 209, 210, 482  
 బేక్లెట్ 499  
 బేకన్, ఫ్రాన్సిస్ (Francis Bacon) 15, 21  
 బేకన్, రోజర్ (Roger Bacon) 14, 17, 73  
 బేయర్, ఎడ్వోల్ఫ్ ఫాన్ (Adolf von Bayer) 106, 110, 111, 113, 614  
 బేరియమ్ (Barium) 122, 140, 159, 166, 416, 461, 476, 486, 510, 511, 514, 538, 540, 598, 693, 696, 756  
 బేరియమ్ అయన్లు (Barium ions) 301, 737  
 బేరియమ్ ఆక్సైడ్ (Barium oxide) 140  
 బేరియమ్ కార్బోనేట్ (Barium carbonate) 260, 605, 693  
 బేరియమ్ క్రోమేట్ (Barium chromate) 348

బేరియమ్ క్లోరైడ్ (Barium chloride) 317, 598, 652, 694, 748  
 బేరియమ్ నైట్రేట్ (Barium nitrate) 514  
 బేరియమ్ పెరాక్సైడ్ (Barium peroxide) 157, 772  
 బేరియమ్ ప్లాటినోసైనైడ్ (Barium platino cyanide) 219, 486, 600  
 బేరియమ్ బ్రోమైడ్ (Barium bromide) 598  
 బేరియమ్ లవణము (Barium salt) 514, 598, 693, 694  
 బేరియమ్ సల్ఫైడ్ (Barium sulphide) 246, 265  
 బేరియమ్ సల్ఫేట్ (Barium sulphate) 313, 317, 514, 598, 693, 696, 772  
 బేరియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Barium hydroxide) 164, 260, 770  
 బైకార్బోనేట్ (Bicarbonate) 87, 260, 529, 606  
 బైక్రోమేట్ ఘటము (Bichromate cell) 635, 668  
 బై నాన్యులర్స్ (Binoculars) 337, 338, 339, 514  
 బొగ్గు (Char coal) 186, 257, 260, 482, 493, 499, 504, 514, 530, 536, 538, 658  
 బోయిల్, రాబర్ట్ (Robert Boyle) 24, 57, 67, 74, 75, 76, 77, 78, 85, 327, 420, 514, 719  
 బోయిల్ నియమము (Boyle's law) 24, 139, 413, 457, 626, 627, 720, 723  
 బోర్, నీల్స్ (Niels Bohr) 51, 140, 152, 161, 229, 458, 462, 470, 514, 679  
 బోర్ పరమాణువు (Bohr atom) 48, 51, 53, 724  
 బోర్ పరమాణు సిద్ధాంతము (Bohr atomic theory) 229, 464  
 బోర్ మాగ్నెటాన్ (Bohr Magneton) 53, 152  
 బోరాక్స్ (Borax) 515, 516, 692  
 బోరాన్ (Boron) 121, 159, 449, 499, 500, 514, 540, 542, 605  
 బోరాన్ ట్రి అయైడ్ (Boron triiodide) 516



బోరాన్ ట్రై ఆక్సైడ్ (Boron trioxide) 515, 516  
 బోరాన్ ట్రై క్లోరైడ్ (Boron trichloride) 516  
 బోరాన్ ట్రై ఫ్లోరైడ్ (Boron trifluoride) 516, 564, 692  
 బోరాన్ ట్రై బ్రోమైడ్ (Boron tribromide) 515, 516  
 బోరాన్ హైడ్రైడ్ (Boron hydride) 515  
 బోరిక్ ఆక్సైడ్ (Boric oxide) 515  
 బోరిక్ ఆసిడ్ (Boric acid) 515, 516, 589, 691  
 బోరేట్ (Borate) 515, 516, 691, 692, 694  
 బోరోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ (Boro fluoric acid) 564  
 బోరో ఫ్లోరైడ్ (Boro fluoride) 564  
 బోరోసిలికేట్ 515  
 బోర్నియోల్ (Borneol) 245, 852, 471  
 బోర్నియోల్ ఎస్టర్ (Borneol ester) 245  
 బోల్ట్స్మాన్ (Boltzmann) 125, 184, 311, 712, 713  
 బోలోమీటర్ (Bolometer) 42, 682  
 బోస్, సర్ జగదీశచంద్ర (Sir Jagadis Chandra Bose) 46, 253, 254, **516**  
 బ్యాటరీ (Battery) 587, 687, 646, 650, 657, 668  
 బ్యాటరీ పరుస ఘటమాల (Battery in series - బేటరీ ఇన్ సీరీస్) 685  
 బ్యూరెట్టు (Burette) 595, 697, 700, 702, 703  
 బ్రన్స్టైడ్ సిద్ధాంతము 493  
 బ్రాగ్, సర్ విలియమ్ లారెన్స్ (Sir William Lawrence Bragg) 223, 224, 225, 226, 230, **517**  
 బ్రాగ్, సర్ విలియమ్ హెన్రీ (Sir William Henry Bragg) 223, 224, 225, 226, 230, **517**  
 బ్రాగ్ విధానము (Bragg method) 135, 226  
 బ్రాన్లీ 46, 517, 687  
 బ్రిడ్జ్మన్, పెర్సీవిలియమ్స్ (Percy Williams Bridgman) **517**  
 బ్రిటిష్ పద్ధతి (British method) 453, 474

బ్రిటిష్ స్టాండర్డ్ క్యాండిల్ (British standard candle) 395  
 బ్రుగ్లెన్స్, ఎన్. జె. 101, 150  
 బ్రోమిన్ (Bromine) 122, 152, 154, 159, 182, 212, 249, 264, 313, 414, 483, **517**, 518, 519, 540, 691, 702, 763, 764, 765, 766, 770  
 బ్రోమేట్ (Bromate) 482, 692  
 బ్రోమైడ్ (Bromide) 416, 482, 518, 535, 691, 692, 693, 703, 747, 766  
 బ్రోమో ఆసిటోన్ (Bromo acetone) 162  
 బ్రోమో కాంఫర్ 244  
 బ్రోమో బెన్జిన్ (Bromo benzene) 181, 505  
 బ్రౌన్, కార్ల్ ఫెర్డినాండ్ **519**  
 బ్రౌన్యన్ చలనము (Brownian motion) 50, 134, 232, 299, 479, **519**  
 బ్లాక్, జోసెఫ్ (Joseph Black) 29, 30, 76, 79, 80, 83, 85  
 బ్లాకెట్ (Blackett) 358, 468  
 బ్లాన్చర్డు, పేరీజీన్ 322  
 బ్లాస్ట్ కొలిమి (Blast furnace) 208, 536  
 బ్లాస్ట్ ఫర్నేస్ గ్యాస్ (Blast furnace gas) 205, 207  
 బ్లిస్టర్ రాగి (Blister copper) 566  
 బ్లీచింగ్ పౌడర్ (Bleaching powder) **519**, 533, 614, 769  
 బ్లో పైప్ (Blow pipe) 691  
 బ్వాబౌడ్రన్, లూయీ డి (L. de Boisbaudran) 121, 122, 320, 358  
 భ  
 భాండవ కర్పూరము (Mercuric chloride) 475  
 భాభా, హోమీభహంగీర్ (Homi Jehangir Bhabha) **519**  
 భారతీయ రసవాదము 71  
 భార నిర్ణయపాత్రలు 585  
 భార నిర్ణయ విధానము 690  
 భార నిర్ణయ విశ్లేషణము (Gravimetric analysis) 695  
 భారమితి (Barometer) 475, 479, **519**, 721  
 భారతీయ విశ్లేషణ పద్ధతి 695  
 భారతత్వము (Gravimetric) 688  
 భాసనము (Phosphorescence) 246, 486, **521**

భాస్వర అయోడైడ్ (Phosphorus iodide) 153  
 భాస్వర కాంస్యములు (Phosphoric bronzes) 427  
 భాస్వరము (Phosphorus) 76, 98, 121, 165, 185, 208, 209, 210, 234, 263, 427, 491, 493, 505, 517, 518, **521**, 527, 540, 553, 563, 602, 603, 690, 705, 706  
 భిన్నధర్మ సమాంగతరూపత 728  
 భూకేంద్ర సిద్ధాంతము 15  
 భూదూరదర్శని (Terrestrial telescope) 398, 399  
 భౌతిక దీప్తి మాపనము (Physical photometry) 897  
 భౌతిక రాసాయనిక దృక్పథము 470  
 భౌతిక రాసాయనిక ప్రక్రియలు 697, 698  
 భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము (Physical chemistry) 479, 490, **526**, 570  
 భ్రమణ దర్శకము (గైరోస్కోప్) 780  
 భ్రమణ విస్తారము 682  
 భ్రమణ స్వేచ్ఛాంశములు 715  
 భ్రమణాక్షము 502  
 మ  
 మంకీరెంచి 508  
 మంచు (Ice) 373  
 మంచు ఉష్ణరామాపకములు (Ice calorimeters) **527**  
 మగ్నీషియమ్ (Magnesium) 121, 157, 159, 165, 166, 217, 262, 341, 344, 427, 442, 446, 490, 500, 510, 511, **528**, 529, 530, 535, 538, 539, 540, 542, 562, 605, 691, 696, 736, 747, 750, 753, 768, 769  
 మగ్నీషియమ్ అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ (Magnesium ammonium phosphate) 529, 530  
 మగ్నీషియమ్ అయన్ (Magnesium ion) 529, 530  
 మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ (Magnesium oxide) 529, 737  
 మగ్నీషియమ్ కార్బోనేట్ (Magnesium carbonate) 286, 529  
 మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ (Magnesium chloride) 482, 529, 717, 747, 769



మగ్నీషియమ్ టెర్షియరీ ఫాస్ఫేట్  
 (Magnesium tertiary phosphate) 529  
 మగ్నీషియమ్ నైట్రేట్ (Magnesium  
 nitrate) 529  
 మగ్నీషియమ్ పెరాక్సైడ్ (Magnesium  
 peroxide) 529  
 మగ్నీషియమ్ పైరో ఫాస్ఫేట్  
 (Magnesium pyro phosphate) 530,  
 696  
 మగ్నీషియమ్ ఫాస్ఫేట్ (Magnesium  
 phosphate) 529  
 మగ్నీషియమ్ బేసిక్ కార్బోనేట్  
 (Magnesium basic carbonate) 529  
 మగ్నీషియమ్ బోరైడ్ (Magnesium  
 boride) 515  
 మగ్నీషియమ్ బ్రోమైడ్ (Magnesium  
 bromide) 517, 747  
 మగ్నీషియమ్ మెథిల్ అయిడైడ్  
 (Magnesium methyl iodide) 282, 765  
 మగ్నీషియమ్ యోగికములు (Magnesium  
 compounds) 529  
 మగ్నీషియమ్ లవణములు (Magnesium  
 salts) 529, 747, 750  
 మగ్నీషియమ్ వర్గము (Magnesium  
 group) 542  
 మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ (Magnesium  
 sulphate) 247, 318, 379, 482,  
 511, 529, 654, 747  
 మగ్నీషియమ్ సల్ఫైడ్ (Magnesium  
 sulphide) 511  
 మగ్నీషియమ్ సిలికేట్ (Magnesium sili-  
 cate) 789  
 మగ్నీషియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Magnesium  
 hydroxide) 529  
 మగ్నీషియమ్ హైడ్రోజన్ ఫాస్ఫేట్  
 (Magnesium hydrogen phosphate)  
 529  
 మగ్నీషియా (Magnesia) 85, 149, 209,  
 214, 529  
 మగ్నీషియా ఆల్బా (Magnesia alba) 80,  
 84, 85  
 మగ్నెలియము 427, 529  
 మజ్జాన్లుములు (Fatty - aliphatic - acids)  
 102  
 మణిశిల (Realgar) 186, 313  
 మద్యసారములు (Alcohols) 190, 530  
 (చూ. ఆల్కహోల్లు)  
 మధ్యమవరంగము (Medium wave) 642

మధ్యాహ్నరేఖ (Meridian) 42  
 మయూర (మైల) తుత్తము (Copper  
 sulphate) 587  
 మరకతము 510  
 మరత్రమణాంతరము 754  
 మరువము 470  
 మర్క్యురస్ క్లోరైడ్ (Mercurous  
 chloride) 475, 701  
 మర్క్యురస్ సల్ఫేట్ (Mercurous  
 sulphate) 487, 488, 695  
 మర్క్యురిక్ ఆక్సైడ్ (Mercuric oxide)  
 475  
 మర్క్యురిక్ ఆసిడ్ (Mercuric acid) 519  
 మర్క్యురిక్ క్లోరైడ్ (Mercuric chloride)  
 348, 475, 701  
 మర్క్యురిక్ తయోసైనేట్ (Mercuric  
 thiocyanate) 476  
 మర్క్యురిక్ నైట్రేట్ (Mercuric nitrate)  
 84, 476  
 మర్క్యురిక్ పొటాసియమ్ అయిడైడ్  
 (Mercuric potassium iodide) 441  
 మర్క్యురిక్ సల్ఫేట్ (Mercuric sulphate)  
 475, 768  
 మర్క్యురిక్ సల్ఫైడ్ (Mercuric sulphide)  
 318, 475,  
 మర్క్యురీ (Mercury) 344, 475, 530  
 మర్క్యురీ ఆర్క్ లాంప్ (Mercury arc  
 lamp) 645  
 మర్క్యురీ డిస్చార్జి లాంప్ (Mercury  
 discharge lamp) 645  
 మర్క్యురీ లవణములు (Mercury salts)  
 691  
 మర్క్యురీ సల్ఫైడ్ (Mercury sulphide)  
 511  
 మలవరమాణువు (Impure atom) 854  
 మలము (అశుద్ధద్రవ్యము)లు (Impurities)  
 358  
 మసోక్వైట్ 481  
 మహాద్రావకము (Aqua regia) 494, 495,  
 501  
 మాంగనిక్ ఆక్సైడ్ (Manganic oxide)  
 530  
 మాంగనీస్ (Manganese) 121, 157, 209,  
 210, 427, 428, 486, 499, 530,  
 531, 535, 538, 540, 541, 692  
 మాంగనీస్ ఆక్సైడ్ (Manganese oxide)  
 491, 511, 530, 538, 635, 688,  
 772

మాంగనీస్ డై ఆక్సైడ్ (Manganese  
 dioxide) 153, 164, 165, 166, 475,  
 482, 488, 530  
 మాంగనీస్ పెరాక్సైడ్ (Manganese  
 peroxide) 164  
 మాంగనీస్ బ్లెండ్ (Manganese blende)  
 530  
 మాంగనీస్ యోగికములు (Manganese  
 compounds) 531  
 మాంగనీస్ లవణములు (Manganese  
 salts) 530  
 మాంగనీస్ వర్గము (Manganese group)  
 531, 597  
 మాంగనీస్ స్పార్ (Manganese spar)  
 530  
 మాంగనీస్ హెప్టాక్సైడ్ (Manganese  
 heptoxide) 530  
 మాంగనేట్ (Manganate) 416  
 మాంగనైట్ (Manganite) 530  
 మాండ్ గాస్ (Mond gas) 205, 207  
 మాండలిక్ ఆసిడ్ (Mandelic acid) 177,  
 178  
 మాండలో నైట్రైల్ (Mandelonitrile)  
 178  
 మాంసరసము (Meat extract) 607  
 మాక్సిలన్, ఎడ్విమెటినన్ 129, 531, 785  
 741  
 మాక్స్వెల్ 531  
 మాక్స్వెల్, జేమ్స్ క్లార్క్ (James Clark  
 Maxwell) 5, 32, 45, 46, 47, 48,  
 124, 125, 134, 150, 241, 370,  
 531, 532, 674, 675, 676, 677,  
 715, 760, 762  
 మాక్స్వెల్ సమీకరణము (Maxwell  
 equation) 677, 678  
 మాక్స్వెల్ సిద్ధాంతము (Maxwell theory)  
 675, 676, 678  
 మాగ్నెట్ అర్థగోళప్రయోగము 24, 327  
 మాగ్నెటైట్ (Magnetite) 208, 320,  
 536  
 మాగ్నెటో టెలిగ్రాఫ్ (Magneto  
 telegraph) 328  
 మాగ్నెటైట్ (Magnesite) 260, 265,  
 529  
 మాగ్నెట్ (Magnet) 149 (చూ. అయ  
 స్కాంతము)  
 మాగ్నెటిక్ ఆక్సైడ్ (Magnetic oxide)  
 736



మాగ్నెటిక్ ఆక్సైడ్ ఆఫ్ ఐరన్  
 (Magnetic oxide of iron) 570  
 మాగ్నెటిక్ డిటెక్టర్ (Magnetic  
 detector) 639  
 మాగ్నెటిక్ డిప్ (Magnetic dip) 143  
 మాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్ (Magnetic field) 671  
 మాగ్నెటిక్ మోమెంట్ (Magnetic  
 moment) 151  
 మాగ్నెటిక్ షెల్ (Magnetic shell) 672  
 మాగ్నెటిజమ్ (Magnetism) 149  
 మాగ్నెటో (Magnet) 428  
 మాయకన్ను (Magic eye) 644  
 మారిగ్నెక్, జె. సి. జి. (J. C. G. Marignac)  
 122  
 మారియెట్ (Marionette) 24  
 మార్కోనీ, గూయెల్మో (Guglielmo  
 Marconi) 46, 532  
 మార్కోనీ గ్రాహకము (Marconi  
 receiver) 637  
 మార్బిన్, ఆర్చర్ జాన్ పార్థర్ 532, 736  
 మార్డెంట్, కృత్రిమ (Artificial mordant)  
 616  
 మార్డెంట్ రంగులు (Mordant dyes)  
 618, 615, 616  
 మార్డెంట్ వాట్ 614  
 మార్ఫిన్ (Morphine) 189, 190, 509  
 మార్ష్ గాస్ (Marsh gas) 104, 359,  
 765  
 మార్ష్ తోధన (Marsh test) 187, 532  
 మాల్టేజ్ (Maltase) 228  
 మాల్టోస్ (Maltose) 228, 286  
 మాస్ స్పెక్ట్రోగ్రఫీ (Mass spectro-  
 graphy) 148  
 మాసూరియమ్ (Masurium) 122  
 మిచర్లిక్ (E. Mitscherlich) 96, 455  
 మిక్రోమీటర్ మాపకము (మైకేల్సన్)  
 (Interferometer Michaelson) 533  
 మిక్రోమీటర్ (Interference) 36, 37,  
 229, 230, 241, 533, 534, 678  
 మిథ్యాబింబము (Virtual image) 399,  
 467  
 మిల్లికన్, రాబర్ట్ ఆండ్రూస్ (Robert  
 Andrews Millikan) 118, 229, 253,  
 534  
 మిల్లివోల్ట్లు (Milli volts) 479  
 మిశ్ర హేలైడ్ (Mixed halide) 789  
 మిశ్ర ప్రామాణిక వాయువు (Mixed  
 producer gas) 207

మిశ్రములు (Mixtures) 534  
 మీటరు (Meter) 648, 650, 677  
 మీథేన్ (Methane) 103, 104, 105, 159,  
 206, 422, 505, 554, 765, 766,  
 768  
 మీథేన్ అణువు (Methane atom) 104  
 మీథేన్ నైట్రేట్ (Methane nitrate) 447  
 మీథేన్ వ్యుత్పన్నము (Methane deriva-  
 tive) 505  
 మీసన్ (Meson) 48, 291, 229, 465,  
 534, 554, 704  
 మీసో (Meso) 243  
 ముఖ్యమని 595  
 ముడిఖనిజములు (Raw minerals) 566  
 ముడిఖనిజములు-ధాతుసాధన (Raw ores  
 and their extraction) 534  
 ముద్దసున్నము 481  
 ముఫిల్స్ 537  
 ముషలిక పంపు (Piston pump) 719  
 మూరిష్ 68  
 మూలద్రవ్యకణము 92  
 మూలద్రవ్యవరమాణువు 554  
 మూలద్రవ్యభావము 539  
 మూలద్రవ్యము (Element) 60, 76, 459,  
 460, 462, 463, 479, 481, 486,  
 500, 501, 542, 554, 555, 556,  
 557, 558, 561, 562, 602, 604,  
 606, 607, 610, 620, 727  
 మూలద్రవ్యముల ఆవర్తక్రమము 95  
 మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము 539  
 మూలద్రవ్యములు - యోగికములు (Ele-  
 ments-compounds) 544  
 మూలద్రవ్యరూపము 475  
 మూలద్రవ్య-సంయుక్తద్రవ్యవిభజన 544  
 మూసకొలిమి (Cupel furnace) 539  
 మూసలు (Crucibles) 495, 537, 595  
 మూసవిధానము (Cupellation) 210, 710  
 మృత్తుధాతువులు 159, 607  
 మెండెలివియమ్ (Mendelevium) 123,  
 545, 553  
 మెండెలియేఫ్, డ్మిట్రీ ఇవానోవిచ్  
 (Dmitri Ivanovich Mendeleve) 50,  
 51, 52, 95, 100, 320, 455, 511,  
 541, 542, 545, 557  
 మెండెలియేఫ్ ఆవర్తక్రమనట్టిక 541,  
 542  
 మెండెలియేఫ్ నియమము 542  
 మెక్విక్ 29

మెక్కర్ 594  
 మెక్కర్ బర్నరు 594  
 మెక్లియాడ్ 583  
 మెక్లియాడ్ మాపకము 723  
 మెటా (Meta) 176, 177, 187, 188, 515  
 మెటాడై నైట్రో బెన్జీన్ (Meta dinitro  
 benzene) 181  
 మెటాడై హైడ్రాక్సీ బెన్జీన్ (Meta di-  
 hydroxy benzene) 178  
 మెటాఫాస్ఫేట్ (Meta phosphate) 694  
 మెటాస్టానిక్ ఆసిడ్ (Meta stannic acid)  
 693  
 మెట్రిక్ పద్ధతి (Metric system) 453,  
 473, 474, 545  
 మెథిల్ (Methyl) 102, 280, 311, 612  
 మెథిల్ అయోడైడ్ (Methyl iodide) 765,  
 766, 769  
 మెథిల్ అనిలీన్ (Methyl anilene) 179  
 మెథిల్ ఆరెంజి (Methyl orange) 612  
 మెథిల్ ఆల్కహాల్ (Methyl alcohol)  
 103, 188, 192, 204, 261, 269,  
 274, 422  
 మెథిల్ ఈథర్ (Methyl ether) 103, 269  
 మెథిల్ ఎథిల్ కీటోన్ (Methyl ethyl  
 ketone) 280  
 మెథిల్ ఎమీన్ (Methyl amine) 103, 188,  
 769  
 మెథిల్ ఎస్టర్ (Methyl ester) 177  
 మెథిల్ ఐసో నైట్రైల్ (Methyl iso  
 nitrile) 263  
 మెథిల్ ఐసో ప్రోపిల్ కీటోన్ (Methyl  
 iso propyl ketone) 280  
 మెథిల్ ఐసోసై నైడ్ (Methyl iso cyanide)  
 194, 195  
 మెథిల్ కార్బైల్ ఎమీన్ (Methyl carbyl  
 amine) 194  
 మెథిల్ క్లోరైడ్ (Methyl chloride) 103,  
 768, 769  
 మెథిల్ గణము (Methyl radical) 182,  
 192  
 మెథిల్ గ్లైకోనేట్ (Methyl glyconate)  
 727  
 మెథిల్ ఫార్మేట్ (Methyl formate) 187,  
 188  
 మెథిల్ ఫార్మేట్ ఎస్టర్ (Methyl formate  
 ester) 188  
 మెథిల్ బ్యూటరేట్ (Methyl butyrate)  
 728



మెథిల్ బ్రోమైడ్ (Methyl bromide) 728  
 మెథిల్ మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ (Methyl magnesium chloride) 273, 769  
 మెథిల్ మెర్కాప్టైన్లు (Methyl mercaptans) 769  
 మెథిల్ సాలిసిలేట్ (Methyl salicylate) 471  
 మెథిల్ సైనైడ్ (Methyl cyanide) 188, 194, 195, 275  
 మెథిలీన్ (Methylene) 268, 269, 279  
 మెథిలీన్ క్లోరైడ్ (Methylene chloride) 768  
 మెథిలీన్ గణము (Methylene radical) 267, 276, 279  
 మెథిలీన్ బ్లూ (Methylene blue) 615  
 మెథిలేటెడ్ స్పిరిట్ (Methylated spirit) 192  
 మెన్తాడైయూన్ (Menthadiene) 349  
 మెన్తాల్ (Menthol) 471, 472  
 మెన్తీన్ (Menthene) 351, 478  
 మెన్తోన్ (Menthone) 471  
 మెరుపు (Lightning) 547  
 మెలోనిక్ ఆసిడ్ (Malonic acid) 276, 277  
 మెలోనిక్ ఎస్టర్ (Malonic ester) 277  
 మెలోనిక్ యూరియా (Malonic urea) 281  
 మెసోట్రాన్ (Mesotron) 168  
 మేట్రీక్స్ యంత్రశాస్త్రము (Matrix mechanics) 772  
 మేరియా క్యూరీ (Marie Curie) 304, 599  
 మేలిక్ (మెలియిక్) ఆసిడ్ (Maleic acid) 110, 273, 277  
 మైకా (Mica) 157, 477  
 మైకేల్సన్, ఆల్బర్ట్ (Albert Michelson) 534, 548, 730  
 మైకేల్సన్ మిశ్రంఘట్టనమాపకము (Michelson's interferometer) 533  
 మైకేల్సన్ - మార్లీప్రయోగము (Michelson Morely experiment) 218, 497, 549  
 మైక్రోఅర్గ్ (Micro erg) 155, 231  
 మైక్రోకాస్మిక్ లవణము (Micro cosmic salts) 692, 753  
 మైక్రోఫోన్ (Microphone) 328, 642  
 మైక్రోస్కోప్ (Microscope) 146

మైత్రి (Affinity) 58, 97, 98  
 మెనము (Wax) 472, 756  
 మైలుతుత్తరావణము (Copper sulphate solution) 634  
 మైలుతుత్తపు స్ఫటికములు (Copper sulphate crystals) 371  
 మైలుతుత్తము (Copper sulphate) 371, 529, 567, 634, 646  
 మొలిబ్డెనమ్ (Molybdenum) 122, 220, 460, 531, 549  
 మొలిబ్డేట్ (Molybdate) 486  
 మోస్లీ (Mosley) 543  
 మోస్లీనియమము (Mosley's law) 542, 543  
 మోటనతులాయంత్రము (Torsion balance) 289  
 మోనజైట్ (Monazite) 141, 602  
 మోనో ఎమీనో ఆసిడ్ (Monoamino acid) 118  
 మోనోక్లినిక్ (Monoclinic) 504, 505, 579, 740, 761  
 మోనోక్లినిక్ గంధకము (Monoclinic sulphur) 313, 504, 505  
 మోనోక్లినిక్ స్ఫటికములు (Monoclinic crystals) 505  
 మోనోక్లోరిక్ ఆసిడ్ (Monochloric acid) 277  
 మోనోక్లోరిన్ వ్యుత్పన్నము (Monochlorine derivative) 506  
 మోనోక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Monochloro acetic acid) 274, 276  
 మోనోక్లోరోఎమీన్ (Monochloro amine) 448  
 మోనోహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్ (Monohydric alcohol) 625  
 మౌలిక ద్రవ్యకణములు (Fundamental particles) 549  
 య  
 యంగ్, థామస్ (Thomas Young) 36, 37, 38, 39, 241, 551  
 యంగ్ స్థితిస్థావక గుణకము (Young's modulus) 480, 552  
 యక్షిలాంతరు (Magic lantern) 552  
 యశదము (Zinc) 552 (చూ. జింకు)  
 యాంత్రిక లాభము (Mechanical advantage) 239  
 యాంత్రిక శక్తి (Mechanical energy) 98, 99

యాంత్రిక శాస్త్రము (Mechanics) 5, 27, 38, 411, 448, 453, 552, 558  
 యానకము (Medium) 429, 432, 609  
 యెర్క్స్ వేధశాల (Yerkes observatory) 400  
 యిట్రెబియమ్ (Ytterbium) 122, 141, 142, 553  
 యిట్రీయమ్ (Yttrium) 121, 141, 460, 553, 568, 754  
 యుక్టెక్టిక్ బిందువు (Eutectic point) 382, 383  
 యు (U) నాళము (U-tube) 595  
 యురేనియమ్ (Uranium) 48, 122, 155, 169, 170, 171, 232, 233, 450, 463, 465, 493, 497, 531, 553, 598, 602, 726  
 యురేనియమ్ ఆక్సైడ్ (Uranium oxide) 553  
 యురేనియమ్ క్లోరైడ్ (Uranium chloride) 500  
 యురేనియమ్ తర్వాతిమూలద్రవ్యములు (Trans-uranic elements) 553  
 యురేనియమ్ ఫాస్ఫేట్ (Uranium phosphate) 602  
 యురేనియమ్ యోగికములు (Uranium compounds) 553, 599, 602  
 యురేనియమ్ లవణములు (Uranium salts) 486, 599  
 యురేనియమ్ సమస్థానియములు (Uranium isotopes) 602  
 యూకలిప్టస్ నూనె (Eucalyptus oil) 470, 473  
 యూకావా, హిడెకి (Hideki Yukawa) 465, 554  
 యూక్లిడ్ (Euclid) 11, 232, 733  
 యూజాన్స్ 610, 611  
 యూనిఫైడ్ ఫీల్డ్ థియరీ (Unified field theory) 232  
 యూరిక్ ఆసిడ్ (Uric acid) 281, 282, 485, 497  
 యూరియా (Urea) 100, 102, 228, 281, 421, 492, 579  
 యూరియేజ్ (Urease) 228  
 యూరైడ్ (Urider) 281  
 యూరోపియమ్ (Europium) 122, 141, 554  
 యోజనీయత (Valence) 460, 461, 462, 494, 495, 496, 515, 541, 555,



556, 557, 558, 559, 560, 561,  
562, 564, 568, 616, 624, 661,  
664, 666

యోజనీయ రాశావళి-I 554

యోజనీయ రాశావళి-II 560

యోజనీయ రా నిర్ధారణము 558, 559  
యోగికము (Compound) 504, 505,  
510, 586, 588, 554, 555, 556,  
558, 559, 562, 564, 602, 610,  
618, 620

యోగికలోలకము (Compound Pendulum) 764

ర

రంజన కిరణములు (Rontgen rays or X-rays) 565 (చూ. ఎక్స్ (X) - కిరణములు)

రజతము (Silver) 709 (చూ. వెండి)

రవ్వజన్, విల్ హెల్మ్ కాన్రాడ్ (Wilhelm Konrad Rontgen) 219, 221, 565, 599, 740

రవ్వజన్ కిరణములు (Rontgen rays or X-rays) 228, 565

రనోల్డ్ వర్ధతి (Renault method) 126, 565

రబ్బరు (Rubber) 271, 431, 592, 707

రమ్ఫర్డ్ కాంతిమాపకము (Rumford photometer) 29

రశ్మిచైతన్యత (Radio activity) 48, 565 (చూ. రేడియో ధార్మికత)

రశ్మిచైతన్యత (కృత్రిమ) (Radio activity, artificial) 565 (చూ. రేడియో ధార్మికత (కృత్రిమ))

రశ్మిచైతన్యత (సహజ) (Radio activity, natural) 565 (చూ. రేడియో ధార్మికత (సహజ))

రసకర్పూరము (Mercurous chloride) 475

రసభస్మము 81, 82

రసమిశ్రము (Amalgam) 417, 425, 475, 476

రసవాదము (Alchemy) 13, 55, 69, 70, 71, 72, 565

రససింధూరము (Red oxide of mercury) 68, 81, 475, 476

రసోత్సర్గదీపము (Mercury discharge lamp) 645

రాంబస్ (Rhombus) 395

రాంబిక్ వర్ధతి (Rhombic system) 504, 761

రాంబోహీడ్రన్ (Rhombohedron) 761

రాక్ సాల్ట్ (Rock salt) 746

రాకెట్ (Rocket) 487

రాక్షసి (రాతి) బొగ్గు 204, 257

రాగి (Copper) 46, 59, 121, 165, 313, 426, 427, 428, 459, 460, 479, 486, 489, 491, 492, 498, 500, 510, 518, 535, 538, 589, 565, 590, 591

రాగి అయన్ (Copper ion) 628, 647

రాగి ఆక్సైడ్ (Copper oxide) 530, 536, 539

రాగి ఫలకము (Copper plate) 669

రాగి లవణము (Copper salt) 567

రాగివర్గము (Copper group) 567

రాగివర్ణము (Copper colour) 501

రాడార్ (Radar) 486

రాతిమానె (Mineral oil) 257, 586

రాబి, ఇసిడోర్ ఐజక్ (Isidor Isaac Rabi) 568

రామన్, చంద్రశేఖర వెంకట (Sir C. V. Raman) 568

రామన్ ఫలితము (Raman's effect) 246, 290, 569, 570

రామన్ వర్ణపటము (మాల) (Raman spectrum) 570, 582, 584

రామ్సీ, విలియమ్ (Sir William Ramsay) 121, 340, 341, 342, 345, 410, 542, 570, 762

రాయమర్ 873

రాయల్ సంఘము (Royal Society) 448, 497, 509, 514, 596, 711, 704

రాలి, జాన్ విలియమ్ స్ట్రట్ (John William Strutt Rayleigh) 121, 340, 570

రాసాయనిక గుణము (Chemical property) 514, 518

రాసాయనిక గుణాత్మక విశ్లేషణము (Qualitative analysis chemistry) 516

రాసాయనిక చర్య (Chemical action) 500, 518, 634, 645

రాసాయనిక తుల్యభారము (Chemical equivalent weight) 516, 696

రాసాయనిక ధర్మము (Chemical property) 460, 511, 688

రాసాయనిక పరివర్తనము - I (Chemical reversibility - I) 570

రాసాయనిక పరివర్తనము - II (Chemical reversibility - II) 571

రాసాయనిక పరివర్తనము - III 577

రాసాయనిక పు సామ్యులా (Chemical formula) 579

రాసాయనిక పు మార్పు (Chemical change) 485, 491, 539, 544, 646, 658, 670

రాసాయనిక ప్రక్రియ (Chemical process) 492, 513, 658, 663, 669, 689

రాసాయనిక ప్రక్రియాశాస్త్రము 579

రాసాయనిక ప్రవృత్తి 459, 460, 557, 561, 562, 568, 624

రాసాయనిక ప్రేరకద్రవ్యము (Chemical catalyst) 518

రాసాయనిక మూలద్రవ్యము (Chemical element) 474, 488, 491, 493, 495, 497, 498, 500, 509, 511, 513, 514, 517, 530, 553, 554, 565, 597, 598

రాసాయనిక మైత్రి (Chemical affinity) 376, 457, 493, 513, 580

రాసాయనిక యోగికము (Chemical compound) 548, 688

రాసాయనిక రచన - భౌతికధర్మములు 478, 582, 692, 690

రాసాయనిక విజ్ఞాన మూలభావములు 584

రాసాయనిక విజ్ఞాన సమీక్ష 496

రాసాయనిక విధానములు (సామాన్య) (Chemical methods) 584, 590

రాసాయనిక విశ్లేషణవర్ధతి 542, 569, 655

రాసాయనిక విశ్లేషణము (Chemical analysis) 417, 544, 588, 599, 688

రాసాయనిక శక్తి (Chemical energy) 4, 5, 634, 711

రాసాయనిక శాస్త్రము (Chemistry) 448, 448, 456, 470, 471, 497, 514, 535, 542, 558, 689

రాసాయనిక సంఘటనము (Chemical composition) 471

రాసాయనిక సంయోగ శాస్త్రము 537, 557

రాసాయనిక సంయోగము (Chemical combination) 544, 557, 611, 634, 668, 669

రాసాయనిక సాంకేతికము (Chemical equation) 596

రిఖ్టర్ (T. B. Richter) 87, 88, 122



రిచర్డ్ సన్, ఓవెన్ విలాన్స్ (Owen Willans Richardson) 596  
 రిటార్ట్ (Retort) 84, 85, 158, 191, 318, 320, 445, 587 (చూ. బకయంత్రము)  
 రివెర్బరేటరీకొలిమి (Reverberatory furnace) 209, 488, 587, 741  
 రిసిసొలియర్ ఆసిడ్ 806  
 రిస్టోరింగ్ కపుల్స్ (Restoring couples) 151  
 రుథెనియమ్ (Ruthenium) 122, 461, 494, 495, 597  
 రుథెనియమ్ ఆక్సైడ్ (Ruthenium oxide) 495  
 రుబిడియమ్ (Rubidium) 95, 121, 166, 190, 289, 460, 540, 541, 597  
 రూథర్ ఫర్డు (Ernest Rutherford) 48, 49, 51, 52, 449, 514, 597, 599, 601  
 సాపాంతరత (Allotropy) 318, 504, 505, 597  
 రెక్టిఫయర్ (Rectifier) 644  
 రెక్టిఫైడ్ స్పిరిట్ (Rectified spirit) 192  
 రెడ్ లెడ్ (Red lead) 742  
 రెనియమ్ (Rhenium) 122, 531, 597  
 రెసిన్లు (Resins) 193  
 రెసిన్లు-జిగురులు (Resins - gums) 597  
 రెసిప్రొకేటింగ్ పంపు (Reciprocating pump) 451  
 రెసిస్టెన్స్ ఫర్నేస్ (Resistance furnace) 638  
 రేచకయంత్రము 481, 490, 512  
 రేడాన్ (Radon) 128, 342, 449, 461, 468, 598, 601  
 రేడియమ్ (Radium) 123, 169, 305, 342, 397, 456, 510, 598, 599, 600, 601, 754  
 రేడియమ్ క్లోరైడ్ (Radium chloride) 598  
 రేడియమ్ బ్రోమైడ్ (Radium bromide) 598  
 రేడియమ్ సల్ఫేట్ (Radium sulphate) 598  
 రేడియేషన్ పైరోమీటరులు (Radiation pyrometers) 479  
 రేడియో (Radio) 599, 641, 642  
 రేడియో అక్టివిటీ (Radioactivity) 457, 565 (చూ. రేడియోధార్మికత)

రేడియోకిరణములు (Radio waves) 480  
 రేడియోగ్రాహకయంత్రము (Radio receiver) 640, 642, 643, 644  
 రేడియో ట్యూబ్ (Radio tube) 638  
 రేడియోతరంగములు (Radio waves) 6, 517, 642  
 రేడియోతరంగవ్యాప్తి 730  
 రేడియోధార్మిక గుణము (Radioactivity property) 463, 553, 607  
 రేడియోధార్మికత (Radioactivity) 49, 52, 56, 305, 450, 456, 457, 464, 474, 493, 565, 597, 598, 599, 600, 601, 726 [చూ. రేడియోధార్మికత (కృత్రిమ); రేడియోధార్మికత (సహజ)]  
 రేడియోధార్మికత (కృత్రిమ) (Radioactivity, artificial) 565, 602, 603, 604, 727  
 రేడియోధార్మికత (సహజ) (Radioactivity, natural) 448, 599, 602, 603, 726  
 రేడియోధార్మికతా కిరణములు (Radioactive rays) 513  
 రేడియోధార్మికద్రవ్యము (Radioactive matter) 297, 464, 597, 599, 600, 601  
 రేడియోధార్మిక సంఘటన 727  
 రేడియోధార్మిక స్వభావము 497, 513, 598  
 రేడియోప్రసారము (Radio broadcasting) 641, 642, 643, 644  
 రేడియో ఫ్రీక్వెన్సీ కోయిల్ (Radio frequency coil) 644  
 రేడియో ఫ్రీక్వెన్సీ వాల్వు (Radio frequency valve) 644  
 రేడియోమీటరు (Radio meter) 631, 632  
 రేడియో సాంకే (Radio sonde) 321  
 రేడియో స్పందనము 648  
 రేజమిక్ మిశ్రము 244  
 రేజమిక్ చూపము 243  
 రేజమిక్ లాక్టిక్ ఆసిడ్ 244  
 రైడ్ బెర్గ్ (Rydberg) 542  
 రోజర్, డి. (D. Roger) 323  
 రోజానిలిన్ (Rosaniline) 497, 612, 613  
 రోజానిలిన్ రంగులు (Rosaniline dyes) 612  
 రోడమిన్ (Rhodamine) 612, 613  
 రోడియమ్ (Rhodium) 122, 450, 461, 480, 494, 495, 604

రోల్ సల్ఫర్ (Roll sulphur) 813  
 రోసిన్ (Rosin) 597  
 ల  
 లంబము (Perpendicular) 428, 466, 467, 609, 610  
 లక్ష్మణేఘటము 684, 685  
 లవండరు 470, 471  
 లవణములు (Salts) 314, 416, 441, 531, 560, 652, 654  
 లవణాధారము 441, 511, 656, 667  
 లవణీకరణవిధానము 689  
 లవే, మాక్స్ పాన్ (Max von Lave) 22, 228, 224, 604  
 లసై ను పరీక్ష (Lassaigne test) 268  
 లా ఆన్ మాస్ యాక్షన్ (Law of mass action) 571  
 లాక్యర్ నార్మన్ (Norman Lockyer) 121, 341, 762  
 లాక్టస్ ఆసిడ్ (Lactus acid) 278  
 లాక్టిక్ ఆసిడ్ (Lactic acid) 242, 245, 278  
 లాక్టోస్ (పాలచక్కెర - Lactose) 284, 604  
 లాగ్రాంజ్ (Joseph Louis Lagrange) 28, 605  
 లాజ్, ఆలివర్ (Oliver Lodge) 46, 517, 604  
 లాంగ్ముయర్, ఇర్వింగ్ (Irving Langmuir) 604, 718, 771  
 లాన్స్ ఫ్రెడరిక్ నిల్సన్ (Lans Frederick Nilson) 754  
 లాప్లాస్ (Dapierri Simon Laplace) 28, 29, 139, 325, 378, 430, 677  
 లారెన్స్, ఎర్నెస్ట్ ఆర్లాండ్ (Ernest Orlando Lawrence) 604  
 లావాజ్యే, ఆంటూనీ లావెస్ (Antoine Laurent Lavoisier) 29, 57, 68, 76, 79, 83, 84, 85, 86, 121, 172, 378, 513, 579, 604, 605, 609  
 లిగ్నైట్ (Lignite) 203, 204  
 లిథియమ్ (Lithium) 121, 158, 166, 190, 449, 450, 459, 511, 540, 541, 605, 606, 670, 785  
 లిథియమ్ ఆక్సైడ్ (Lithium oxide) 605, 606  
 లిథియమ్ కార్బోనేట్ (Lithium carbonate) 416, 605, 606



లిథియమ్ క్లోరైడ్ (Lithium chloride) 605, 606  
 లిథియమ్ నైట్రేట్ (Lithium nitrate) 606  
 లిథియమ్ ఫాస్ఫేట్ (Lithium phosphate) 605  
 లిథియమ్ ఫ్లోరైడ్ (Lithium fluoride) 605  
 లిథియమ్ బ్రోమైడ్ (Lithium bromide) 606  
 లిథియమ్ లవణము (Lithium salt) 605  
 లిథియమ్ సల్ఫేట్ (Lithium sulphate) 606  
 లిథియమ్ సాలిసిలేట్ (Lithium salicylate) 606  
 లిథియమ్ సిట్రేట్ (Lithium citrate) 606  
 లిథియమ్ సిలికేట్ (Lithium silicate) 605  
 లిథియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Lithium hydroxide) 605, 606  
 లిథియమ్ హైడ్రైడ్ (Lithium hydride) 605, 606  
 లిథోఫోన్ (Lithophone) 344  
 లిప్ మన్, గేబ్రియల్ (Gabriel Lipmann) 606  
 లిఫ్ట్ పంపు (Lift pump) 451, 452  
 లిబ్బి, విల్లర్డ్ ఫ్రాంక్ (Willard Frank Libby) 606  
 లిమోనీన్ (Limonene) 471, 606  
 లిమోనైట్ (Limonite) 208  
 లీటరు (కొలపాత్ర) (Litre) 186, 421, 591, 595, 629, 651, 653, 654, 656, 657, 662, 665  
 లీ డి ఫారెస్ట్ (Lee de Forest) 640  
 లీబర్ మాన్ ప్రతిక్రియ (Lebermann reaction) 189  
 లీబిగ్, జస్టస్ ఫాన్ (Justus von Liebig) 101, 172, 606 607, 690  
 లీజ్ మెయిటర్ (Lise Meitner) 123, 493, 607  
 లెచాట్యేర్ (Lechatelier) 330, 425, 578  
 లీసెగాంగ్ సంఘటన (Liesegang phenomena) 808  
 లుమ్యూరు-బ్రోడమ్ పరికరము 395  
 లూటియోలిన్ (Luteolin) 611  
 లూటిసియమ్ (Lutecium) 122, 141, 461, 462, 607  
 లూబ్రికెంట్స్ (Lubricants) 500, 760, (చూ. కంకెనలు)

లూమినస్ ఫ్లక్స్ (Luminous flux) 394  
 లూయీ, జి. ఎన్. (G. N. Lewis) 376  
 లూయీ సిద్ధాంతము (Lewis theory) 607  
 లెక్లాంషె ఘటము (Leclanche cell) 442  
 (చూ. లెక్లాంషె ఘటము)  
 లెడ్ (Lead) 348, 741 (చూ. పీనము)  
 లెడ్ ఆక్సైడ్ (Lead oxide) 511, 553, 741  
 లెడ్ ఆసిటేట్ (Lead acetate) 179, 742  
 లెడ్ కార్బోనేట్ (Lead carbonate) 416, 741  
 లెడ్ క్రోమేట్ (Lead chromate) 263, 483, 742  
 లెడ్ టెట్రాఎథిల్ (Lead tetra ethyl) 262, 748  
 లెడ్ డైఆక్సైడ్ (Lead dioxide) 742  
 లెడ్ నైట్రేట్ (Lead nitrate) 444, 742  
 లెడ్ పెరాక్సైడ్ (Lead peroxide) 164, 531, 669, 670  
 లెడ్ బేసిక్ ఆసిటేట్ (Lead basic acetate) 742  
 లెడ్ మోనాక్సైడ్ (Lead monoxide) 669  
 లెడ్ వెనేడేట్ (Lead vanadate) 711  
 లెడ్ సల్ఫేట్ (Lead sulphate) 313, 316, 317, 670, 693, 741, 742, 772  
 లెడ్ సల్ఫైడ్ (Lead sulphide) 235, 253, 254, 313, 772  
 లెడ్ సిలికేట్ (Lead silicate) 421  
 లెడ్ సిలిసిఫ్లోరైడ్ (Lead silici fluoride) 741  
 లెడ్ సెస్క్వి ఆక్సైడ్ (Lead sesqui oxide) 742  
 లెడ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Lead hydroxide) 742  
 లెనార్డ్, ఫిలిప్ ఇ. ఎ. ఫాన్ (Philipp Lenard) 121, 273, 295, 514, 607, 755  
 లేంతెనెమ్ (Lanthanum) 122, 141, 461, 568, 607, 754  
 లేంతెనైడ్ (Lanthanide) 553  
 లైడెన్ జాడీ (Leyden jar) 32, 45, 46  
 లైనిస్ కార్ల్ పౌలింగ్ (Linus Carl Pauling) 305  
 లైపేజ్ (Lipase) 228, 494  
 లోదర్ మేయర్ (Lothar Mayer) 94, 95, 541, 556

లోరెన్జ్ - ఫిట్స్ జెరాల్డ్ సంకేతము 497, 607, 730, 731  
 లోరెన్జ్, హెన్德里క్ ఆంటూన్ (Hendrik Antoon Lorentz) 607, 731  
 లోలక ప్రకంపన కాలము 474  
 లోలకము (Pendulum) 213, 326, 411, 607  
 లోలకము (సంయుక్త) (Compound pendulum) 608  
 లోలకము - (సామాన్య) (Pendulum-simple) 607  
 లోలక స్పందన కాలవ్యవధి (Period of oscillation of pendulum) 411  
 లోహ ధాతువులు (Ferrous metals) 608  
 లోహము 463 (చూ. ఇనుము)  
 లౌడ్ స్పీకరు (Loud speaker) 644  
 ల్యూసిపస్ (Leucippus) 8  
 వ  
 వంగము (Tin) 428, 609 (చూ. తగరము)  
 వక్రీభవన కోణము (Angle of refraction) 609, 610, 621  
 వక్రీభవన గుణకము (Refractive index) 424, 609  
 వక్రీభవన దూరదర్శని (Refractive telescope) 398, 400  
 వక్రీభవనము (Refraction) 39, 229, 230, 241, 399, 400, 423, 432, 466, 609, 610  
 వక్రీభవన విస్తారము 621  
 వక్రీభూత కిరణము 609, 610  
 వజ్రము (Diamond) 176, 257, 258, 259, 260, 477, 486, 610, 736, 739, 761  
 వడపోత కాగితము (Filter paper) 696  
 వరిమజాలకము (Spacegrating) 398  
 వరుస ఘటమాల (Batteries in series) 635, 636  
 వర్జీనియమ్ (Virginium) 498, 610  
 వర్ణగ్రహణ విశ్లేషణ పద్ధతి 532  
 వర్ణద్రవ్యములు (Dyes) 483, 506, 508, 509, 529, 610, 612, 616  
 వర్ణపటమాపనము (Spectroscopy) 370  
 వర్ణబంధకము (Mordant) 612, 613  
 వర్ణమాల (అణు) (Molecular spectral) 621  
 వర్ణమాల (పటము) (Spectrum) 138, 161, 241, 255, 341, 458, 463, 514, 534, 616, 617, 619, 620, 621, 734, 738, 740, 771



వర్ణమాలదర్శని (Spectroscope) 682, 618, 621, 742, 770  
 వర్ణమాలమాపకము (Spectrometer) 258  
 వర్ణమాలాశీఘ్రిని (Spectrograph) 618, 620  
 వర్ణము - రాసాయనిక రచన (Dye chemical structure) 623  
 వర్ణవర్ణకములు 624  
 వర్ణవాహకములు (Chromophores) 628, 624  
 వర్ణవిపథనము (Chromatic aberration) 685, 686,  
 వర్ణాత్మకము (Colourimetric) 669  
 వలయ హైడ్రోకార్బన్లు (Cyclic hydrocarbons) 451, 624  
 వలయయాగికము (Cyclic compound) 478, 634  
 వలర్ (Wohler) 58, 100, 101, 121, 175  
 వస్తుకటకము (Object lens) 397, 398, 399, 400, 401, 744, 745  
 వాట్ (రంగులు) 614, 625  
 వాట్, జేమ్స్ (James Watt) 625  
 వాటర్ గాస్ (Water gas) 605  
 వాట్టు (Watt) 645  
 వాతావరణప్రేషము (Atmospheric pressure) 412, 490, 517, 628, 629  
 వాన్ డర్ వాల్స్ (Johannes Diderik vander Waals) 407, 630  
 వాన్ డర్ వాల్స్ సమీకరణము (vander Waals equation) 629, 631  
 వాన్ హెబ్బాంట్ 72, 73, 76, 80  
 వాన్స్ హాఫ్ (Jacobus Hendricus vant' Hoff) 58  
 వాయుచూషకము (Aspirator) 720  
 వాయుతాపకము (Air bath) 595  
 వాయుతాపనపేటిక 591  
 వాయునియమము (Gas law) 414  
 వాయుపూరకపంపు 452  
 వాయుప్రేషము (Gas pressure) 414, 421, 631  
 వాయురేచకము 452  
 వాయురేచకపంపు (Air exhausting pump) 220, 327  
 వాయువులు (Gases) 501, 537, 626  
 వాయుకలాక 431, 432  
 వాయుసమీకరణము (Gas equation) 681

వాయుసాంద్రతానిర్ణయము 591, 631  
 వాయుసాంద్రతానిర్ణయవిధానములు 631  
 వాయుస్థితి (Gaseous state) 629  
 వాయుస్థిరాంకము (Gas constant) 716  
 వార్నిష్ (Varnish) 598, 742  
 వాల్వుగ్రాహకము (Valve receiver) వాల్వురిసీవర్ 642, 643  
 వాల్వుట్రాన్సిమిటర్ (Valve transmitter) 641  
 వాల్వులు (Valves) 452, 640, 642,  
 వాహకము (Conductor) 488, 642  
 వాహనతరంగములు (Carrier waves) 642  
 వింటర్ గ్రీన్ తైలము (Winter green oil) 177, 471  
 వికర్షణ (Repulsion) 465, 686  
 వికర్షణబలము (Repelling force) 400, 686  
 వికాసితవర్ణములు 616  
 వికిరణమాపకము (Radiometer) 631, 632  
 వికిరణము (Radiation) 214, 215, 247, 599, 601  
 విక్టర్ మైయర్ విధానము (Victor Meyer's method) 128, 129, 632  
 విచూషణ (Absorption) 319, 465  
 విచూషణ గుణకము (Absorption coefficient) 248  
 విచూషణ వర్ణమాల (Absorption spectrum) 584, 632  
 విచూషితవర్ణపటము(మాల) (Absorption spectrum) 143, 183, 582, 619, 620  
 విచ్ఛేదనప్రేషము (Dissociation pressure) 578  
 విచ్ఛేదన స్థిరాంకము (Dissociation constant) 601, 655  
 విజాతీయ ప్రేరణము (Heterogeneous catalysis) 491  
 విజాతీయవర్ణదీప్తిమాపనము 396  
 విజాతీయ వ్యవస్థలో సమతాస్థితి 574, 575  
 విట్ట్, ఓ. ఎన్ (O. N. Witt) 623, 624  
 విచారకద్రవ్యములు (Explosive materials) 817  
 విచారక ద్రవ్యపరిశోధన 478  
 విద్యుచ్ఛక్తి (Electricity) 4, 99, 477, 532, 537, 591, 633, 634, 645,

661, 662, 663, 669, 680, 682, 684, 711  
 ద్యుచ్ఛక్తి (Electric potential) 684, 661, 662, 663, 680, 681, 684, 711  
 విద్యుచ్ఛాలక ప్రమాణము (Unit of electromotive force) 66  
 విద్యుచ్ఛాలకబలము (Electromotive force) 632, 633, 636, 647, 657, 662, 666, 675  
 విద్యుత్ అయస్కాంతక్షేత్రము (Electromagnetic field) 497  
 విద్యుత్ అయస్కాంతతరంగములు (Electromagnetic waves) 686, 687, 641, 642 (చూ. విద్యుదయస్కాంత తరంగములు)  
 విద్యుత్ అయస్కాంత ప్రరోచనము (Electromagnetic induction) 488, 636  
 విద్యుత్ అయస్కాంతము (Electro-magnet) 49 (చూ. విద్యుదయస్కాంతము)  
 విద్యుత్ అయస్కాంతవికిరణము (Electromagnetic radiation) 709  
 విద్యుత్ అయస్కాంతశాస్త్రము 31, 42, 43  
 విద్యుత్ అయస్కాంత సిద్ధాంతము (Electro-magnetic theory) 429 (చూ. విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము)  
 విద్యుత్ ఉత్సర్గనాళము (Electric discharge tube) 565, 622 (చూ. విద్యుదుత్సర్గనాళము)  
 విద్యుత్ (వొల్ట్) కొలిమి (Electric furnace) 442, 596, 633, 634  
 విద్యుత్ క్షేత్రము (Electric field) 319, 428, 442, 476, 477, 600, 657, 676  
 విద్యుత్ గోళము (Electric bulb) 480  
 విద్యుత్ (బ్యాట్) ట్ ఫుటమాల (Electric battery) 44, 217, 638, 640, 641, 643, 674, 676  
 విద్యుత్(బ్యాట్) ట్ ఫుటములు (Electric cells) 428, 475, 489, 582, 606, 634, 635, 636, 648, 666, 742  
 విద్యుత్ చాపములు (Electric arcs) 622, 633, 645  
 విద్యుత్ (జెన్) ట్ జనకములు (Electric generators) 663, 757



విద్యుత్ జనకయంత్రము (Electric generator) 497  
 విద్యుత్ తరంగములు (Electric waves) 532, 635, 636, 637, 638, 639, 640  
 విద్యుత్ తరంగములు-నిస్తంత్రి (Electric waves-wireless) 599, 636, 638  
 విద్యుత్ (ద్వీ) త దీపములు (Electric lights) 396, 397, 480, 604, 638,  
 విద్యుత్ దీపములు - I (Electric lights - I) 644  
 విద్యుత్ దీపములు - II (Electric lights - II) 645  
 విద్యుత్ నిరోధము 287, 530, 606, 632, 633, 647, 648  
 విద్యుత్ ప్రరోచనము (Electric induction) 360, 488, 638  
 విద్యుత్ ప్రవాహము 33, 43, 44, 221, 488, 512, 513, 539, 567, 596, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 644, 645, 646, 647, 649, 650, 660, 663, 669, 670, 671, 672, 675, 676, 678, 681, 683, 684  
 విద్యుత్ ప్రేషమాపకవిధానము 689  
 విద్యుత్ ప్రేషము (Electric pressure) 221, 231, 476, 477, 487, 488, 635, 636, 645, 650, 670, 671, 689, 745  
 విద్యుత్ (స్ట్రా) త మాపకము 33, 43, 44, 224, 320, 380, 476, 488, 590, 680  
 విద్యుత్ మోటారు (Electric motor) 712  
 విద్యుత్ యోజనీయతాబంధము 564  
 విద్యుత్ (ద్రా) త రాశి 557, 645, 657, 658, 661, 662, 666  
 విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము 557, 560, 571  
 విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - I 646  
 విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - II 658  
 విద్యుత్ (ద్ర) త వలయము 217, 236, 596, 634, 635, 636, 646, 650, 681, 683  
 విద్యుత్ (ద్ర) త వహనము 428, 647, 648  
 విద్యుత్ (ద్రా) త వాహకత 646, 650, 651, 652, 653, 654, 657, 658, 664, 665, 667, 689

విద్యుత్ (ద్రా) త వాహకము (Electric conductor) 21, 31, 58, 100, 287, 313, 353, 354, 428, 499, 510, 512, 517, 560, 564, 567, 599, 632, 633, 642, 646, 647, 658, 671, 686, 757  
 విద్యుత్ (ద్వి) త విశ్లేషణము (Electrolysis) 42, 51, 57, 58, 249, 287, 497, 499, 510, 538, 571, 668, 710, 741  
 విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యము 496, 648, 668, 669, 709  
 విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము 487, 634, 648, 649, 651, 652, 657, 658, 670, 741  
 విద్యుత్ సంచాయక ఘటము (Accumulator cell or secondary cell) 669  
 విద్యుత్ స్పందనము 641, 642, 643  
 విద్యుత్ స్ఫులింగము 42, 82, 83, 165, 340, 636, 678  
 విద్యుత్తు (Electricity) 320, 441, 464, 465, 479, 495, 555, 631, 632, 636, 643, 646, 664, 669, 670, 675, 686  
 విద్యుత్తు, స్థిర (Electricity, static) 636  
 విద్యుత్సంఘనకము 476, 757  
 విద్యుదయస్కాంత తరంగములు (Electromagnetic waves) 476 (చూ. విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగములు)  
 విద్యుదయస్కాంతత్వము 150, 669, 670, 676  
 విద్యుదయస్కాంతము (Electromagnet) 150, 465, 617 (చూ. విద్యుత్ అయస్కాంతము)  
 విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము (Electromagnetic theory) 670, 671, 678 (చూ. విద్యుత్ అయస్కాంత సిద్ధాంతము)  
 విద్యుదయస్కాంత స్పందనములు 319, 600  
 విద్యుత్చాక్లర్ల బలనియమము 32  
 విద్యుదావిష్కరణము 463, 513  
 విద్యుదావేశము 5, 32, 33, 102, 217, 236, 422, 457, 463, 476, 488, 560, 557, 587, 600  
 విద్యుదుత్పన్నము 234, 235, 293, 302, 445, 565, 646 (చూ. విద్యుత్ ఉత్పన్నవాహకము)

విద్యుద్బంధకములు 21  
 విద్యున్నిస్సరణము 300  
 విద్యున్మలామా (Electro plating) 317  
 విద్యున్మాపకములు 680  
 వినిమయక క్తి 465  
 వినిమేయ రూపాంతరత (Anantotropy) 504, 505  
 వివరణము (Aberration) 684, 685, 686  
 విమానము 399, 499  
 విత్ పాల్స్ట్రీన్ 97, 99, 709  
 విలియమ్సన్ 97, 99, 102, 103  
 విలీనద్రావణసిద్ధాంతము 421, 652  
 విలోమవర్గనియమము (Inverse square law) 686  
 విల్సన్ గిడ్స్ 577, 599  
 విల్సన్, చార్లెస్ థామ్సన్ రీజ్ (Charles Thomson Rees Wilson) 686, 742, 743  
 విల్సన్ మేఘమండరము 686, 742, 743  
 వివర్తనజాలకము (Defraction grating) 222, 686, 688  
 వివర్తనము (Defraction) 27, 230, 241, 687, 688  
 విశిష్టగురుత్వము (Specific gravity) 409, 415, 421, 422, 447, 475, 479, 481, 491, 494, 498, 500, 509, 511, 514, 530, 553, 565, 575, 597, 598, 670  
 విశిష్టవిద్యుద్వాహకత (Specific resistance) 650, 651  
 విశిష్టోష్ణత (Specific heat) 30, 217, 555, 688, 713, 715, 716, 772  
 విశ్లేషణ రాసాయనిక ప్రక్రియ 482  
 విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము - I 688  
 విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము - II 690  
 విశ్వకిరణములు 320, 323, 534, 704  
 విషమ వలయ యోగికములు 610, 705  
 వీన్, కార్ల్ మాక్స్ (Karl Marx Wein) 709  
 వీన్, విల్ హెల్మ్ (Wilhelm Wein) 709  
 వూలాస్తన్ (Woolastan) 39, 47, 67, 122, 497, 604  
 వృత్తాకారము (Circular) 316  
 వెండి (Silver) 122, 313, 417, 426, 428, 461, 475, 479, 480, 486, 501, 535, 538, 539, 566, 567, 568, 590, 637, 650, 686, 693, 695, 700, 709, 710, 739, 740, 741



వెనెడిక్ ఆక్సైడ్ (Vanadic oxide) 711  
 వెనెడస్ ఆక్సైడ్ (Vanadous oxide) 711  
 వెనెడినైట్ 711  
 వెనెడియమ్ (Vanadium) 121, 460, **710**, 711  
 వెనెడియమ్ డై ఆక్సైడ్ (Vanadium di oxide) 711  
 వెనెడియమ్ పెంటాక్సైడ్ (Vanadium pentoxide) 711  
 వెనెడియమ్ పెంటాసల్ఫైడ్ (Vanadium penta sulphide) 711  
 వెనెడియమ్ వర్గము (Vanadium group) **711**  
 వెర్నర్, ఆల్ఫ్రెడ్ (Alfred Werner) 558, 559, 706, **711**  
 వెర్నర్ క్లిష్టయోగికము 567  
 వెర్నర్ యోగికము 211, 559  
 వెర్నర్ సాంకేతికము 559  
 వెర్నర్ సిద్ధాంతము 559, 560, 561  
 వెర్నియర్ (Vernier) 296, 486  
 వెర్నియర్ కేలిపర్స్ (Vernier callipers) 295  
 వెర్మనా తైలము 198  
 వెరిగారము (Borax) 516, 692, 698, 748  
 వెరిరియానిక్ ఆసిడ్ 278  
 వెస్ట్ గాల్వనీమీటరు 681, 688  
 వెస్ట్ ఘటము (Weston cell) 682  
 వైట్ హెడ్, ఏ. ఎన్. (A. N. Whitehead) 12  
 వోల్టా, కౌంట్ ఆలిసాండ్రో (Count Alessandro Volta) 34, 320, **711**  
 వోల్టా ఘటము (Volta cell) 236, 259, 669  
 వోల్టా పేర్పు (Volta pile) 34, 35, 42  
 వోల్టా మాపకము (Volta meter) 289  
 వోల్ట (Volt) 231, 236, 445, 449, 477, 487, 695, 641, 645, 657, 663, 671, 680, 704, 735  
 వ్యవక్రమ ఓమ్ (Mho) 647, 653, 654, 667  
 వీట్స్టన్ బ్రిడ్జి (Wheatstone bridge) 649

శ

శంకు (Cone) 819  
 శక్తి (Energy) 4, 50, 470, 601, 691, 645

శక్తి నిత్యతానియమము (Law of conservation of energy) 409, 711, 712  
 శక్తి శాస్త్రవియమము (Law of Thermodynamics) 99, 375, 419, 496, 581  
 శక్తిశాస్త్రము (Thermodynamics) 5, 98, 99, 291, 375, 581, 661, **711**, 755, 763  
 శక్తి సమవిభాగ సూత్రము (Principle of equipartition of energy) **714**  
 శక్తి (Potential) 236, 397, 512, 639, 640, 641, 643, 662, 663, 684  
 శబ్ద తరంగములు (Sound waves) 534  
 శబ్ద పరావర్తనము (Sound reflection) 486  
 శర్కరా మాపకము (Saccharimeter) 485  
 శీతలికరణము (Refrigeration) 747  
 శూన్యము (Vacuum) 476, 586, 691, **717**, 718, 719, 720, 721, 722, 743  
 శృంఖలా ప్రతిక్రియ (Chain reaction) 250  
 శృంఖలా సమాంగరూపత (Chain isomerism) 728  
 శృతి (Tune) 643  
 శృతి నియంత్రము (Tuning control) 642

ష

షట్కోణవర్ధతి (Hexagonal process) 504, 761  
 షేలే (K. W. Scheele) 41, 79, 80, 81, 102, 121, 410, 530  
 ష్రుడింగర్, ఎర్విన్ (Erwin Schrodinger) 160, 161, 231, 241, 358, 370, 379, **724**

స

సంకేతము (Symbol) 320, 420, 448, 474, 481, 483, 491, 493, 494, 495, 497, 498, 500, 509, 511, 513, 514, 517, 530, 553, 593  
 సంగీతధ్వనులు (Musical Sounds) **724**  
 సంఘనకము (Condenser) 489, 588, 589, 590, 641, 692, 643, 644  
 సంచాయక మటము (Accumulator) 489, 588, 589, 590, 632, 641, 642, 643, 644, 663, 669 670

సంవృప్త యోగికములు (Saturated Compounds) 558, 624  
 సందిగ్ధ కోణము (Critical angle) 610  
 సందిగ్ధ తాపక్రమము (Critical temperature) 409, 725, 726  
 సందిగ్ధ ప్రేషము (Critical pressure) 726  
 సందిగ్ధ బిందువు (Critical point) 726  
 సందిగ్ధ స్థితి (Critical state) **725**  
 సందిగ్ధ యతనము (Critical volume) 726  
 సందిగ్ధావస్థ (Critical phase) 725  
 సంచలనతః పరావర్తనము (Total internal reflection) 610  
 సంయుక్త మాడ్మైకదర్శని (Compound microscope) 744  
 సంవహనము (Convection) 214  
 సంపేష్టన ప్రభాగము (Packing fraction) **726**  
 సక్సినిక్ ఆసిడ్ (Succinic acid) 276, 625, 767  
 సత్తు (Tin) 486, **726** (చూ. తగరము)  
 సద్యోజాత (నేనెంట్) హైడ్రోజన్ (Nascent hydrogen) 771  
 సమతలదర్పణము (Plane mirror) 400, 466, 467, 532  
 సమతాపరేఖ (Isothermal curve) 725, 726  
 సమతాస్థితి (Stable equilibrium) 319, 575, 576, 650, 651  
 సమస్థానీయములు (Isotopes) 52, 251, 256, 456, 553, 602, **726**, 727  
 సమాంగరూపత (Isomorphism) 101, 564, **727**, 767  
 సమానాంతర బలములు (Parallel forces) 503  
 సమానాంతరము (Parallel) 467, 503, 685, 687  
 సమేరియమ్ (Samarium) 122, 141, 493  
 సమేరియమ్ సల్ఫేట్ (Samarium sulphate) 486  
 సమ్మర్ ఫెల్డ్, ఆర్నోల్డ్ (Arnold Sommerfeld) **307**  
 సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ (Sulphurous acid) 165, 313, 314, 317, 492, 702  
 సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ (Sulphuric acid) 153, 157, 158, 165, 265, 274, 276, 296, 313, 314, 315, 316, 317, 341, 344, 377, 442, 444,



445, 446, 447, 475, 488, 491, 492, 493, 501, 506, 507, 509, 510, 516, 518, 529, 538, 555, 558, 567, 580, 591, 598, 605, 624, 634, 635, 669, 670, 688, 692, 693, 700, 701, 702, 705, 708, 710, **730**, 737, 740, 752, 767, 772

సల్ఫర్ (Sulphur) 475, 614, 761 (చూ. గంధకము)

సల్ఫర్ ట్రిఆక్సైడ్ (Sulphur trioxide) 165, 313, 314, 315, 491, 495, 558, 691, 711

సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ (Sulphur dioxide) 153, 165, 172, 224, 313, 314, 315, 316, 317, 378, 414, 422, 475, 491, 492, 516, 590, 691, 692, 702, **730**, 740, 753 (చూ. గంధకము)

సల్ఫర్ హెక్సాఫ్లోరైడ్ (Sulphur hexafluoride) 563

సల్ఫాతై ఆజోల్ (Sulphathiazole) 707

సల్ఫానమైడ్ (Sulphanamide) 707

సల్ఫో ఎమినో బెంజోయిక్ ఆసిడ్ (Sulpho amino benzoic acid) 692, 694

సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ (Sulphonic acid) 174, 177, 244, 507, 509, 615, 616, సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ పుష్పవన్నములు (Sulphonic acid derivatives) 509, 618

సల్ఫోసైనైడ్లు (Sulpho cyanides) 558, 691, 693

సాంద్రత (Density) 317, 418, 420, 491, 501, 535, 540, 609, 647, 651, 655, 656

సాంప్రదించు 175, 471, 598

సాకరిక్ ఆసిడ్ (Sacharic acid) 283

సాడి (Sadi) 597, 601

సాపేక్షతా నిష్ఠాంత (వార)ము (Relativity) 49, 241, 326, 375, 463, 465, 607, **730**, 732, 734

సారాయి (Spirit) 518, 593

సారాయిదీపము (Spirit lamp) 593, 595

సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ (Salicylic acid) 177, **734** (చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ పుష్పవన్నములు)

సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ ఫీనోల్ (Salicylic acid phenol) 178

సాల్ట్ పీటర్ (Salt petre) 78, 159, 287

సాల్ట్స్ పద్ధతి 747

సాహా, మేఘనాథ్ (Meghanath Saha) **734**

సింకోనీన్ (Cinchonine) 244

సింక్రోట్రాన్ (Synchrotron) **735**

సింక్రో సైక్లోట్రాన్ (Synchrocyclotron) **735**, 736

సింజ్, రిచర్డ్ లారెన్స్ మిల్లింగ్టన్ **736**

సిట్రాల్ (Citral) 198, 471

సిట్రినెల్లోల్ (Citrinellol) 471

సిట్రీక్ ఆసిడ్ (Citric acid) 273

సిట్రేట్ (Citrates) 691, 692, 694

సిన్నామిక్ ఆసిడ్ (Cinnamic acid) 175, 176

సిరకా (Vinegar) 288, **736**

సిరియమ్ (Cerium) 122, 141, 461, 500, **736**, 754

సిరియమ్ మృత్తులు (Cerium earths) 141

సిరియమ్ వర్గము (Cerium group) 142

సిలికన్ (Silicon) 100, 121, 157, 208, 209, 210, 217, 273, 427, 477, 499, 500, 512, 515, 529, 568, 605, 643, **736**, 737, 738, 739, 746

సిలికన్ ఆక్సైడ్ (Silicon oxide) 157

సిలికన్ కార్బైడ్ (Silicon carbide) 738

సిలికన్ టెట్రాఫ్లోరైడ్ (Silicon tetrafluoride) 692, 737

సిలికన్ డైఆక్సైడ్ (Silicon dioxide) 510, 529, 736, 737, 738, 739

సిలికన్ ఫ్లోరైడ్ (Silicon fluoride) 516, 737

సిలికన్ బ్రోమైడ్ (Silicon bromide) 737

సిలికన్ సమస్థానీయములు (Silicon isotopes) 602, 603

సిలికన్ హైడ్రైడ్ (Silicon hydride) 737

సిలికా (Silica) 157, 208, 566, 605, 747

సిలికాజెల్ (Silicagel) 303, 738

సిలికేట్ (Silicate) 209, 273, 481, 486, 499, 514, 415, 534, 605, 692, 737, 738, 739, 747

సిలిసిక్ ఆసిడ్ (Silicic acid) 300, 692, 738, 739

సిలిసిఫ్లోరైడ్ (Silici fluoride) 694

సిలీనిక్ ఆసిడ్ (Selenic acid) 568, 740

సిలీనియమ్ (Selenium) 108, 251, 259, 254, 540, **739**, 740

సిలీనియమ్ & టెల్లూరియమ్ (Selenium & Tellurium) **739**

సిలీనియమ్ ఘటము (Selenium cell) 254

సిలీనియమ్ ట్రిఆక్సైడ్ (Selenium trioxide) 740

సిలీనియమ్ డై ఆక్సైడ్ (Selenium dioxide) 740

సిలీనియమ్ హైడ్రైడ్ (Selenium hydride) 740

సిలీనేట్ (Selenate) 740

సిలీనైడ్ (Selenide) 740

సిలీనియస్ ఆసిడ్ (Selenous acid) 740

సిల్వర్ (Silver) 101, 427, 476, 693, 709, 710, 761 (చూ. వెండి; రజతము) సిల్వర్ అయోడైడ్ (Silver iodide) 153, 264

సిల్వర్ క్రోమేట్ (Silver chromate) 704

సిల్వర్ క్లోరైడ్ (Silver chloride) 41, 264, 337, 580, 655, 693, 695, 703, 704, 709, 710, 764

సిల్వర్ నైట్రేట్ (Silver nitrate) 265, 290, 580, 655, 694, 703, 704, 710

సిల్వర్ నైట్రైట్ (Silver nitrite) 444, 447, 739

సిగ్ బాన్, కార్ల్ మన్నె జార్జ్ (Karl Manne Georg Siegbahn) **740**

సిజియమ్ **740**

సిబార్గ్, గ్లెన్ తియోడోర్ (Glenn Theodore Seaborg) **741**

సీసము (Lead) 123, 273, 343, 426, 427, 428, 446, 475, 499, 500, 535, 538, 539, 555, 567, 601, 602, 605, 691, 701, 709, **741**

సునిశిత భౌతిక శాస్త్ర పరికరములు **742**

సున్నము (Lime) 287, 446, 567, **744** (చూ. కాల్షియమ్)

సున్నితపుత్రాసు (Simple balance) 387, **744** (చూ. మల)

సుమేరుబ్యోతి (Aurora) 154, **744**

సువర్ణము (Gold) 500 (చూ. బంగారము)

సూక్ష్మదర్శని (Microscope) 425, 456, 685, 742, 744, 745

సూక్ష్మదర్శని (సంయుక్త) (Compound microscope) 744



సూక్ష్మదర్శని (సరళ) (Simple micro-  
 scope) 744 .  
 సూరంతు రాయి (Lode Stone) 20,  
 149  
 సూపర్నోవా (Supernovae) 704  
 సూర్యవర్ణమాల (Solar spectra) 39, 40,  
 41, 42, 47  
 సెంట్రిఫ్యూగల్ (Centrifugal) 451  
 సెంట్రిఫ్యూగల్ పంపు (Centrifugal  
 pump) 451, 452  
 సెకండరీ ఆల్కహాల్ (Secondary  
 alcohol) 262  
 సెకండరీ ఎమిన్ (Secondary amine)  
 729  
 సెకండరీ క్లోరోప్రాపేన్ (Secondary  
 chloro propane) 728  
 సెకండరీ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్  
 (Secondary propyl alcohol) 728  
 సెకండరీ మెథిల్ ఎథిల్ ఎమిన్  
 (Secondary methyl ethyl amine)  
 729  
 సెకను పద్ధతి (Second method) 502  
 సెల్యూలాయిడ్ (Celluloid) 226, 687  
 సెల్యూలోస్ (Cellulose) 285, 567,  
 745 758 (చూ. కార్బోహైడ్రేట్లు,  
 పంచదారలు)  
 సేనపురాయి (గ్రానైట్) 481  
 సైంధవలవణము (Rock salt) 618, 621,  
 746  
 సైక్లోట్రాన్ (Cyclotron) 286, 518,  
 558, 604, 727, 785, 786, 745  
 సైక్లోప్రాపేన్ (Cyclo propane) 624  
 సైక్లోహెక్సనోన్ (Cyclo hexanone) 625  
 సైక్లోహెక్సనాల్ (Cyclohexanol) 625  
 సైక్లోహెక్సేన్ (Cyclohexane) 182, 624,  
 625  
 సైనమైడ్ (Cyanamide) 257, 442  
 సైనిడిన్ క్లోరైడ్ (Cyanidine chloride)  
 611  
 సైనేట్ (Cyanate) 691  
 సైనైట్ (Cyanite) 698  
 సైనైడ్లు (Cyanide) 175, 194, 212,  
 275, 500, 558, 568, 698, 710,  
 754  
 సైనో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (Cyano acetic  
 acid) 275  
 సైనోజన్ (Cyanogen) 194, 268, 442,  
 729, 768

సైనో హైడ్రైడ్ (Cyano. hydride) 278  
 సోడా (Soda) 42, 87, 172, 441, 747,  
 748  
 సోడా కార్బోనేట్ (Soda Carphnate)  
 314, 529, 698 (చూ. సోడియమ్  
 కార్బోనేట్)  
 సోడాలైమ్ (Soda lime) 182, 765  
 సోడావాటరు (Soda water) 414  
 సోడియమ్ (Sodium) 40, 42, 88, 95  
 121, 187, 164, 241, 242, 244,  
 252, 258, 261, 249, 268, 299,  
 302, 441, 561, 562, 647, 656,  
 698, 694, 720, 734, 738, 746,  
 748, 749, 761, 762, 763,  
 సోడియమ్ అమోనియమ్ హైడ్రోజన్  
 ఫాస్ఫేట్ (Sodium ammonium  
 hydrogen phosphate) 692  
 సోడియమ్ ఆయన్ (Sodium ion) 188,  
 401, 710  
 సోడియమ్ అయోడేట్ (Sodium iodate)  
 152, 748  
 సోడియమ్ అయోడైడ్ (Sodium iodide)  
 158  
 సోడియమ్ అల్యూమినియము ఫ్లోరైడ్  
 (Sodium aluminium fluoride) 157,  
 747, 748  
 సోడియమ్ అల్యూమినియము సిలికేట్  
 (Sodium aluminium silicate) 747  
 సోడియమ్ ఆక్సలేట్ (Sodium oxalate)  
 699  
 సోడియమ్ ఆల్కహాల్ (Sodium alcohol)  
 708, 710  
 సోడియమ్ ఆవిరి (Sodium vapour) 748  
 సోడియమ్ ఆసిటేట్ (Sodium acetate)  
 174, 175, 274  
 సోడియమ్ ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్  
 (Sodium acetoacetic ester) 558  
 సోడియమ్ ఎమైడ్ (Sodium amide) 754  
 సోడియమ్ కార్బోనేట్ (Sodium corbo-  
 nate) 698, 698, 699, 738, 747,  
 749, 750, 751, 752, 753  
 సోడియమ్ క్రోమేట్ (Sodium  
 chromate) 483  
 సోడియమ్ క్లోరైడ్ (Sodium chloride)  
 49, 88, 226, 510, 560, 580, 587,  
 619, 651, 652, 653, 654, 708,  
 704, 710, 746, 747, 753  
 సోడియమ్ టెట్రాథయానేట్ (Sodium  
 tetra thionate) 702

సోడియమ్ డై క్రోమేట్ (Sodium di-  
 chromate) 483 .  
 సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ (Sodium thio  
 sulphate) 702, 708, 710, 758  
 సోడియమ్ దీపము (Sodium lamp) 484  
 సోడియమ్ ధాతుసాధన (Extraction of  
 metallic sodium) 748  
 సోడియమ్ నైట్రేట్ (Sodium nitrate)  
 152, 158, 444, 445, 446, 698,  
 762  
 సోడియమ్ పెరాక్సైడ్ (Sodium per  
 oxide) 748, 750  
 సోడియమ్ పైరోఆంటిమోనేట్  
 (Sodium pyroantimonate) 188  
 సోడియమ్ పైరో సల్ఫేట్ (Sodium pyro  
 sulphate) 814  
 సోడియమ్ ఫార్మేట్ (Sodium formate)  
 274  
 సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ (Sodium phosphate)  
 529, 747  
 సోడియమ్ ఫీనేట్ (Sodium phenate)  
 176, 177  
 సోడియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్ (Sodium ferro  
 cyanide) 212  
 సోడియమ్ ఫ్లోరైడ్ (Sodium fluoride)  
 499, 500, 538  
 సోడియమ్ బిస్మూథేట్ (Sodium bismuth-  
 ate) 581  
 సోడియమ్ బెన్జోయేట్ (Sodium benzo-  
 iate) 182  
 సోడియమ్ బైకార్బోనేట్ (Sodium  
 bicarbonate) 844, 702, 751  
 సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ (Sodium  
 bisulphate) 153, 445, 482, 752,  
 758  
 సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ (Sodium  
 bisulphite) 186, 285, 314, 752,  
 సోడియమ్ మెటాబైసల్ఫేట్ (Sodium  
 meta bisulphate) 753  
 సోడియమ్ సల్ఫేట్ (Sodium sulphate)  
 317, 445, 488, 580, 734, 752  
 సోడియమ్ సల్ఫైడ్ (Sodium sulphide)  
 268, 753, 769  
 సోడియమ్ సల్ఫోస్టానేట్ (Sodium  
 sulphostanate) 698  
 సోడియమ్ సాలిసిలేట్ (Sodium  
 salicylate) 178  
 సోడియమ్ సిలికేట్ (Sodium silicate)  
 605, 738, 747



సోడియమ్ సైనైడ్ (Sodium cyanide) 288, 500, 588, 710, 758, 754  
 సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (Sodium hydroxide) 175, 211, 275, 379, 605, 655, 699, 749, 750  
 సోడియమ్ హైడ్రైడ్ (Sodium hydride) 88  
 సోడియమ్ హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ (Sodium hydrogen sulphide) 769  
 సోడియమ్ హైడ్రోసల్ఫైడ్ (Sodium hydrosulphide) 758  
 సోడియమ్ హైపోక్లోరేట్ (Sodium hypochlorate) 448, 742  
 సోనామీటరు (Sonometer) 480  
 సోలార్ కుకర్ (Solar cooker) 488  
 సోల్డర్ (టంక) మిశ్రములు (Solder) 427, 742  
 స్కందనము (Coagulation) 901  
 స్కాండియమ్ (Scandium) 95, 121, 141, 459, 754  
 స్కాండియమ్ వర్గము (Scandium group) 754  
 స్కిన్ టెలేషన్ (Scintillation) 800  
 స్క్రూ గేజి (Screw gauge) 827, 754, 755  
 స్టానస్ క్లోరైడ్ (Stannous chloride) 72, 174, 475, 700, 701  
 స్టానిక్ ఆక్సైడ్ (Stannic oxide) 229, 898  
 స్టానిక్ ఆసిడ్ (Stannic acid) 800, 698  
 స్టానిక్ క్లోరైడ్ (Stannic chloride) 72  
 స్టార్ జూహానెస్ (Johannes Stark) 248, 249, 755  
 స్టిబ్నైట్ (Stibnite) 186, 813, 536  
 స్టీరియోస్కోప్ (Stereoscope) 889, 755 (చూ. చాడుషవరికరములు)  
 స్టెయిక్ ఆసిడ్ (Stearic acid) 278, 806  
 స్టెర్న్ ఆటో (Otto Stern) 134, 152, 758  
 స్టోక్స్, సర్ జార్జ్ గేబ్రియల్ లెస్లీ (George Gabriel Stokes) 755  
 స్టోక్స్ నియమము (Stokes' law) 486, 756  
 స్ట్రోన్టియమ్ (Strontium) 121, 159, 166, 756  
 స్ట్రోన్టియమ్ నైట్రేట్ (Strontium nitrate) 756  
 స్ట్రోన్టియమ్ సల్ఫేట్ (Strontium sulphate) 698

స్ట్రిక్నిన్ (Strichynine) 189, 190, 244  
 స్ట్రెప్టోమైసిన్ (Streptomycin) 708  
 స్థాన నిర్దేశము 756 (చూ. అరమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్లు)  
 స్థానికక్రియ (Local action) 684, 685, స్థితి (Phase) 574, 577  
 స్థితినియమము (Phase rule) 574, 577  
 స్థితి రేఖాచిత్రము (Phase diagram) 576  
 స్థితిశాస్త్రము (Statics) 5, 558  
 స్థితి స్థానకత (Elasticity) 5, 45, 412, 480, 605, 756  
 స్థిర, అస్థిర, తటస్థసమతాస్థితి (Stable, unstable and neutral equilibrium) 319  
 స్థిరవిద్యుచ్ఛాస్త్రము (Static electricity) 5, 686, 757  
 స్థిర విద్యుత్ ప్రరోచనము 488  
 స్నిగ్ధత (Viscosity) 759, 760  
 స్పాంజి (Sponge) 471, 495  
 స్ప్రింగెల్ పాదరసపు పంపు (Sprengel mercury pump) 720  
 స్ఫటిక గ్రాహకములు (Crystal receiver) 642, 648  
 స్ఫటిక జాలకము (Crystal grating) 869  
 స్ఫటికములు (Crystals) 258, 302, 854, 355, 412, 482, 488, 507, 508, 509, 510, 516, 517, 518, 555, 559, 586, 610, 621, 718, 742, 761, 764, 769  
 స్ఫటికరచన (Crystal structure) 135, 393  
 స్ఫటిక శాస్త్రము (Crystallography) 508  
 స్పర్శింగ ప్రేషకము (Spark transmitter) 687  
 స్వనద్విభుజము (Tuning fork) 167, 238, 429, 481, 534, 724  
 స్వరము (Tone) 481  
 స్వరలక్షణము (Tone quality) 725  
 స్వర్ణవజ్ర చివ్వుచీసూచి (Goldleaf electroscope) 759  
 స్వర్ణము (Gold) 500 (చూ. అంగారము)  
 స్విదనప్రక్రియ (Distillation process) 67, 472, 500, 588  
 స్విదనము (Distillation) 518, 570, 588, 589, 590

హర్షల్, విలియమ్ (William Herschel) 41  
 హోఫ్మాన్ వర్ధతి (Hoffmann process) 762  
 హోఫ్మాన్ విధానము (Hofmann method) 762 (చూ. అణుభారనిర్ణయము)  
 హాఫ్నియమ్ (Hafnium) 122, 352, 762  
 హార్స్ పవర్ (Horse power) 625  
 హానవాయువు (Laughing gas) 448  
 హిమాంకము (Freezing point) 217, 378, 419, 420  
 హిమాంకావనతి (Lowering of freezing point) 182, 419, 420, 422, 584  
 హీరోయంత్రము (Hero's engine) 487  
 హీలియమ్ (Helium) 121, 206, 214, 234, 257, 286, 299, 341, 342, 456, 459, 499, 557, 597, 602, 726, 727, 762  
 హీలియమ్ వర్ణమాల (Helium spectrum) 199  
 హుక్, రాబర్ట్ (Robert Hooke) 24, 78, 756  
 హుక్ సిద్ధాంతము (Hooke's law) 756  
 హెక్సాక్లోరో ఎతేన్ (Hexa chloro ethane) 768  
 హెక్సాబ్రోమో బెన్జీన్ (Hexabromo benzene) 518  
 హెక్సామెథిలిన్ టెట్రా ఎమిన్ (Hexa methylene tetra amine) 197  
 హెక్సాహైడ్రో సారానైమిన్ 851  
 హెక్సాహైడ్రో ఫినోల్ (Hexa hydro phenol) 625  
 హెక్సామిన్ కోబాల్టిక్ క్లోరైడ్ (Hexamine cobaltic chloride) 559  
 హెక్సేన్ (Hexane) 108, 271, హెక్సోకైనేజ్ (Hexokinase) 494  
 హెక్సోజ్ (Hexose) 251, 288  
 హెన్రీ జోసఫ్ (Joseph Henry) 44, 45  
 హెన్రీనియమము (Henry's law) 260, 414  
 హెన్రీ మోసా (Henry Moissan) 121, 498, 499  
 హెర్ట్స్, గస్టావ్ (Gustav Hertz) 498, 582, 636, 678, 762  
 హెర్ట్స్, హెన్రిక్ (Henrik Hertz) 46, 48, 582, 636, 678, 762  
 హెర్ట్స్, హెన్రిక్ రుడోల్ఫ్ (Heinrich Rudolph Hertz) 762  
 హెరాక్లైటస్ (Heraclitus) 7, 61, 70



హెర్మన్. లుడ్విగ్ (Ludewig Herman) 725, 768  
హెర్మన్ స్టౌడింగర్ (Herman Staudinger) 762  
హెల్మ్హోల్ట్స్ (Helmholtz) 38, 709, 725, 762  
హెల్మ్హోల్ట్స్ జంటపొర (Helmholtz double layer) 659, 660  
హెల్మ్హోల్ట్స్, హెర్మన్ లుడ్విగ్ (Hermann Loudwig Ferdinand Helmholtz von) 763  
హెల్మంట్ వాన్ (Jan Baptista Helmont von) 72  
హెస్, జి. ఎమ్. (G. M. Hess) 376, 378  
హెస్, విక్టర్ (Victor Franz Hess) 97, 376, 763  
హేబర్ పద్ధతి (Haber process) 442, 558  
హేమటైట్ (Hematite) 208, 209, 210  
హెరోన్ స్క్వి, జూనియర్ 763  
హేలీ (Halley) 28  
హైలైడ్ (Halide) 416, 475, 486, 516, 585, 598, 664, 764  
హైలైడ్లు (హాల్జన్) 788  
హాలోజన్ (Halogen) 95, 152, 158, 154, 157, 162, 165, 181, 187, 195, 196, 268, 264, 317, 318, 414, 448, 447, 475, 500, 529, 535, 557, 558, 664, 690, 701, 708, 710, 711, 738, 764, 768, 769, 770  
హాలోజన్ ఆసిడ్ (Halogen acid) 447  
హాలోజన్ గణము (Halogen radical) 277  
హాలోజన్ యాగికములు (Halogen compounds) 187, 441, 516, 765  
హాలోజన్ వర్గము (Halogen group) 498, 500, 763, 770  
హాలోజన్ పుష్పన్నములు (Halogen derivatives) 768  
హాలోజన్ తోధన (Halogen test) 264  
హాలోజనైడ్లు (Halogenides) 754, 767  
హైగెన్స్, క్రిస్టియన్ (Christian Huygens) 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 36, 37, 39, 241, 429, 457, 764

వెర్నర్ హైసెన్ బర్గ్, కెర్నర్ హైసెన్ బర్గ్ (Wernerkarl Heisenberg) 189, 140, 231, 241, 370, 464, 465, 772  
హైడ్రజీన్ (Hydrazine) 196, 302, 443  
హైడ్రజోన్ (Hydrazone) 96  
హైడ్రాక్సిల్ అయన్ (Hydroxyl ion) 148, 172, 173, 378, 493, 657, 667, 668  
హైడ్రాక్సిల్ ఎమీన్ (Hydroxyl amine) 197, 302  
హైడ్రాక్సిల్ గణము (Hydroxyl radical) 176, 190, 193, 441, 493, 768, 769  
హైడ్రాక్సిలిక్ ఆసిడ్ (Hydroxyllic acid) 764 (హా. హైడ్రాక్సిలిక్ ఆసిడ్ పుష్పన్నములు)  
హైడ్రాక్సి ఆజోబెన్జీన్ (Hydroxy azo benzene) 174  
హైడ్రాక్సి ఆమ్లపుష్పన్నము (Hydroxy acid derivatives) 618  
హైడ్రాక్సి ఆసిడ్లు (Hydroxy acids) 177, 277  
హైడ్రాక్సి ఉత్పన్నములు (Hydroxy derivatives) 611  
హైడ్రాక్సి ప్రొపియోనిక్ ఆసిడ్ (Hydroxy propionic acid) 276  
హైడ్రాక్సి బ్యూటిక్ ఆసిడ్ (Hydroxy butyric acid) 276  
హైడ్రాక్సి బెంజోయిక్ ఆసిడ్ (Hydroxy benzoic acid) 177  
హైడ్రాక్సైడ్ (Hydroxide) 141, 511, 747, 754, 765  
హైడ్రో ఆయిడిక్ ఆసిడ్ (Hydro iodic acid) 153  
హైడ్రో కార్బన్ యాగికములు (Hydro carbon compounds) 509  
హైడ్రో కార్బన్లు (Hydrocarbons) 102, 103, 105, 163, 190, 193, 194, 204, 205, 206, 207, 266, 268, 269, 273, 447, 471, 476, 508, 539, 723, 764, 765, 766, 767, 768, 770  
హైడ్రో కార్బన్ వాయువు (Hydrocarbon gas) 567  
హైడ్రో కార్బన్ పుష్పన్నములు (Hydro carbon derivatives) 268  
హైడ్రో కార్బన్ హైలైడ్ (Hydrocarbon halide) 768

హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ (Hydrochloric acid) 87, 158, 157, 158, 159, 211, 212, 217, 276, 288, 317, 320, 393, 444, 475, 491, 494, 501, 510, 511, 529, 556, 571, 598, 605, 611, 615, 691, 698, 695, 696, 699, 700, 702, 706, 737, 740, 747  
హైడ్రోక్విన్ (Hydro quinone) 178, 753  
హైడ్రోజన్ (Hydrogen) 3, 4, 35, 48, 50, 51, 52, 55, 58, 76, 81, 82, 88, 90, 92, 94, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 121, 126, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 144, 153, 159, 165, 169, 172, 176, 186, 192, 194, 197, 206, 207, 210, 211, 214, 234, 249, 250, 261, 268, 274, 281, 287, 317, 321, 322, 328, 341, 345, 370, 375, 377, 378, 379, 393, 417, 425, 441, 442, 446, 447, 451, 459, 477, 481, 491, 493, 501, 506, 508, 510, 511, 514, 515, 518, 530, 532, 533, 540, 542, 554, 556, 557, 770  
హైడ్రోజన్ అయన్ (Hydrogen ion) 172, 425, 493, 662, 668, 441, 501  
హైడ్రోజన్ అయిడైడ్ (Hydrogen iodide) 574  
హైడ్రోజన్ ఉత్పన్నములు (Hydrogen derivatives) 768  
హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ (Hydrogen chloride) 88, 103, 138, 158, 250, 309, 378, 379, 414, 422, 513, 553, 559, 564, 571, 580, 692, 747, 772 (హా. క్లోరిన్)  
హైడ్రోజన్ పరమాణురచనా సిద్ధాంతము 458  
హైడ్రోజన్ పరమాణువు (Hydrogen atom) 50, 103, 105, 106, 107, 110, 111, 188, 190, 195, 494, 505, 558, 564, 766  
హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ (Hydrogen peroxide) 166, 491, 510, 529, 700, 772



హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ (Hydrogen fluoride)  
449, 564, 692, 787

హైడ్రోజన్ బాంబు (Hydrogen bomb)  
234

హైడ్రోజన్ బోరో ఫ్లోరైడ్ యాగికము  
(Hydrogen borofluoride compound)  
564

హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ (Hydrogen  
bromide) 153, 249, 318, 518, 692

హైడ్రోజన్ యాగికములు (Hydrogen  
compound) 186, 441

హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ (Hydrogen sulphide)  
153, 211, 257, 302, 314, 316,  
417, 442, 443, 491, 576, 691,  
692, 702, 705, 740, 770, 771

హైడ్రోజన్ సైనైడ్ (Hydrogen cyanide)  
754

హైడ్రోజన్ హేలైడ్ (Hydrogen halide)  
153, 763, 768, 769

హైడ్రోజనీకరణము (Hydrogenation)  
214, 625, 707, 772

హైడ్రోజోయిక్ ఆసిడ్ (Hydrozoic acid)  
441, 443

హైడ్రోజో యాగికములు (Hydrozo  
compounds) 174

హైడ్రో ఫెర్రోసైనిక్ ఆసిడ్ (Hydro  
ferrocyanic acid) 212

హైడ్రోఫ్లోబోరిక్ ఆసిడ్ 516

హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ (Hydrofluoric  
acid) 498, 499, 500, 516, 787

హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్ (Hydrobromic  
acid) 154, 518, 598

హైడ్రో మెటల్జీ (Hydro metallurgy)  
587

హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ (Hydrocyanic  
acid) 101, 178, 195, 286, 471,  
668, 695, 729

హైపో (Hypo) 753

హైపో బ్రోమస్ ఆసిడ్ (Hypo bromous  
acid) 519

హోమోలగీయ యాగికములు  
(Homologous compound) 182

హోమోలగీయ శ్రేణి (Homologous  
series) 103, 189, 509, 625,  
766

హోల్మియమ్ (Holmium) 122, 141,  
772

హౌవిట్జర్ (Howitzer) 449

హౌస్మన్ 580

హ్రస్వతరంగములు (Short Waves)  
642, 685.





# పారిభాషిక పదజాలము

## GLOSSARY

Absolute temperature - పరమతాపక్రమము  
 Absolute temperature scale - అబ్సల్యూట్ టెంపరేచర్ స్కేల్, పరమతాపక్రమమానము  
 Absorption spectrum - అబ్సార్ప్షన్ స్పెక్ట్రమ్, విచూషిత వర్ణమాల  
 Acceleration - త్వరణము  
 Accumulator - అక్యుములేటర్, సంచాయకఘటము  
 Acetyl chloride - అసిటిల్ క్లోరైడ్  
 Acetaldehyde - అసిటాల్డిహైడ్  
 Acetalde oxime - అసిటాల్డాక్సిమ్  
 Acetate - అసిటేట్  
 Acetic amide - అసిటిక్ ఎమైడ్  
 Acetic anhydride - అసిటిక్ ఆన్ హైడ్రైడ్  
 Aceto acetic ester - అసిటో అసిటిక్ ఎస్టర్  
 Acetone - అసిటోన్  
 Acetonitrile - అసిటో నైట్రైల్  
 Acetylene - అసిటిలీన్  
 Acetyl salicylic acid - అసిటిల్ సాలిసిలిక్ ఆసిడ్  
 Acetyl urea - అసిటిల్ యూరియా  
 Acid - ఆసిడ్, ఆమ్లము  
 Acid amide - ఆసిడ్ ఎమైడ్, ఆమ్ల ఎమైడ్  
 Acid anhydride - ఆసిడ్ ఆన్ హైడ్రైడ్  
 Acid oxide - ఆసిడ్ ఆక్సైడ్  
 Acrolein - అక్రోలీన్  
 Acrolein glycerin - అక్రోలీన్ గ్లిసరీన్  
 Acrylic acid - అక్రిలిక్ ఆసిడ్  
 Actinium - ఆక్టినియమ్  
 Actinon - ఆక్టినాన్  
 Action - క్రియ  
 Action at a distance - దూరక్రియ  
 Active charcoal - ఉత్తేజితమయిన బొగ్గు  
 Active nitrogen - ఉత్తేజిత నైట్రోజన్  
 Additive properties - ఎడెటివ్ ప్రొపర్టీస్, సంకలిత ధర్మములు  
 Additivity - సంకలనశీలత  
 Adiabatic process - అతాపక ప్రక్రియ  
 Adrenalin - ఎడ్రినలిన్  
 Adsorption - అధిచూషణ  
 Agate - అగిట్  
 Agarol - ఏగరోల్  
 Air exhausting pump - వాయురేచక పంపు  
 Air thermometer - వాయుతాపక్రమ మాపకము  
 Alba - అల్బా  
 Alchemy - రసవాదము

Alchemia - ఆల్కిమియా  
 Alcohol - ఆల్కహాల్  
 Alcoholic potash - ఆల్కహాలిక్ పొటాష్  
 Aldehyde - ఆల్డిహైడ్  
 Aldehydes, ketones - ఆల్డిహైడ్లు, కీటోన్లు  
 Algebra - బీజగణితము  
 Aliphatic - ఆలిఫాటిక్, తైలాత్మక  
 Aliphatic nitro compounds - ఆలిఫాటిక్ నైట్రో యాగికములు  
 Aliphatic tertiary alcohol - ఆలిఫాటిక్ టెర్షియరీ ఆల్కహాల్  
 Alizarin - అలిజరిన్  
 Alkali - ఊరము  
 Alkali cell - ఊర ధాతుఘటము, ఆల్కలినెల్  
 Alkaloid - ఆల్కలాయిడ్  
 Alkyl amine - ఆల్కిల్ ఎమీన్  
 Alkyl cyanide - ఆల్కిల్ సైనైడ్  
 Alkyl halide - ఆల్కిల్ హాలైడ్  
 Alkyl hydrogen sulphate - ఆల్కిల్ హైడ్రోజన్ సల్ఫేట్  
 Alkyl iodide - ఆల్కిల్ అయైడ్  
 Alkyl isocyanide - ఆల్కిల్ ఇసోసైనైడ్  
 Alkyl radical - ఆల్కిల్ గణము  
 Allanite - అలనైట్  
 Allotropy - ఎలోట్రోపి, రూపాంతరత  
 Alloy - ఎల్లోయ్, ధాతుమిశ్రము  
 Almond - బాదము  
 Alpha ( $\alpha$ ) - ఆల్ఫా  
 Alpha ( $\alpha$ ) particle - ఆల్ఫాకణము  
 Alternating current - ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంట్, అవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము  
 Alumina - అల్యూమినా  
 Aluminium - అల్యూమినియము  
 Aluminium carbide - అల్యూమినియము కార్బైడ్  
 Aluminium chloride - అల్యూమినియము క్లోరైడ్  
 Aluminium group - అల్యూమినియము వర్గము  
 Aluminium hydroxide - అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్  
 Aluminium ion - అల్యూమినియము అయన్  
 Aluminium oxide - అల్యూమినియము ఆక్సైడ్  
 Aluminium phosphate - అల్యూమినియము ఫాస్ఫేట్  
 Aluminium sulphate - అల్యూమినియము సల్ఫేట్  
 Amalgamation - అమర్గామేషన్, పారదీకరణము  
 Amalgum - అమర్గామ్, రసమిశ్రము  
 Amber - ఆంబరు, సీమగుగ్గిలము  
 Americium - అమెరిసియమ్  
 Amino acetic acid - ఎమీనో అసిటిక్ ఆసిడ్



- Amino acid - ఎమీనో ఆసిడ్  
 Ammeter - ఆమ్మీటర్  
 Ammonia - అమోనియా  
 Ammonium - అమోనియమ్  
 Ammonium acetate - అమోనియమ్ అసిటేట్  
 Ammonium cyanate - అమోనియమ్ సై నేట్  
 Ammonium hydroxide - అమోనియమ్ హైడ్రాక్సైడ్  
 Ammonium nitrate - అమోనియమ్ నైట్రేట్  
 Ammonium oxalate - అమోనియమ్ ఆక్సలేట్  
 Ammonium per sulphate - అమోనియమ్ పెర్ సల్ఫేట్  
 Ampere - ఆంపియర్  
 Ampere rule - ఆంపియర్ నియమము  
 Ampere unit - ఆంపియర్ యూనిట్  
 Amplifier - వర్ధకము  
 Amplitude - ఆంప్లిట్యూడ్, కంపనవిస్తారము  
 Amylum (starch) - అమైలమ్ (గంజి)  
 Anaesthetic - సమ్మోహన సాధనము  
 Analysis of carbon compounds - కార్బన్ యోగిక విశ్లేషణము  
 Angle of polarisation - ద్రువనకోణము  
 Angle of rotation - ద్రువనకోణము  
 Anglesite - ఆంగ్లైట్  
 Angstrom unit - ఆంగ్స్ట్రమ్ యూనిట్ ( $\text{\AA}$ )  
 Angular momentum - కోణీయ గతిభారము  
 Anhydride - అన్ హైడ్రైడ్, ఎస్ హైడ్రైడ్  
 Aniline - ఆనిలీన్  
 Aniline black - ఆనిలీన్ బ్లాక్  
 Aniline blue - ఆనిలీన్ బ్లూ  
 Aniline derivatives - ఆనిలీన్ వ్యుత్పన్నములు  
 Animal charcoal - జంతుఅంగారము  
 Anisaldehyde - అనిసాల్డిహైడ్  
 Anode - ఏనోడ్, ధనాగ్రము  
 Anomalous dispersion - అసాధారణ వర్ణ విశ్లేషణము  
 Antha cynide - ఆంథ్రసైనైడ్  
 Anthracene - ఆంథ్రసీన్  
 Anthracite - ఆంథ్రసైట్  
 Anthro cyanines - ఆంథ్రసైనిన్లు  
 Anthro quinone - ఆంథ్రక్విన్  
 Anti cathode - ఆంటికేథోడ్  
 Antimonic tartrate - ఆంటిమోనిక్ టార్టరేట్  
 Antimony - ఆంటిమోని, నీళంజనము  
 Antimony chloride - ఆంటిమోని క్లోరైడ్  
 Antimony pentoxide - ఆంటిమోని పెంటాక్సైడ్  
 Antimony tri-ethyl - ఆంటిమోని ట్రి ఎథిల్  
 Antimony tri-oxide - ఆంటిమోని ట్రి ఆక్సైడ్  
 Antinodes - ప్రస్పందనస్థానములు  
 Antipodes - ఆంటిపాడిస్, ప్రతిద్రువములు  
 Antipyrine - ఆంటిపైరిన్  
 Aqua regia - మహాద్రావకము  
 Arachidic acid - ఆరకడిక్ ఆసిడ్  
 Arc lamp - ఆర్క్ లాంప్, చావచీపము  
 Argillaceous rock - పంకశిల  
 Argon - ఆర్గాన్  
 Arithmetic - అంకగణితము  
 Armature - ఆర్మేచర్, కవచము  
 Armour plate - అంగరక్షణఫలకము  
 Arnold solution - ఆర్నోల్డ్ ద్రావణము  
 Aromatic acids - ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్లు  
 Aromatic alcohol - ఆరోమాటిక్ ఆల్కహాల్  
 Aromatic aldehydes - ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్లు  
 Aromatic amine - ఆరోమాటిక్ ఎమీన్  
 Aromatic azo compounds - ఆరోమాటిక్ ఆజో యోగికములు  
 Aromatic compounds - బెన్జీనోయిడ్ యోగికములు  
 Aromatic diazocompounds - ఆరోమాటిక్ డైఆజో యోగికములు  
 Aromatic hydrocarbon - ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్  
 Aromatic ketone - ఆరోమాటిక్ కీటోన్  
 Aromatic nitro compounds - ఆరోమాటిక్ నైట్రోయోగికములు  
 Aromatic primary amine - ఆరోమాటిక్ ప్రైమరీ ఎమీన్  
 Aromatic substitution - ఆరోమాటిక్ సబ్స్టిట్యూషన్  
 Arsenic - ఆర్సెనిక్, పాషాణము  
 Arsenic bloom - ఆర్సెనిక్ బ్లూమ్  
 Arsenic group - ఆర్సెనిక్ వర్గము  
 Arsenic pentoxide - ఆర్సెనిక్ పెంటాక్సైడ్  
 Arsenic sulphide - ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్  
 Arsenic trioxide - డిల్లిపాషాణము  
 Arsenide - ఆర్సెనైడ్  
 Arseneous - ఆర్సెనీయస్  
 Arsine - ఆర్సీన్  
 Artificial diamonds - కృత్రిమ వజ్రములు  
 Artificial magnet - కృత్రిమ అయస్కాంతము  
 Artificial silk - కృత్రిమ పట్టు  
 Aryl radical - ఆరిల్ గణము  
 Asbestos - ఆస్బెస్టాస్  
 Aspirin - ఆస్పిరిన్  
 Assimilation of carbon by plants - వృక్షములచే అగు కార్బన్  
 వచన  
 Astatine - ఏస్టాటిన్  
 Astrology - జ్యోతిష శాస్త్రము  
 Astronomy - ఖగోళ శాస్త్రము  
 Asymmetric carbon atom - అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు  
 Atebrin - ఆటెబ్రిన్  
 Atom - పరమాణువు  
 Atom bomb - ఆటంబాంబు  
 Atomic energy - పరమాణుశక్తి  
 Atomic missiles - అణ్వస్త్రములు  
 Atomic number - పరమాణ్వంకము  
 Atomic structure - పరమాణురచన



Atomic theory - పరమాణు సిద్ధాంతము

Atropine - ఆట్రోపిన్

Attenuation equaliser - తనూకరణ సమకొణము

Aurora - అరోరా, సుమేరుజ్యోతి

Aurora australis - అరోరా ఆస్ట్రాలిస్

Aurora borealis - అరోరా బారియాలిస్

Auto catalysis - ఆటో కెటాలిసిస్, స్వయః ప్రేరితము

Average - ఏవరేజి, సగటు

Average acceleration - ఏవరేజి త్వరణము

Average velocity - ఏవరేజి వేగము

Avogadro number - ఆవాగాడ్రో సంఖ్య

Azobenzene - ఆజోబెన్జిన్

Azo radical - ఆజోగణము

Azole - ఆజోల్

Azurite - ఆజూరైట్

## B

Bakelite - బేక్లైట్

Balance - త్రాసు, కాటా, తుల

Balloon - గుమ్మటము

Bands - దళములు

Barbituric acid - బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్

Barium - బేరియమ్

Barium carbonate - బేరియమ్ కార్బోనేట్

Barium hydroxide - బేరియమ్ హైడ్రాక్సైడ్

Barium ion - బేరియమ్ అయన్

Barium oxide - బేరియమ్ ఆక్సైడ్

Barium peroxide - బేరియమ్ పెరాక్సైడ్

Barium platino cyanide - బేరియమ్ ప్లాటినో సైనైడ్

Barium sulphate - బేరియమ్ సల్ఫేట్

Barometer - భారమితి

Basic dyes - ఛారవర్ణ ద్రవ్యములు

Battery - బ్యాటరీ, విద్యుత్ ఘటమాల

Battery in parallel - బ్యాటరీ ఇన్ పేరలల్, సమానాంతర ఘటమాల

Battery in series - బ్యాటరీ ఇన్ సీరీస్, వరుసఘటమాల

Bauxite - బాక్సైట్

Beat - ఆఘాతము

Beat notes - ఆఘాతస్వరములు

Beckmann method - బెక్మాన్ విధానము

Belladonna - బెలడోనా

Bell jar - బెల్ జార్

Bell metal - బెల్ మెటల్, ఘంటాధాతువు

Benzaldehyde - బెన్జాల్డిహైడ్

Benzaldoxime - బెన్జాల్డాక్సిమ్

Benzamide - బెన్జామైడ్

Benzene - బెన్జిన్

Benzene derivatives - బెన్జిన్ పుష్పత్పన్నములు

Benzene homologues - బెన్జిన్ హోమోలోగులు

Benzene hydro carbon - బెన్జిన్ హైడ్రో కార్బన్

Benzidine - బెన్జిడిన్

Benzoic acid - బెన్జోయిక్ ఆసిడ్

Benzoin - సాంబ్రాణి

Benzoyl - బెన్జోయిల్

Benzoyl chloride - బెన్జోయిల్ క్లోరైడ్

Benzyl - బెన్జిల్

Benzyl alcohol - బెన్జిల్ ఆల్కహాల్

Benzyl chloride - బెన్జిల్ క్లోరైడ్

Berkelium - బెర్కెలియమ్

Beryllium - బిరిలియమ్

Bessemer process - బెస్సెమర్ విధానము

Bessemer steel - బెస్సెమర్ ఉక్కు

Beta ( $\beta$ ) particles - బీటా ( $\beta$ ) కణములు

Beta ( $\beta$ ) ray - బీటా ( $\beta$ ) కిరణము

Bi-carbonate - బై కార్బోనేట్

Biconvex - బై కాన్ వెక్స్, ద్వికుంభీయ

Binary alloy - ద్విధాతుక మిశ్రమము

Binoculars - బై నాక్యులర్స్

Bismuth - బిస్మత్తు

Bisulphite - బై సల్ఫైట్

Bituminous coal - బిట్యూమినస్ బొగ్గు

Black body - కృష్ణవస్తువు

Blast furnace gas - బ్లాస్ట్ ఫర్నేస్ వాయువు

Bohr atom - బోర్ పరమాణువు

Bohr magneton - బోర్ మాగ్నెటాన్

Boiling point - క్వథనాంకము

Boiling point of elevation - క్వథనాంకోన్నతి

Bolometer - బోలోమీటర్

Bomb - బాంబు

Bone charcoal - ఎముకల బొగ్గు

Borneol ester - బోర్ని యోర్ ఎస్టర్

Boron - బోరాన్

Boyle's law - బోయిల్ నియమము

Branched chained - శాఖాశృంఖలితములు

Brandy - బ్రాండ్

British thermal unit - బ్రిటిష్ థెర్మల్ యూనిట్, బ్రిటిష్ ఉష్ణతా ప్రమాణము

Broadcasting - రేడియో ప్రసారము

Bromides - బ్రోమైడ్లు

Bromine - బ్రోమిన్

Bromo acetone - బ్రోమో ఆసిటోన్

Bromo benzene - బ్రోమో బెన్జిన్

Bromo camphor - బ్రోమో కాంఫర్

Bronze - కంచు

Brownian motion - బ్రౌన్యన్ చలనము

Brush discharge - చూలికోత్సర్గము

Bumping - ధమకము



Bunsen burner - బున్సెన్ బర్నరు  
 Burglar alarm - చోరప్రబోధకము  
 Butane - బూటేన్  
 Butyl alcohol - బూటైల్ ఆల్కహాల్  
 Butyric acid - బూటిరిక్ ఆసిడ్

## C

Cacodyl - కాకోడిల్  
 Cadmium - కాడ్మియమ్  
 Cadmium hydroxide - కాడ్మియమ్ హైడ్రాక్సైడ్  
 Cadmium iodide - కాడ్మియమ్ ఆయైడైడ్  
 Cadmium oxide - కాడ్మియమ్ ఆక్సైడ్  
 Cadmium sulphide - కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్  
 Caesium - సీజియమ్  
 Caffeine - కాఫీన్  
 Calcite - కాలైట్  
 Calcite crystal - కాలైట్ స్ఫటికము  
 Calcium - కాల్షియమ్  
 Calcium acetate - కాల్షియమ్ ఆసిటేట్  
 Calcium benzoate - కాల్షియమ్ బెన్జోయేట్  
 Calcium carbide - కాల్షియమ్ కార్బైడ్  
 Calcium carbonate - కాల్షియమ్ కార్బోనేట్, సున్నపురాయి  
 Calcium chloride - కాల్షియమ్ క్లోరైడ్  
 Calcium formate - కాల్షియమ్ ఫార్మేట్  
 Calcium hydroxide - కాల్షియమ్ హైడ్రాక్సైడ్  
 Calcium oxide - కాల్షియమ్ ఆక్సైడ్  
 Calcium phosphate - కాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్  
 Calcium sulphide - కాల్షియమ్ సల్ఫైడ్  
 Calcium tungstate - కాల్షియమ్ టంగ్స్టేట్  
 Calculus - కలనగణితము  
 Calibrated electroscope - అంకితవిద్యుద్దర్శని  
 Californium - కాలిఫోర్నియమ్  
 Calipers - కేలిపర్స్  
 Calorie - కేలోరీ, ఊష్మాంశ  
 Calorimeter - కేలోరీమీటరు, ఉష్ణతాపమాపకము  
 Calorimetry - ఉష్ణతామితి  
 Calorific theory of heat - ఉష్ణతాద్రవ్యవాదము  
 Camera - కేమేరా, ఛాయాగ్రహణ పరికరము  
 Camphor - కర్పూరము  
 Canal rays - కుల్యా కిరణములు  
 Cancer - కేన్సర్, పుట్టుకురుపు  
 Cannel coal - కానల్ కోల్  
 Cannizzaro reaction - కానిజారో ప్రక్రియ  
 Capillary attraction - కైలికాకర్షణ  
 Capillary electrometer - కైలిక విద్యుత్మాపకము  
 Capillary force - కైలిక బలము  
 Capillary rise method - కైలిక నాళోత్థాన విధానము  
 Carbamic acid - కార్బామిక్ ఆసిడ్  
 Carbide - కార్బైడ్

Carbohydrate - కార్బోహైడ్రేట్  
 Carbon - కార్బన్, అంగారము, బొగ్గు  
 Carbon amine - కార్బన్ ఎమిన్  
 Carbonate - కార్బోనేట్  
 Carbon atom - కార్బన్ పరమాణువు  
 Carbon compounds - కార్బన్ యాగికములు  
 Carbon di oxide - కార్బన్ డై ఆక్సైడ్  
 Carbon di sulphide - కార్బన్ డై సల్ఫైడ్  
 Carbon group - కార్బన్ వర్గము  
 Carbonic acid derivatives - కార్బానిక్ ఆసిడ్ ప్యూర్పన్నములు  
 Carbon monoxide - కార్బన్ మోనాక్సైడ్  
 Carbon tetra chloride - కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్  
 Carbon transmitter - కార్బన్ ప్రేషకము  
 Carbonyl radical - కార్బోనిల్ గణము  
 Carboxyl acid - కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్  
 Carboxylic acid derivatives - కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ ప్యూర్పన్నములు  
 Carbyl amine - కార్బైల్ ఎమిన్  
 Carius tube - కేరయస్ గొట్టము  
 Cataphoresis - విద్యున్నిస్సరణము  
 Catalysis - కేటాలిసిస్, ప్రేరణము  
 Catalyst - ప్రేరకము  
 Cathode - కేతోడ్, ఋణాగ్రము  
 Cathode rays - కేతోడ్ కిరణములు, ఋణాగ్ర కిరణములు  
 Caustic potash - కాస్టిక్ పొటాష్, దాహక పొటాష్  
 Caustic potash liquid - కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణము  
 Caustic soda - కాస్టిక్ సోడా, దాహకసోడా  
 Cell constant - ఘట స్థిరాంకము  
 Celluloid - సెల్యులాయిడ్  
 Cellulose - సెల్యులోస్, కాష్టద్రవ్యము  
 Cementation process - సీమెంటేషన్ విధానము  
 Centimeter - సెంటీమీటరు  
 Centrifugal force - కేంద్రావసారి బలము  
 Centripetal force - కేంద్రాభిసారి బలము  
 Centre of gravity - సెంటర్ ఆఫ్ గ్రావిటీ, గరిమనాన్  
 Cerium - సెరియమ్  
 Cerium earths - సెరియమ్ మృత్తులు  
 Cerium group - సెరియమ్ వర్గము  
 Cesium - సీజియమ్  
 Chain reaction - గొలుసుకట్టుమార్పు  
 Charge-mass ratio - ఆవేశము-ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి  
 Chemical affinity - కెమికల్ ఎఫినిటీ, రాసాయనిక మైత్రి  
 Chemical energy - రాసాయనికశక్తి  
 Chemistry - కెమిస్ట్రీ, రాసాయనిక శాస్త్రము  
 Chloracetyl - క్లోరాసిటైల్  
 Chloral hydrate - క్లోరల్ హైడ్రేట్  
 Chloric acid - క్లోరిక్ ఆసిడ్  
 Chloride - క్లోరైడ్



Chlorine - క్లోరిన్  
 Chlorine gas - క్లోరిన్ వాయువు  
 Chloro acetic acid - క్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్  
 Chloroform - క్లోరోఫార్మ్  
 Chlorophyll - క్లోరోఫిల్  
 Chloro propionic acid - క్లోరోప్రోపియానిక్ ఆసిడ్  
 Chromate ion - క్రోమేట్ అయన్  
 Chromic oxide - క్రోమిక్ ఆక్సైడ్  
 Chromium - క్రోమియమ్  
 Chromium metal - క్రోమియమ్ ధాతువు  
 Chromophores - క్రోమోఫోర్స్, వర్ణవాహకములు  
 Chromatography - క్రోమటోగ్రఫీ, వర్ణగ్రహణ విశ్లేషణము  
 Cinnabar - రససింధూరము, ఇంగుళికము  
 Cinnamic - సిన్నామిక్  
 Circulation - సంవహనము  
 Cis acids - సిస్ ఆమ్లములు  
 Citric acid - సిట్రిక్ ఆసిడ్  
 Closed magnetic chains - పూర్ణఅయస్కాంత వలయములు  
 Coagulation - కొయ్యాయుగ్మలేషన్, స్కందనము  
 Coal gas - బొగ్గు  
 Coal tar - కోల్ తారు (కోల్తారు)  
 Cobalt - కోబాల్ట్  
 Cobalt amine - కోబాల్ట్ ఎమిన్  
 Cobalt arsenide - కోబాల్ట్ ఆర్సెనైడ్  
 Cobalt carbonyl - కోబాల్ట్ కార్బొనిల్  
 Cobalt glance - కోబాల్ట్ గ్లాస్  
 Cobaltite - కోబాల్టైట్  
 Cobaltous - కోబాల్టస్  
 Cobalt sulphide - కోబాల్ట్ సల్ఫైడ్  
 Coconut - కొబ్బరి  
 Cod liver oil emulsion - కాడ్ చేప మానె ఇమల్షన్  
 Coffee - కాఫీ  
 Coherer - కొహిరరు, ధాతుకణ గ్రాహకము  
 Cohesive force - పరస్పరాకర్షణబలము  
 Colligative properties - కోలిగేటివ్ ప్రోపర్టీస్, అనుసూయ ధర్మములు (లక్షణము)  
 Collision - సంఘటనము  
 Colloid - కొల్లాయిడ్, మిథ్యాద్రావణము  
 Colloid chemistry - కొల్లాయిడ్ రాసాయనిక శాస్త్రము  
 Colorimetric - వర్ణమాపకము  
 Columbium - కొలంబియమ్  
 Commutator - కామ్యుటేటర్, పరివర్తకము  
 Compass - దిక్సూచి  
 Compensation - ప్రతికరణము  
 Complementary - సంపూరకము  
 Components - కాంపొనెన్ట్స్, అంశభూతములు  
 Compton effect - కాంప్టన్ ఫలితము  
 Concave - పుట

Concavo-convex - కాంకేవ్ కాన్వెక్స్, పుటకుంభీయ  
 Concentration cell - సాంద్రతాఘటము  
 Concept of combining weight - సంయోగ భార భావము  
 Concept of equivalent weight - తుల్య భార భావము  
 Condensed double ring - సంహతద్వివలయము  
 Condenser - సంఘనకము  
 Conductance - వాహకత  
 Conducting property - విద్యుద్వాహక గుణము  
 Conduction - కండక్షన్, వహనము  
 Conduction of heat - ఉష్ణతాపారగమనము  
 Conductor - వాహకము  
 Conductor of electricity - విద్యుద్వాహకము  
 Configuration - (అణు) విన్యాసము  
 Congo red - కాంగోరెడ్  
 Conjunctive force - సంశ్లేషక బలము  
 Constant - స్థిర  
 Constantine - కాన్స్టెన్టైన్  
 Constitution - కూర్పుక్రమము  
 Constitutive - కాన్స్టిట్యూటివ్, ద్రవ్యరచనారీతి  
 Contact electricity - సంస్పర్శవిద్యుత్తు  
 Contact process - స్పర్శకవిధానము  
 Continuous spectrum - అవిచ్ఛిన్నవర్ణమాల  
 Control - నియంత్రకము  
 Convection - కన్వెక్షన్, సంవహనము  
 Conventional - సంప్రదాయ  
 Convection current - సంవహన ప్రవాహము  
 Convergent - కన్వర్జెంట్, అభిసారి  
 Converter - కన్వర్టర్  
 Convexo concave - కాన్వెక్స్ కాంకేవ్, కుంభపుటీయ  
 Coolidge x-ray tube - కూలిడ్ నాళము  
 Copernicus theory - కోపర్నికన్ సిద్ధాంతము  
 Coordinative covalency - కోఆర్డినేటివ్ కోవెలెన్స్, సమన్వయ నమయోజనీయత  
 Copper - కాపర్, తామ్రము, రాగి  
 Copper ferro cyanide - కాపర్ ఫెర్రోసైనైడ్  
 Copper oxide - కాపర్ ఆక్సైడ్  
 Copper pyrites - కాపర్ పైరిటీస్  
 Copper sulphate - కాపర్ సల్ఫేట్, మైలతుత్తము  
 Copper sulphide - కాపర్ సల్ఫైడ్  
 Corona - కొరోనా, సూర్య మకుటము  
 Corona discharge - కొరోనా ఉత్సర్గము  
 Corpuscle - కణము  
 Corpuscular theory of light - కాంతి కణవాదము  
 Corundum - కురువిందము  
 Cosmic ray - కాస్మిక్ కిరణము, విశ్వకిరణము  
 Coulomb law - కూలామ్ నియమము  
 Coulometer - కూలామ్ మాపకము  
 Coupling - అనుయోజనము



Coupling agents - అనుయోజ్యములు  
 Covalent - కోవేలెంట్, సమయోజనీయ బంధములు  
 Cresol - క్రెసోల్  
 Critical angle - సందిగ్ధ కోణము  
 Critical temperature - సందిగ్ధ తాపక్రమము  
 Crotonic acid - క్రోటానిక్ ఆసిడ్  
 Crucible method - మూస విధానము  
 Crude oil - క్రూడాయిల్  
 Cryolite - క్రయొలైట్  
 Crystal - స్ఫటికము  
 Crystallisation, fractional - అంశిక స్ఫటికీకరణము  
 Combustion - జ్వలనము  
 Cumin - కుమీన్  
 Cupel furnace - మూస కొలిమి  
 Cupric oxide - కూప్రిక్ ఆక్సైడ్  
 Cuprite - క్యూప్రైట్  
 Cuprous oxide - కూప్రస్ ఆక్సైడ్  
 Cuprous sulphide - కూప్రస్ సల్ఫైడ్  
 Curie point - క్యూరీ బిందువు  
 Curie temperature - క్యూరీ తాపక్రమము  
 Curium - క్యూరియమ్  
 Current electricity - ప్రవాహ విద్యుత్తు  
 Cyanide - సైనైడ్  
 Cyclic compounds - వలయయోగికములు  
 Cyclotron - సైక్లోట్రాన్  
 Cyno hydride - సైనోహైడ్రైడ్

## D

D'Alembert's principle - డెలాంబేర్ సూత్రము  
 Dalton's hypothesis - డాల్టన్ కల్పన  
 Damped waves - అవరుద్ధతరంగములు  
 Danish steel yard - డేనిష్ తునికోల  
 Dark age - అంధయుగము  
 Dative co-valency - డేటివ్ కోవేలెన్స్, సంప్రదాన సమయోజనీయత  
 Davy's safety lamp - డేవీరక్షక దీపము  
 Debye's powder method - డీ బై చూర్ణ విధానము  
 Decane - డెకేన్  
 Decarboxylation - డికార్బానీకరణము  
 Deductive method - నిగమనవద్ధి  
 Degradation - డిగ్రాడేషన్  
 Delta metal - డెల్టా ధాతువు  
 Denitrification - డెనిట్రీకరణము  
 Depolarizers - డిపోలరైజర్స్, విధ్వంసకములు, విద్రువకములు  
 Descriptive chemistry - వర్ణనాత్మక రాసాయనిక శాస్త్రము  
 Density - సాంద్రత  
 Depside - డెప్సైడ్  
 Depression of freezing point - హిమాంకవసతి  
 Derivatives - పుష్కన్నములు

Destructive - విఘటనాత్మక  
 Destructive distillation - విఘటనాత్మక స్వేదనము  
 Detection - ఉపలంఘనము  
 Detector - ఉపలంఘకము  
 Determination of molecular weight - అణుభార నిర్ణయము  
 Deuterium - డియోటీరియమ్  
 Deuteron - డియోట్రాన్  
 Developed colours - డెవలప్డ్ కలర్స్, వికాసితవర్ణములు  
 Dewar flask - డ్యూవర్ పాత్ర  
 Dextrose - డెక్స్ట్రోస్, కుడిచక్కెర  
 Dialyzer - డయలైజర్, విశ్లేషకము  
 Diamonds - వజ్రములు  
 Dia-para and ferro magnetism - డయాపరాఫెర్రో మాగ్నెటిజమ్  
 Dia-spore - డయాస్పోర్  
 Diastase - డైయస్టేజ్  
 Diazo-compound - డై ఆజోయోగికము  
 Diazo methane - డై ఆజోమీతేన్  
 Diazotization - డై ఆజోటీకరణము  
 Di-chloro acetic acid - డై క్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్  
 Di-cyanide - డై సైనైడ్  
 Dielectrics - డై ఎలక్ట్రిక్స్, పారవిద్యుత్తికములు  
 Diene - డై యిన్  
 Diesel - డీసెల్  
 Di-ethyl barbituric acid - డై ఎథిల్ బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్  
 Di-ethyl ester - డై ఎథిల్ ఎస్టర్  
 Diffraction - వివర్తనము  
 Diffraction grating - వివర్తనజాలకము  
 Diffusion - ప్రసరణ సంఘటన  
 Di-hydric alcohol - డై హైడ్రీక్ ఆల్కహాల్  
 Di-hydroxy phenol డై హైడ్రాక్సీ ఫీనోల్  
 Di-halide - డై హేలైడ్  
 Di-ketoxime - డై కీటాక్సీమ్  
 Diluted - విలీన  
 Di-methyl amino azo benzene - డై మెథిల్ ఎమీనో ఆజోబెన్జీన్  
 Di-methyl ketone - డై మెథిల్ కీటోన్  
 Di-methyl ketoxime - డై మెథిల్ కీటాక్సీమ్  
 Diode - ద్వ్యగ్రము  
 Dioscorides - డై యోస్కారిడిజ్  
 Dioxy purine - డై ఆక్సీ ప్యూరిన్  
 Dip-circle - అభినతవర్తులము  
 Diphenyl - డై ఫీనిల్  
 Dipole - ద్విధ్రువము  
 Dipole moment - ద్విధ్రువ మోమెంట్  
 Direct chains - ఋజుశృంఖలములు  
 Direct current - డైరెక్ట్ కరెంట్, (డి. సి.) ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము  
 Direct ratio - డైరెక్ట్ రేషియో, సంబంధసామ్యము



Dirigible - డిరిజిబుల్, సంచల్యచాతనౌక  
 Disaccharide - డై సాకరైడ్  
 Discharge - ఉత్సర్గము  
 Dispersing compound - ఆధారయౌగికము  
 Dispersing medium - ఆధారద్రవ్యము, యానకద్రవ్యము  
 Displacement - స్థానభ్రంశము  
 Dissociation - విచ్ఛేదనము  
 Dissociation pressure - డిసోసియేషన్ ప్రెషర్, విచ్ఛేదన ప్రేషము  
 Disturbance - సంఘోభము  
 Divergent - డైవర్జెంట్, అపసారి  
 Dolomite - డోలమైట్  
 Doppler principle - డప్లర్ సూత్రము  
 Double concave - డబుల్ కాంకేవ్, ద్విపుటియ  
 Double convex - డబుల్ కాన్వెక్స్, ద్వికుంభీయ  
 Double cyclic terpene - ద్వివలయిక టెర్పిన్  
 Double prism - డబుల్ ప్రిజమ్, ద్వివట్టకము  
 Double reversibility - ద్విపరివర్తనము  
 Doubly ionised - ద్వి అయనీకృతము  
 Dry cell - డ్రై సెల్, నిరార్ద్రపుటము  
 Dulong and Petit specific heat - డ్యూలాంగ్ పెటీ విశిష్టోష్ణత  
 Dumas method - డ్యూమా పద్ధతి  
 Duploye's method - డూప్లే విధానము  
 Duralumin - ద్యురాల్యుమిన్  
 Dynamic equilibrium - సమచాల్యస్థితి  
 Dynamics - గతిశాస్త్రము  
 Dynamo - డై నమో  
 Dysprosium - డిస్ప్రోసియమ్

## E

Earth wave - భూవరంగము  
 Ebonite - ఎబొనైట్  
 Edison effect - ఆడిసన్ ఫలితము  
 Effluvia - ఉద్గారము  
 Efflorescence - ప్రస్ఫురణము  
 Einsteinium - ఐన్ స్టయినియమ్  
 Einstein's law of equivalence - ఐన్ స్టయిన్ సమతా సూత్రము  
 Elasticity - ఇలాస్టిసిటీ, స్థితిస్థాపకత  
 Electrical attraction - విద్యుత్ ఆకర్షణ  
 Electrical circuit - విద్యుద్వలయము  
 Electrical induction furnace - విద్యుత్ ప్రరోచన కొలిమి  
 Electrical resistance furnace - విద్యుత్ నిరోధ కొలిమి  
 Electric arc furnace - ఎలక్ట్రిక్ ఆర్క్ ఫర్నేస్, విద్యుత్ చావ కొలిమి  
 Electric bell - విద్యుద్గంట  
 Electric bulb - గోళదీపము  
 Electric circuit - విద్యుద్వాహక వలయము  
 Electric current - విద్యుత్ ప్రవాహము  
 Electric furnace - ఎలక్ట్రిక్ ఫర్నేస్, విద్యుత్ కొలిమి

Electricity - విద్యుత్తు  
 Electricity, static - స్థిరవిద్యుత్తు  
 Electric light - విద్యుత్ దీపము  
 Electric power - విద్యుచ్ఛక్తి  
 Electrics - ఎలెక్ట్రిక్స్  
 Electric spark - విద్యుత్ స్ఫులింగము  
 Electric waves & wireless - ఎలక్ట్రిక్ వేవ్స్ అండ్ వైర్ లెస్, విద్యుత్తరంగములు - నిస్త్రుంతి  
 Electrification - ఎలక్ట్రిఫికేషన్, వైద్యుతీకరణము, విద్యుతీకరణము  
 Electro-chemistry - విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము  
 Electrode - ఎలక్ట్రోడ్, విద్యుదగ్రము  
 Electrodynamicism - విద్యుత్ ద్వైవచారము  
 Electro-dynamics - ఎలక్ట్రో డైనమిక్స్, విద్యుద్గతి శాస్త్రము  
 Electrolysis - విద్యుత్ విశ్లేషణము  
 Electrolyte - విద్యుద్విశ్లేష్యము  
 Electrolytic conduction - విద్యుత్ విశ్లేష్యవహనము  
 Electromagnet - విద్యుదయస్కాంతము  
 Electromagnetic induction - విద్యుదయస్కాంత ప్రరోచనము  
 Electromagnetic recorder - విద్యుదయస్కాంతస్వర లేఖకము  
 Electromagnetic spectrum - విద్యుదయస్కాంతవర్ణమాల  
 Electromagnetic theory - విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతము  
 Electromagnetic vibration - విద్యుదయస్కాంత స్పందనము  
 Electromagnetic waves - విద్యుదయస్కాంతతరంగములు  
 Electromagnetism - విద్యుదయస్కాంతత్వము  
 Electrometallurgy - ఎలక్ట్రో మెటల్జీ  
 Electrometer - విద్యుద్మాపకము  
 Electromotive force - విద్యుచ్ఛాలక బలము  
 Electron - ఎలక్ట్రాన్, ఋణవిద్యుత్ కణము  
 Electro negative - ఋణవైద్యుతీయము  
 Electronic interpretation of valency - ఎలక్ట్రానిక్ ఇంటర్ప్రెటేషన్ ఆఫ్ వేలెన్సీ, యెజనీయత-ఆధునిక ఎలక్ట్రానిక్ వివరణ  
 Electronic theory - ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతము  
 Electron lens - ఎలక్ట్రాన్ కటకము  
 Electron optics - ఎలక్ట్రాన్ చాతుషశాస్త్రము  
 Electron quantum theories - ఎలక్ట్రాన్ క్వాంటం సిద్ధాంతములు  
 Electron refraction - ఎలక్ట్రాన్ వక్రీభవనము  
 Electron theory of matter - ఎలక్ట్రాన్ వస్తుతత్వము  
 Electron volt - ఎలక్ట్రాన్ వోల్ట్  
 Electro positive - ధనవైద్యుతీయము  
 Electro scope - విద్యుద్దర్శని  
 Electro statics - ఎలక్ట్రోస్టేటిక్స్, స్థిరవిద్యుచ్ఛాస్త్రము  
 Electro static unit - ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్  
 Electuary - అమృతద్రావకము  
 Element - మూలద్రవ్యము  
 Element of symmetry - సౌష్ఠవాంశము  
 Elevation of boiling point - క్వథనాంకోన్నతి  
 Ellipse - దీర్ఘవృత్తాకారము



Emanation - ఉద్గారము  
 Emission spectrum - ఉద్గతవర్ణమాల, ఎమిషన్ స్పెక్ట్రమ్, ఉద్గమన వర్ణవటము  
 Empirical formula - ప్రాయోగికాణు సాంకేతికము  
 Emulsion - ఇమల్షన్  
 Enantiomorphous - ఎనాంటియోమోర్ఫస్, ప్రతిరూపములు  
 Endothermic reaction - ఎండోథెర్మిక్ రియాక్షన్, ఉష్ణర విలీనము చేసుకొను ప్రక్రియ  
 Energy - శక్తి  
 Enolic ester - ఈనోలిక్ ఎస్టర్  
 Enzyme - ఎన్జైమ్  
 Epidiascope - ఎపిడయస్కోప్  
 Epsom salt - ఎప్సమ్ లవణము  
 Equilibrium state - సమతాపితి  
 Equipotential points - సమప్రేష బిందువులు  
 Equivalent conductivity - ఈక్వివలెంట్ కండక్టివిటీ, తుల్యవిద్యుత్ ద్రావకత్వము  
 Erbium - ఎర్బియమ్  
 Erg - అర్గ్  
 Ergot - ఎర్గోట్  
 Ester - ఎస్టర్  
 Ethane - ఎథేన్  
 Ether - ఈథర్  
 Ethyl acetate - ఎథిల్ ఆసిటేట్  
 Ethyl alcohol - ఎథిల్ ఆల్కహాల్  
 Ethyl amine - ఎథిల్ ఎమిన్  
 Ethyl benzene - ఎథిల్ బెన్జీన్  
 Ethyl chloride - ఎథిల్ క్లోరైడ్  
 Ethylene - ఎథిలీన్  
 Ethylene oxide - ఎథిలీన్ ఆక్సైడ్  
 Ethyl methyl ketone - ఎథిల్ మెథిల్ కీటోన్  
 Europium - యూరోపియమ్  
 Eutectic point - యుటెక్టిక్ బిందువు  
 Experiment - ప్రయోగము  
 Explosive antimony - ప్రేలుదు ఆంటిమోని  
 Exothermic reaction - ఎక్సోథెర్మిక్ రియాక్షన్, బహిర్గతమగు ఉష్ణతగల ప్రక్రియ  
 External compensation - బాహ్యపూరణము  
 External force - బాహ్యబలము  
 Eyepiece - అక్షికటకము

## F

Faraday - ఫారడే (యూనిట్)  
 Faraday's electrolysis - ఫారడే విద్యుత్ విశ్లేషణము  
 Fatty (aliphatic) acid - మజ్జాస్థము  
 Feed back - పోషకక్రియ  
 Fehling solution - ఫెలింగు ద్రావణము  
 Feldspar - ఫెల్డ్ స్పార్, చంద్రకాంత శిలాస్ఫటికము  
 Fermentation - కిణ్వప్రక్రియ

Fermium - ఫెర్మియమ్  
 Ferric chloride - ఫెరిక్ క్లోరైడ్  
 Ferric hydroxide - ఫెరిక్ హైడ్రాక్సైడ్  
 Ferric oxide - ఫెరిక్ ఆక్సైడ్  
 Ferric salt - ఫెరిక్ లవణము  
 Ferric sulphide - ఫెరిక్ సల్ఫైడ్  
 Ferro chromium - ఫెరోక్రోమియమ్  
 Ferro manganese - ఫెరోమాంగనీస్  
 Ferro magnetic - ఫెరోమాగ్నెటిక్  
 Ferroso ferric oxide - కాంతభస్మము  
 Ferro tungsten - ఫెరోటంగ్స్టన్  
 Ferrous alloy - ఫెర్రస్ ఎల్లోయ్, ఆయన ధాతుమిశ్రమము  
 Ferrous iron - ఫెర్రస్ ఇనుము  
 Ferrous oxide - ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్  
 Ferrous salt solution - ఫెర్రస్ లవణద్రావణము  
 Ferrous sulphate - ఫెర్రస్ సల్ఫేట్  
 Ferrous sulphide - ఫెర్రస్ సల్ఫైడ్  
 Film - ఫిల్మ్  
 Fire - అగ్ని  
 Fire extinguisher - అగ్నినిర్వాపకము  
 Fission - విదళనము  
 Fixed air - బద్ధవాయువు  
 Fixed pulley - స్థిరమగు కప్పి  
 Fixing - స్థిరీకరణము  
 Floatation - ఫ్లోటేషన్, ఉత్పలనము  
 Flourescent lamp - స్ఫోరకదీపము  
 Flow tide - గురువేల  
 Fluorescence - ఫ్లోరిసెన్స్, ప్రస్ఫురణము  
 Fluorine - ఫ్లోరిన్  
 Focus - సంగమబిందువు  
 Focal length - ఫోకల్ లెంగ్త్, నాభ్యంతరము  
 Force - బలము  
 Force pump - ఫోర్స్ పంపు  
 Form elasticity - ఆకారస్థితి స్థావకబలము  
 Formaldehyde - ఫార్మల్డిహైడ్  
 Formalin - ఫార్మలిన్  
 Formic acid - ఫార్మిక్ ఆసిడ్  
 Fractional distillation - అంశిక స్వేదనము  
 Francium - ప్రాన్సియమ్  
 Free-energy - ఉపయోజ్యశక్తి  
 Freezing point - హిమాంకము  
 Freezing point, lowering of - హిమాంకావనతి  
 Frequency - పౌనఃపున్యము  
 Friction - ఘర్షణ  
 Fuel - ఇంధనము  
 Fumaric - ఫ్యూమేరిక్  
 Fuming nitric acid - ఫ్యూమింగ్ నైట్రిక్ ఆసిడ్  
 Fundamental unit - మూలపరిమాణము



Funnel - గడ్డ, గలని, ఫనెల్  
Furfuralde hyde - ఫర్ ఫరల్డిహైడ్  
Fusel oil - ఫ్యూసెల్ ఆయిల్

## G

Gadolin - గెడోలిన్  
Gadolinite - గెడోలిన్ టైట్  
Gadolinium - గెడోలినియం  
Galena - గెలినా  
Gallic acid - గాలిక్ ఆసిడ్  
Gallium - గాలియమ్  
Gallium hydroxide - గాలియమ్ హైడ్రాక్సైడ్  
Gallium nitrate - గాలియమ్ నైట్రేట్  
Gallium oxide - గాలియమ్ ఆక్సైడ్  
Galvanic cell - విద్యుద్విత్తకణం  
Galvani's electric current - గాల్వనీ విద్యుత్ ప్రవాహము  
Galvanism - ప్రవాహవిద్యుత్తు  
Galvanized iron - గాల్వనైజ్డ్ ఇనుము  
Galvanizing - గాల్వనైజ్డ్ చేయుట  
Galvanometer - గాల్వనీ మాపకము, గాల్వనీ మీటరు  
Gas - గాస్, వాయువు  
Gas fuel - వాయురూపేందనము  
Gasoline - గాసోలిన్  
Gauss - (గౌస్) అయస్కాంతశక్తి యూనిట్  
Gay Lussac's law - గేలుసాక్ నియమము  
Geiger counter - గైగర్ గణితము  
Geissler tube - గెయ్స్లర్ గొట్టము  
Gelatin - జెలీను  
General field theory - సామాన్యక్షేత్రసిద్ధాంతము  
Geological survey - జియలాజికల్ సర్వే  
Geometrical - జ్యామితీయకారము  
Germanium - జెర్మేనియమ్  
German silver - జర్మనుసిల్వర్  
Gibbsite - గిబ్స్ టైట్  
Glacial acetic acid - గ్లేషియల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్  
Glauber - గ్లాబర్  
Glover - గ్లవర్  
Glow discharge - కాంతియుత విద్యుద్విశ్కర్షణము  
Gluconic acid - గ్లూకోనిక్ ఆసిడ్  
Glucose - గ్లూకోస్  
Glucoside - గ్లూకోసైడ్  
Glyceride - గ్లెసరైడ్  
Glycogen - గ్లైకోజన్  
Glycol - గ్లైకోల్  
Glycollic acid - గ్లైకోలిక్ ఆసిడ్  
Gold - బంగారము, గోల్డ్  
Gold leaf electroscope - స్వస్థపత్ర విద్యుద్దర్శకము  
Gondola - గోండ్లా

Gram - గ్రాము  
Gramophone - గ్రామోఫోన్  
Granite - నల్లశాణము, గ్రానైట్  
Graphic formula - రేఖా సాంకేతికము  
Graphite - గ్రాఫైట్  
Graphite crystal - గ్రాఫైట్ స్ఫటికము  
Grating - జాలకము  
Gravitation - గురుత్వాకర్షణశక్తి  
Gravitational attraction - గురుత్వాకర్షణము  
Gravitational constant - గురుత్వాకర్షణస్థిరాంకము  
Gypsum - జిప్సమ్, కాల్సియమ్ సల్ఫేట్

## H

Hafnium - హాఫ్నియమ్  
Halogen - హేలోజన్  
Hardness - కఠినత్వము  
Heat - ఉష్ణము, వేడిమి, తాపము  
Heat capacity - తాపగ్రహణసామర్థ్యము  
Heat conduction - ఉష్ణతాపాహకత  
Heat effect - ఉష్ణతాప్రభావము  
Heat energy - ఉష్ణతాశక్తి  
Heat of combination - సంయోగోష్ణత  
Heat of dissociation - విచ్ఛేదోష్ణత  
Heat of formation - ఉత్పత్తి తాపము  
Heat of hydration - ఉదకీకరణోష్ణత  
Heat of ignition - జ్వలనోష్ణత  
Heat of ionization - అయనీకరణోష్ణత  
Heat of neutralization - తటస్థీకరణోష్ణత  
Heat of solution - ద్రావణోష్ణత  
Heavenly bodies - నభోమూర్తులు  
Heavy water - హెవి వాటర్, గురుదకము  
Heliocentric theory - సూర్యకేంద్రసిద్ధాంతము  
Helium - హీలియమ్  
Helium spectrum - హీలియమ్ వర్ణమాల  
Hematite - హేమటైట్  
Hemihedrism - అర్ధతలసంఘటన  
Hemimellitene - హేమిమెల్లిటేన్  
Henry's law - హెన్రీ నియమము  
Hepta hydrate - సప్తదశకము  
Heron - హెరాన్  
Hess's law - హెస్ నియమము  
Hetero-cyclic - విషమవలయ  
Heterogeneous equilibrium - హెటెరోజీనియస్ ఈక్విలిబ్రియమ్, విజాతీయవ్యవస్థలో సమతాస్థితి  
Hieroglyphics - చిత్రలిపి లిఖితములు  
High temperature carbonisation - అధికతాపక్రమ కార్బనీకరణము  
Hoffmann's bottle - హోఫ్మన్ బోటెల్  
Hoffmann's method - హోఫ్మన్ విధానము  
Hoffmann's reaction - హోఫ్మన్ ప్రతిక్రియ



Holmium - హోల్మియమ్  
 Homocyclic - సమవలయ  
 Homogeneous phase - హోమోజినస్ ఫేస్, సజాతీయ వ్యవస్థ  
 Homologous series - హోమోలగీయ శ్రేణి  
 Horizontal field - ఊహితక్షేత్రము, స్థితిజక్షేత్రము  
 Horizontal plane - ఊహితలము  
 Horse power - హార్స్ పవర్, అశ్వసామర్థ్యము  
 Humidity - ఆర్ద్రత  
 Hydrocarbon - హైడ్రో కార్బన్  
 Hydrocarbon derivatives - హైడ్రో కార్బన్ వ్యుత్పన్నములు  
 Hydrocarbon propane - హైడ్రోకార్బన్ ప్రొపేన్  
 Hydrochloric acid - హైడ్రో క్లోరిక్ ఆసిడ్  
 Hydrodynamics - ప్రవాహస్థితి శాస్త్రము  
 Hydrogen - హైడ్రోజన్, ఉదజని  
 Hydrogenation - ఉదజనీకరణము  
 Hydrogen atom - హైడ్రోజన్ వరమాణువు  
 Hydrogen bomb - హైడ్రోజన్ బాంబు  
 Hydrogen bromide - హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్  
 Hydrogen compound - హైడ్రోజన్ యోగికము  
 Hydrogen ion - హైడ్రోజన్ అయన్  
 Hydrogen sulphide - హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్  
 Hydroiodic acid - హైడ్రోఅయిడిక్ ఆసిడ్  
 Hydrolysis - జలవిశ్లేషణము  
 Hydro metallurgy - హైడ్రోమెటల్జర్జీ  
 Hydrostatics - హైడ్రోస్టాటిక్స్, ప్రవాహస్థితి శాస్త్రము, ద్రవస్థితి శాస్త్రము  
 Hydroxide - హైడ్రాక్సైడ్  
 Hydroxy acid - హైడ్రాక్సీఆసిడ్  
 Hydroxy azo benzene - హైడ్రాక్సీ ఆజోబెన్జీన్  
 Hydroxy azo dye - హైడ్రాక్సీ ఆజోవర్ణద్రవ్యము  
 Hydroxy benzoic acid - హైడ్రాక్సీబెన్జోయిక్ ఆసిడ్  
 Hydroxy butyric acid - హైడ్రాక్సీబూటిరిక్ ఆసిడ్  
 Hydroxy derivatives - హైడ్రాక్సీ వ్యుత్పన్నములు  
 Hydroxyl amine - హైడ్రాక్సిల్ ఎమీన్  
 Hydroxyl ions - హైడ్రాక్సిల్ అయన్లు  
 Hydroxyl radical - హైడ్రాక్సిల్ గణము  
 Hydroxy propionic acid - హైడ్రాక్సీ ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్

## I

Iceland spar - ఐస్లాండ్ స్పార్, కాలైన్సెట్  
 Iconoscope - ఐకనోస్కోప్  
 Ideal gas - ఐడియల్ గాస్, కల్పిత వాయువు  
 Idea of action at a distance - దూర కార్యభావము  
 Ignition - జ్వలనము  
 Illinium - ఇలినియమ్  
 Illuminating gas - ఇల్యూమినేటింగ్ గాస్  
 Incident intensity - పతనతీక్షణత  
 Indigo - నీలిమందు  
 Indium - ఇండియమ్

Indium di chloride - ఇండియమ్ డైక్లోరైడ్  
 Indium mono chloride - ఇండియమ్ మోనోక్లోరైడ్  
 Indium monoxide - ఇండియమ్ మోనాక్సైడ్  
 Indium oxide - ఇండియమ్ ఆక్సైడ్  
 Indium salt - ఇండియమ్ లవణము  
 Indium trichloride - ఇండియమ్ ట్రైక్లోరైడ్  
 Induced magnetism - ప్రేరిత అయస్కాంతత్వము  
 Induction coil - ఇండక్షన్ కాయిల్, ప్రరోచన వేట్టనము  
 Induction electric - ప్రరోచనవిద్యుత్తు  
 Induction furnace ఇండక్షన్ ఫర్నేస్  
 Inductive method - వ్యాప్తిగ్రహణపద్ధతి  
 Inert gas - జడ వాయువు  
 Inertia - జడత్వము  
 Infinite dilution - అనంతవిలయనస్థితి  
 Infinity - అనంతము  
 Infrared radiometer - ఇన్ఫ్రారెడ్ రేడియోమీటరు, పరారుణ వికిరణమాపకము  
 Inorganic acid - అకర్బనామ్లము, ఖనిజామ్లము  
 Inorganic chemistry - అకర్బన రాసాయనిక శాస్త్రము  
 inorganic compound - అకర్బన యోగికము  
 Inorganic matter - అకర్బనద్రవ్యము  
 Inositol - ఇనోసిటోల్  
 Insulator - విద్యుద్బంధకము, అవిద్యుద్వాహకము  
 Integral calculus - ఇంటెగ్రల్ కాలిక్యులస్, చయనకలనము  
 Interference - ఇంటర్ ఫియరెన్స్, మిథోఘట్టనము  
 Intermediate compound theory - మధ్యస్థ యోగిక వాదము  
 Internal compensation - ఆంతరపూరణము  
 Invar steel - ఇన్వార్ ఉక్కు  
 Invertase - ఇన్వర్టేజ్  
 Invert sugar - ఇన్వర్ట్ చక్కెర  
 Iodide - అయిడైడ్  
 Iodimetry - అయిడిమెట్రీ  
 Iodine - అయిడిన్  
 Ion - అయన్  
 Ionia - అయోనియా  
 Ionic current - అయన్ ప్రవాహము  
 Ionisation chamber - అయనీకరణ మందిరము  
 Ions-ionisation - అయన్లు-అయనీకరణము  
 Ion theory - అయన్ సిద్ధాంతము  
 Iridium - ఇరిడియమ్  
 Iron - ఇనుము  
 Iron carbonyl - ఐరన్ కార్బోనిల్  
 Iron disulphide - ఐరన్ డైసల్ఫైడ్  
 Iron oxide - ఐరన్ ఆక్సైడ్  
 Iron pyrites - ఐరన్ పైరిటీస్  
 Iso amyl alcohol - ఐసోఆమిల్ ఆల్కహాల్  
 Iso butyric acid - ఐసోబూటిరిక్ ఆసిడ్  
 Iso cyanide - ఐసోసైనైడ్



Iso cyanide isomerism - ఐసోసైనైడ్ సమాంగరూపత  
 Iso hydro cyanic acid - ఐసోహైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్  
 Isomorous - ఐసోమర్స్  
 Isomorphism - ఐసోమోర్ఫిజమ్, సమరూపత  
 Isomorphous - ఐసోమార్ఫస్  
 Isonitrile - ఐసోనైట్రైల్  
 Iso-octane - ఐసోఆక్టేన్  
 Isoprene - ఐసోప్రీన్  
 Iso primary-butyl alcohol - ఐసోప్రైమరీ బూటైల్ ఆల్కహాల్  
 Iso propyl - ఐసోప్రోపిల్  
 Isothermal process - సమతాపప్రక్రియ  
 Isotope - సమస్థానీయము  
 Ivory black - ఐవరీబ్లాక్

## J

Joshi effect - జోషి ఫలితము  
 Joule's law - జౌల్ నియమము

## K

Kaleidoscope - కెలిడియోస్కోప్, చిత్రదర్శని  
 Kennelly-Heaviside layer - కేనెల్లీ హెవిసైడ్ స్తరము  
 Kerosene oil - కిరసనాయిలు  
 Ketamide - కీటెమైడ్  
 Keto butyric acid - కీటోబూటిరిక్ ఆసిడ్  
 Ketone - కీటోన్  
 Ketonic acid - కీటోనిక్ ఆసిడ్  
 Ketonic hydrolysis - కీటోన్ జలవిశ్లేషణము  
 Kilocalorie - కిలోకేలోరీ  
 Kilogram - కిలోగ్రాము  
 Kinetic energy - గతిశక్తి, చలనశక్తి  
 Kinetics - గతిశాస్త్రము  
 Kinetic theory - చలదణ సిద్ధాంతము  
 Knob - గుబ్బా  
 Krypton - క్రిప్టాన్

## L

Lactic acid - లాక్టిక్ ఆసిడ్  
 Lactose - పాలచక్కెర  
 Lamp black - దీపాంగారము  
 Lanthanum - లేంథేనెమ్  
 Lassaigne test - లసైన్ టెస్ట్  
 Latent heat - లేటెంట్ హీట్, గుప్తోష్ణ  
 Latent heat of fusion - ద్రవీభవన గుప్తోష్ణ  
 Latent heat of melting - ద్రవీభవన గుప్తోష్ణ  
 Latent heat of solidification - ఘనీభవన (పరిమీభవన) గుప్తోష్ణ  
 Latent heat of vapourisation - బాష్పీభవన గుప్తోష్ణ  
 Latin - లాటిన్  
 Laughing gas - లాఫింగ్ గాస్, హాసవాయువు  
 Law of equivalent weights - తుల్యభార నియమము

Law of mass action - లా ఆన్ మాస్ యాక్షన్, అణుసాంద్ర నియమము  
 Laws of motion - గతిశాస్త్ర నియమములు  
 Lead - లేడ్, సీసము  
 Lead acetate - లేడ్ ఆసిటేట్  
 Lead dioxide - లేడ్ డైఆక్సైడ్  
 Lead sulphide - లేడ్ సల్ఫైడ్  
 Lense - కటకము  
 Leyden jar - లైడెన్ జాడి  
 Liebermann reaction - లీబర్మాన్ ప్రక్రియ  
 Light - కాంతి, ప్రకాశము, వెలుతురు  
 Light metal - లైట్ మెటల్  
 Lignite - లిగ్నైట్  
 Line integral - లైన్ ఇంటెగ్రల్, రేఖాచయనము  
 Lines of force - బలరేఖలు  
 Linseed oil - అగి సెనూనె  
 Liquid fuel - ద్రవేంద్రనము  
 Liquid vapour - ద్రవబాష్పము  
 Lithium - లిథియమ్  
 Local action - స్థానికక్రియ  
 Lode stone - లోడ్ స్టోన్; సూదంటురాయి  
 Long waves - దీర్ఘ తరంగములు  
 Lowering of vapour pressure - బాష్పప్రేష నిమ్ననము  
 Low heat producers - అల్పోష్ణ తాపనకములు  
 Low temperature carbonisation - న్యూన్ తాపక్రమ కార్బనీకరణము

Luminescence - ప్రకాశిత్యము  
 Lutecium - లూటీషియమ్  
 Lyophobic colloids - ద్రవవిరోధులు

## M

Magic eye - మాయకన్ను  
 Magnesium - మగ్నీషియమ్  
 Magnet - అయస్కాంతము  
 Magnetic axis - అయస్కాంత అక్షము  
 Magnetic energy - అయస్కాంత శక్తి  
 Magnetic induction - అయస్కాంత ప్రరోచనము  
 Magnetic moment - అయస్కాంత బిభ్రమిష  
 Magnetic oxide of iron - మాగ్నెటిక్ ఆక్సైడ్ ఆఫ్ ఐరన్, కాంతలోహము  
 Magnetic pole - అయస్కాంతధ్రువము  
 Magnetic shell - అయస్కాంతపు కర్పరము  
 Magnetic theory - అయస్కాంత వాదము  
 Magnetised field - అయస్కాంతీకరణ క్షేత్రము  
 Magnetism - అయస్కాంతత్వము  
 Malic acid - మేలిక్ ఆసిడ్  
 Maltose - మాల్టోచక్కెర  
 Mandelic acid - మాండలిక్ ఆసిడ్  
 Manganese - మాంగనీస్



Manganese dioxide - మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్  
 Manganese oxide - మాంగనీస్ ఆక్సైడ్  
 Marsh gas - మార్ష్ వాయువు  
 Marsh test - మార్ష్ పరీక్ష  
 Mass - మాస్, ద్రవ్యరాశి  
 Mathematical analysis - గణిత విశ్లేషణపద్ధతి  
 Matter - ద్రవ్యము  
 Mean free path - మధ్యమాన స్వేచ్ఛావధము  
 Mean horizontal candle power - నగటు షిటిజక్యాండిల్ సామర్థ్యము  
 Mean spherical candle power - నగటు గోళీయక్యాండిల్ సామర్థ్యము  
 Mechanical advantage - మెకానికల్ అడ్వాంటేజి, యాంత్రిక లాభము  
 Mechanical equivalent of heat - మెకానికల్ ఈక్వివలెంట్ ఆఫ్ హీట్, తాపయాంత్రిక తుల్యంకము  
 Mechanics - యాంత్రిక శాస్త్రము  
 Medium wave - మధ్యమతరంగము  
 Mendeleevium - మెండెలివియమ్  
 Menthene - మెన్తీన్  
 Menthol - మెన్తాల్  
 Mercuric chloride - మర్క్యూరిక్ క్లోరైడ్; రసకర్పూరము, కేలోమెల్  
 Mercuric sulphide - మర్క్యూరిక్ సల్ఫైడ్, సింధూరము  
 Mercury - పాదరసము, మర్క్యూరీ  
 Mercury arc lamp - పాదరస చాపదీపము  
 Mercury discharge lamp - రసోత్సర్గ దీపము  
 Meridian - మధ్యాహ్న రేఖ  
 Metal - ధాతువు  
 Metallic vapour - ధాతుబాష్పము  
 Metalloid - ఉపధాతువు  
 Method - విధానము  
 Methyl cyanide - మెథిల్ సైనైడ్  
 Methyl iso nitrile - మెథిల్ ఇసో సైన్ట్రైల్  
 Methyl iso propyl ketone - మెథిల్ ఇసో ప్రోపిల్ కిటోన్  
 Mica - అభ్రకము  
 Michelson-Morley experiment - మైకెల్సన్ - మూర్లీ ప్రయోగము  
 Microphone - మైక్రోఫోన్, సూక్ష్మ శబ్దగ్రాహకము  
 Microscope - మైక్రోస్కోప్, సూక్ష్మదర్శిని  
 Milky way - పాలవెల్లి  
 Mineral oil - రాతినూనె  
 Mixed producer gas - మిశ్రమ ప్రొడ్యూసర్ వాయువు  
 Modern atomic theory - నవీన పరమాణు సిద్ధాంతము  
 Modern chemistry - నవీన రాసాయనిక శాస్త్రము  
 Mohr's salt - మోర్స్ లవణము  
 Molar surface energy - అణుతలశక్తి  
 Molecular concept - అణుభావము

Molecular concept - concept of molecular weight - అణు భావము-అణుభారభావము  
 Molecular concept - modern physics - అణుభావము-నవీన భౌతిక శాస్త్రము  
 Molecular dispersion - అణువిస్తరణ  
 Molecular elevation of boiling point - అణుకర్మణవాంకోన్నతి  
 Molecular field - అణుక్షేత్రము  
 Molecular formula - అణుసాంకేతికము  
 Molecular ray - అణుకిరణము  
 Molecular rearrangement - అణుపునర్విన్యాసము  
 Molecular refractivity - మోలిక్యులర్ రిఫ్రాక్టివిటీ, అణువక్రీ భవన సామర్థ్యము  
 Molecular rotation - అణుభ్రమణము  
 Molecular spectrum - అణువర్ణమాల  
 Molecular structure - అణురచన  
 Molecular theory of magnetism - అణు అయస్కాంత వాదము  
 Molecular volume - అణుఆయతనము  
 Molecular weight - అణు భారము  
 Molecules - అణువులు  
 Molybdenum - మోలిబ్డినమ్  
 Moment of force - మోమెంట్ ఆఫ్ ఫోర్స్, బలభ్రమకము  
 Momentum - గతిభారము  
 Monazite - మోనజైట్  
 Mono-cyclic terpenes - ఏకవలయిక టెర్పిన్లు  
 Monotropism - మోనోట్రోపిజమ్, ఏకావర్తనము  
 Mordant - వర్ణబంధకము  
 Motion - చలనము  
 Moulds - బూజులు  
 Moveable pulley - కదలు కప్పి

## N

Naphthalene - నాఫ్తలీన్  
 Naphthionic acid - నేప్తయోనిక్ ఆసిడ్  
 Natural gas - సహజ వాయువు  
 Neap tide - లఘువేల  
 Negative - నెగెటివ్  
 Negative acceleration - ఋణత్వరణము  
 Negative image - నెగెటివ్ ఇమేజ్; వ్యతిరేక చిత్రము  
 Neodymium - నీయోడిమియమ్  
 Neon - నీయాన్  
 Neon light - నీయాన్ దీపము  
 Neptunium - నెప్ట్యూనియమ్  
 Neutral - తటస్థ  
 Neutrino - న్యూట్రినో  
 Neutron - న్యూట్రాన్  
 Newton ring - న్యూటన్ వలయము  
 Newton's gravitation - న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణము  
 Newton's law of motion - న్యూటన్ గతినయమము  
 Nickel - నికెల్



Nickel carbonyl - నికెల్ కార్బోనిల్  
 Nicol prism - నికల్ పట్లకము  
 Nicotine - నికొటిన్  
 Niobium - నియోబియమ్  
 Nitrate - నైట్రేట్  
 Nitric acid - నైట్రిక్ ఆసిడ్  
 Nitric oxide - నైట్రిక్ ఆక్సైడ్  
 Nitrile - నైట్రైల్  
 Nitro benzene - నైట్రోబెన్జీన్  
 Nitrogen - నైట్రోజన్  
 Nitrogen derivatives - నైట్రోజన్ పుష్పన్నములు  
 Nitrogen di-oxide - నైట్రోజన్ డై ఆక్సైడ్  
 Nitrogen oxide - నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్  
 Nitrogen pentoxide - నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్  
 Nitrogen test - నైట్రోజన్ శోధన  
 Nitro glycerine - నైట్రోగ్లిసరీన్  
 Nitrometer - నైట్రోమాపకము  
 Nitrosite compound - నైట్రోసైట్ యాగికము  
 Nitroso amine - నైట్రోసో ఎమిన్  
 Nitroso chloride - నైట్రోసో క్లోరైడ్  
 Nitrosyl chloride - నైట్రోసిల్ క్లోరైడ్  
 Nitro toluene - నైట్రోటోల్యుయిన్  
 Nitrous acid - నైట్రస్ ఆసిడ్  
 Nitrous oxide - నైట్రస్ ఆక్సైడ్  
 Nobelium - నోబెలియమ్  
 Nobel prize - నోబెల్ బహుమానము  
 Nodes - అస్పందస్థానములు  
 Non-crystalline - అస్ఫటిక  
 Non-crystalline matter - అస్ఫటిక ద్రవ్యము  
 Non electrics - నాన్ ఎలెక్ట్రిక్స్  
 Non ferrous alloy - నాన్ ఫెర్రస్ ఎల్లాయ్  
 Non-metal - అధాతువు  
 Non-solubility - అద్రావ్యత  
 Normal - నార్మల్, అభిలంబము  
 Normal butyl alcohol - నార్మల్ బూటైల్ ఆల్కహాల్  
 Normal carbonate - సాధారణ కార్బోనేట్  
 Normal pressure - ప్రమాణవాతావరణ ప్రేషము  
 Normal propyl alcohol - సాధారణ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్  
 Novum organum - నోవమ్ ఆర్గానం  
 Nuclear physics - కేంద్రక భౌతిక శాస్త్రము  
 Nucleoside - న్యూక్లియోసైడ్  
 Nucleo-tide - న్యూక్లియోటైడ్  
 Nucleus - కేంద్రకము  
 Nucleus of cell - జీవకణ కేంద్రకము  
 Numerology - సంఖ్యాశాస్త్రము

O

Object glass - వస్తుకాచము  
 Octane - ఆక్టేన్

Ohm's law - ఓమ్ నియమము  
 Oil - నూనె, తైలము, చమురు  
 Olefines - ఓలిఫైన్లు, తైలదములు  
 Oleic acid - ఒలిక్ ఆసిడ్  
 Open chain - వివృత శృంఖలము  
 Open chain compounds - ఆలిఫాటిక్ లేదా వివృత శృంఖల యాగికములు  
 Opposing potential - అప్పోసింగ్ పొటెన్షియల్, ప్రతిఘటించు విద్యుచ్ఛక్తి  
 Optical activity - కాంతిచైతన్యము, అప్టికల్ ఆక్టివిటీ  
 Optical instrument - కాదుష పరికరములు  
 Optical lantern - యక్షిణిలాంతరు  
 Ore concentration - ఓర్ కాన్ సెన్ట్రేషన్, ఖనిజ సాంద్రీకరణము  
 Organic analysis - కార్బన్ యాగిక విశ్లేషణము  
 Organo-metallic compounds - ఆర్గానో మెటాలిక్ కాంపౌండ్స్, ధాతు కార్బన్ యాగికములు  
 Orientation - స్థాననిర్దేశము  
 Orpiment - హరితాకము  
 Ortho - ఆర్థో  
 Ortho antimonous - ఆర్థో అంటిమోనియస్  
 Ortho arsenous - ఆర్థో ఆర్సెనీయస్  
 Ortho-di-hydric - ఆర్థో డై హైడ్రిక్  
 Ortho phosphoric acid - ఆర్థో ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్  
 Ortho quinone - ఆర్థోక్వినోన్  
 Oscillator - కంపకము  
 Oscillatory electric discharge - అసిలేటరీ ఎలక్ట్రిక్ డిస్చార్జ్, కంపన విద్యుదుత్సర్గము  
 Oscillograph - ఆసిలోగ్రాఫ్  
 Osmium - ఆస్మియమ్  
 Osmosis - ఆస్మోసిస్, ద్రవాభిసరణము  
 Osmotic pressure - ద్రవాభిసరణప్రేషము  
 Ostwald law - ఓస్ట్ వాల్డ్ నియమము  
 Oxalate - ఆక్సలేట్  
 Oxalic acid - ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్  
 Oxalyl radical - ఆక్సాలిల్ గణము  
 Oxalyl urea - ఆక్సాలిల్ యూరియా  
 Oxidation - ఆక్సీకరణము  
 Oxide - ఆక్సైడ్  
 Oxime - ఆక్సిమ్  
 Oxy-acetylene - ఆక్సి ఆసిటిలీన్  
 Oxygen - ఆక్సిజన్ (ప్రాణవాయువు)  
 Oxygen derivatives - ఆక్సిజన్ పుష్పన్నములు  
 Oxy-hydrogen - ఆక్సి-హైడ్రోజన్  
 Ozokerite - నేలమైనము  
 Ozone - ఓజోన్

P

Palladium - పల్లేడియమ్  
 Palmitic acid - పామిటిక్ ఆసిడ్



- Para cymene methyl - పారాసైమీన్ మెథిల్  
 Paraffin - పారఫిన్  
 Para formaldehyde - పారాఫార్మల్డిహైడ్  
 Parallel - సమానాంతర  
 Para magnetic - పారా మాగ్నెటిక్  
 Para menthene - పారామెన్తీన్  
 Para quinone పారాక్వినోన్  
 Parchment - పార్చిమెంటు  
 Partial pressure - అంశిక ప్రేషము  
 Partition or distribution co-efficient - పార్టిషన్ లేదా డిస్ట్రిబ్యూషన్ కో-ఎఫిషియెంట్, విభజన గుణకము  
 Pascal's law - పాస్కల్ నియమము  
 Pelargonidin chloride - పెల్జర్గోనిడిన్ క్లోరైడ్  
 Peltier effect - పెల్టియర్ ఫలితము  
 Pendulum - లోలకము  
 Pendulum phase - లోలకావస్థ  
 Penta acetyl - పెంటా ఆసిటిల్  
 Penta chloride - పెంటాక్లోరైడ్  
 Pentane - పెంటేన్  
 Pentose - పెంటోజ్  
 Pepsin - పెప్సిన్  
 Peptones - పెప్టోన్లు  
 Periodic order - ఆవర్తక్రమము  
 Periodic table - ఆవర్తక్రమపట్టిక  
 Periodic table of elements - మూలద్రవ్యముల ఆవర్తక్రమపట్టిక  
 Periods - ఆవర్తములు  
 Periscope - పెరిస్కోప్  
 Permalloy - పెర్మెల్లాయి  
 Peroxide - పెరాక్సైడ్  
 Peru balsam - పెరూబాల్సమ్  
 Petrol - పెట్రోలు  
 Petroleum - పెట్రోలియమ్  
 Phase - అవస్థ, స్థితి  
 Phase angle - అవస్థాకోణము  
 Phase difference - అవస్థా వ్యత్యాసము  
 Phase equilibrium - స్థితిసమత్వము  
 Phase law - అవస్థానియమము  
 Phase rule - స్థితినియమము  
 Phase waves - అవస్థా తరంగములు  
 Phenanthrene - ఫినాన్త్రీన్  
 Phenol - ఫీనోల్  
 Phenomena of electrical induction - విద్యుత్ప్రేరేపన సంఘటన  
 Phenyl - ఫీనిల్  
 Philosopher's stone - స్పర్శమణి (స్పర్శవేది)  
 Phlogisticated air - ప్లోజిస్టికేటెడ్ వాయువు, స్లేపాయిక వాయువు  
 Phlogiston - ఫ్లోజిస్టన్  
 Phonograph - ఫోనోగ్రాఫ్  
 Phosgene - ఫాస్జీన్ (కార్బోనిల్ క్లోరైడ్)  
 Phosphorescence - ఫాస్ఫోరెసెన్స్, భాసనము  
 Phosphoric acid - ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్  
 Phosphorus - భాస్వరము  
 Phosphorus penta chloride - ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్  
 Phosphorus solution - భాస్వరద్రావణము  
 Photochemistry - కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము  
 Photo electric - ఫోటో ఎలక్ట్రిక్, కాంతివిద్యుత్తు  
 Photo fission - కాంతివిదళనము  
 Photo galvanic cell - కాంతి విద్యుద్దటము  
 Photographic film - ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మ్  
 Photographic plate - ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకము  
 Photometer - కాంతిమాపకము  
 Photometry - కాంతిమితి, దీప్తిమాపనము  
 Photon - కాంతికణము ; ఫోటాన్  
 Photo physics - కాంతి భౌతిక శాస్త్రము  
 Photo synthesis - ఫోటో సింథసిస్, కిరణజన్య సంయోగక్రియ  
 Phthalic acid - తాలిక్ ఆసిడ్  
 Physical photometry - భౌతికదీప్తి మాపనము  
 Physics - భౌతిక శాస్త్రము  
 Picric acid - పిక్రిక్ ఆసిడ్  
 Piezo-electricity - పీజోఎలక్ట్రిసిటీ, ప్రేష విద్యుత్తు  
 Piperidine - పిప్పరీడిన్  
 Piston - ముషలకము  
 Planck constant - ప్లాంక్ స్థిరాంకము  
 Plano-concave - తలపుటియ, ప్లేనో కాంకేవ్  
 Plano-convex - తలకుంభీయ, ప్లేనో కాన్వెక్స్  
 Plano-energy - తలశక్తి  
 Plastic sulphur - ప్లాస్టిక్ గంధకము  
 Platinum - ప్లాటినమ్  
 Platinum chloride - ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్  
 Platinum cyclic - ప్లాటినమ్ చలయము  
 Platinum resistance - ప్లాటినమ్ రెసిస్టెన్స్  
 Platinum wire - ప్లాటినమ్ తీగ  
 Plutonium - ప్లటోనియమ్  
 Plutonium bomb - ప్లటోనియమ్ బాంబు  
 Plutonium pile - ప్లటోనియమ్ పేర్చు  
 Point - బిందువు  
 Polarisation - పోలరైజేషన్, ద్రువీకరణము  
 Polarised state - ద్రువితస్థితి  
 Polarlight - ద్రువజ్యోతిర్మేఘము  
 Polonium - పోలోనియమ్  
 Polyhydroxy acid - పాలీ హైడ్రాక్సీ ఆసిడ్  
 Polymerisation - పోలీ మైరైజేషన్, అణుపుంజీకరణము  
 Polymerises - ద్వలుకద్రవము  
 Polymethylene - పోలిమెథిలీన్



Polymorphism - బహురూపత  
 Polypeptide - పాలిపెప్టైడ్  
 Poly terpene - పాలిటెర్పెన్  
 Positive ray - పోజిటివ్ రే, ధనకరణము  
 Positron - పోజిట్రాన్  
 Potassium - పొటాసియమ్  
 Potassium alum - పొటాసియమ్ అలమ్  
 Potassium bi-sulphate - పొటాసియమ్ బై సల్ఫేట్  
 Potassium carbonate - పొటాసియమ్ కార్బోనేట్  
 Potassium chlorate - పొటాసియమ్ క్లోరేట్  
 Potassium chloride - పొటాసియమ్ క్లోరైడ్  
 Potassium cyanide - పొటాసియమ్ సైనైడ్  
 Potassium di chromate - పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్  
 Potassium ferri cyanide - పొటాసియమ్ ఫెర్రీసైనైడ్  
 Potassium hydroxide - పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్  
 Potassium hypo bromite - పొటాసియమ్ హైపోబ్రోమైట్  
 Potassium iodide - పొటాసియమ్ అయిడైడ్  
 Potassium nitrate - పొటాసియమ్ నైట్రేట్  
 Potassium permanganate - పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్  
 Potential - శక్తి  
 Potential energy - పొటెన్షియల్ ఎనర్జీ, స్థానశక్తి (లేదా) అనుద్యూత శక్తి.  
 Powder - పొడి  
 Powder metallurgy - పౌడర్ మెటల్జర్జీ  
 Power - ఘాతము  
 Praseodymium - ప్రాసియోడిమియమ్  
 Pressure - ప్రేషము  
 Prevost theory of exchange - ప్రివోస్ట్ వినిమయ సిద్ధాంతము  
 Primary butyl alcohol - ప్రైమరీ బూటైల్ ఆల్కహాల్  
 Principal axis - ప్రిన్సిపల్ ఏక్సిస్, (కటక) ప్రధానాక్షము  
 Principal focus - ప్రిన్సిపల్ ఫోకస్, ప్రధాన సంగమ బిందువు  
 Principle of Archimedes - ఆర్కిమీడిజ్ సూత్రము  
 Principle of conservation of energy - శక్తి నిత్యత్వ సూత్రము  
 Principle of periodicity - ఆవర్తన నియమము  
 Principle of permanency - ద్రవ్యనిత్యత్వ సూత్రము  
 Principle of uncertainty - అనిశ్చయతా సూత్రము  
 Principle of virtual work - కాల্পనిక కర్మచత్వము  
 Probability calculus - ప్రోబబిలిటీ కాలిక్యులస్, సంభావ్యతా కలన గణితము  
 Producer gas - ప్రొడ్యూసర్ వాయువు  
 Promethium - ప్రొమెతియమ్  
 Propane - ప్రొపేన్  
 Propionic acid - ప్రోపియానిక్ ఆమ్లము  
 Proportion - నిష్పత్తి  
 Propyl alcohol - ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్  
 Propyl benzene - ప్రోపిల్ బెన్జీన్  
 Propylene - ప్రొపిలీన్ (అసంతృప్త ప్రొపైన్)  
 Prosthetic group - సంయోజిత భాగము

Protactinium - ప్రోటాక్టీనియమ్  
 Proteins - మాంసకృత్తులు, ప్రోటీన్లు  
 Proton - ప్రోటాన్  
 Pulley - కప్పి  
 Pyridine - పైరిడిన్  
 Pyrogalllic acid - పైరోగాలిక్ ఆసిడ్  
 Pyrogallol - పైరోగెలాల్  
 Pyroligneous acid - పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్  
 Pyruvic acid - పైరూవిక్ ఆసిడ్

## Q

Quantum efficiency - క్వాంటం దక్షత  
 Quantum energy - క్వాంటం శక్తి  
 Quantum mechanics - క్వాంటం యాంత్రిక శాస్త్రము  
 Quantum theory - క్వాంటం సిద్ధాంతము  
 Quinone - క్వినోన్  
 Quinonoid - క్వినోనోయిడ్

## R

Radiation - రేడియేషన్, వికిరణము  
 Radiation energy - వికిరణశక్తి  
 Radical - గణము  
 Radioactivity - రేడియో ధార్మికత, రశ్మిత్వధారిత  
 Radiography - రేడియోగ్రఫీ  
 Radio meter - రేడియోమీటరు, వికిరణమాపకము  
 Radio-micro meter - రేడియో మైక్రోమీటరు  
 Radio receivers - రేడియో గ్రాహక యంత్రములు  
 Radio sonde - అన్వేషణ వాతప్లవము, రేడియో సాంఘిక  
 Radio (wireless) waves - రేడియోతరంగములు  
 Radium - రేడియమ్  
 Radius vector - వర్తిశ్రేణి  
 Radon - రేడాన్  
 Raman effect - రామన్ ఫలితము  
 Rare earths - అపురూపమృత్తులు  
 Rare gases - అపురూప వాయువులు, జడ వాయువులు  
 Rare metals - అపురూప ధాతువులు  
 Rational formula - రచనా సాంకేతికము, సార్థక సాంకేతికము  
 Reaction - ప్రతిక్రియ  
 Realgar - రియల్గర్, మణిశిల  
 Receiver - సంగ్రాహకము  
 Reciprocal - వ్యుత్క్రమ  
 Recorder - రికార్డర్, స్వర తీఖనము  
 Recuperative - పునస్సంగ్రహణ  
 Reduction - రిడక్షన్, ఆక్సిహరణము  
 Refining of metals - రిఫైనింగ్ ఆఫ్ మెటల్స్, ధాతుశోధన  
 Reflection - రిఫ్లెక్షన్, పరావర్తనము  
 Reflection of light - కాంతి పరావర్తనము  
 Reflex condenser - ప్రతినివర్తక సంఘనకము  
 Refraction - వక్రీభవనము  
 Refractive index - వక్రీభవనగుణకము



Refrigerator - రెఫ్రిజిరేటర్, శీతలీకరణ యంత్రము  
 Relative density - తారతమ్య సాంద్రత, సాపేక్ష సాంద్రత  
 Relative displacement - రెలెటివ్ డిస్ ప్లేస్ మెంట్, సాపేక్ష స్థానచ్యుతి  
 Relative lowering of vapour pressure - సాపేక్ష చాపృద్రవ నిమ్ననము  
 Relativity - సాపేక్షతావాదము  
 Renaissance period - జ్ఞానపునరుద్ధరణ యుగము  
 Resin - రెసిన్  
 Resistance furnace - రెసిస్టెన్స్ ఫర్నేస్, విద్యుత్ నిరోధకొలిమి  
 Restoring couples - రిస్టోరింగ్ కపుల్సు  
 Retort - బకయంత్రము  
 Retort process - రిటార్ట్ పద్ధతి  
 Reverberatory furnace - రివెర్బరేటరీ కొలిమి  
 Reversible reaction - రివెర్సిబుల్ రియాక్షన్స్, పరివర్తనీయ ప్రక్రియ  
 Rhenium - రెనియమ్  
 Rhodium - రోడియమ్  
 Rigid - రిజిడ్, అనమృత  
 Roll sulphur - రోల్ సల్ఫర్  
 Rontgen rays - రన్ట్జెన్ (ఎక్స్రే) కిరణములు  
 Rubidium - రుబిడియమ్  
 Ruthenium - రుథెనియమ్

## S

Saccharic acid - సాకారిక్ ఆసిడ్  
 Safety lamp - రక్షకదీపము  
 Salicyl aldehyde - సాలిసిల్ ఆల్డిహైడ్  
 Salicylic acid - సాలిసిలిక్ ఆసిడ్  
 Saline oxide - సెలైన్ ఆక్సైడ్  
 Salt - లవణము  
 Samarium - సమేరియమ్  
 Sand bath - సేండ్ బాత్, నాలుకాతాపకము  
 Saturated - సంతృప్త  
 Scandium - స్కాండియమ్  
 Scattering - పరిక్షేపణము  
 Scattering of light - కాంతిపరిక్షేపణము  
 Secondary propyl alcohol - సెకండరీ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్  
 Secondary tertiary alcohol - సెకండరీ టెర్షియరీ ఆల్కహాల్  
 Selenium - సెలెనియమ్  
 Semi-conductor - సెమీకండక్టర్, అర్ధవిద్యుత్వాహకము  
 Semi-permeable membrane - అర్ధప్రవేశ్యతవము  
 Sensitised fluorescence - ప్రేరిత ప్రస్ఫురణము  
 Sensitive balance - సున్నితపు త్రాసు  
 Separating funnel - సెపరేటింగ్ ఫనెల్, వృథక్కరణ గలది  
 Separation - వృథక్కరణము  
 Series - వరుస, శ్రేణి  
 Series dissociation - వరుస విచ్ఛేదనము  
 Short waves - హ్రస్వతరంగములు

Silicon - సిలికన్  
 Silver - వెండి, రజహము  
 Silver bromide - సిల్వర్ బ్రోమైడ్  
 Silver chloride - సిల్వర్ క్లోరైడ్  
 Silver cyanide - సిల్వర్ సైనైడ్  
 Silver fulminate - సిల్వర్ ఫల్మినేట్  
 Silver halide - సిల్వర్ హేలైడ్  
 Silver iodide - సిల్వర్ అయిడైడ్  
 Silver nitrate - సిల్వర్ నైట్రేట్  
 Silver salt - సిల్వర్ లవణము  
 Silvery water - రౌవ్యజలము  
 Simple chain compounds - సరళశృంఖలీతములు  
 Simple distillation - సింపిల్ డిస్టిలేషన్, సరళ స్వేదనము  
 Simple differential equation - సరళ అంతరీకరణ సమీకరణము  
 Single phase - ఏకరూప వ్యవస్థ  
 Skip distance - స్లిప్ తరంగము (చాటుదూరము)  
 Sky wave - ఆకాశ తరంగము  
 Sodium - సోడియమ్  
 Sodium-bi-sulphate - సోడియమ్ బై సల్ఫేట్  
 Sodium hydroxide - సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్  
 Sodium salt - సోడియమ్ లవణము  
 Soft iron - మెత్తని ఇనుము  
 Solar energy - సోలార్ ఎనర్జీ, సౌరశక్తి  
 Sound - ధ్వని  
 Sound mechanics - ధ్వనిశాస్త్రము  
 Space - అంతరాళము  
 Space lattice - దిగ్జాలకము (వరిమజాలకము)  
 Space wave - అంతరాళ తరంగము  
 Spark - స్ఫులింగము  
 Spark transmitter - స్ఫులింగ ప్రేషకము  
 Special theory of relativity - విశేష సాపేక్షతావాదము  
 Specific gravity - విశిష్ట గురుత్వము  
 Specific heat - విశిష్టోష్ణత  
 Specific resistance - విశిష్టనిరోధము  
 Specific rotation - విశిష్టత్రమణము  
 Spectrograph - స్పెక్ట్రోగ్రాఫ్, వర్ణమాలాతీఖని  
 Spectrography, Spectrometry - వర్ణమాలాశాస్త్రము  
 Spectroscopy - వర్ణమాలదర్శకశాస్త్రము  
 Spectrum - వర్ణవటము  
 Spherometer - స్ఫెరోమీటరు, గోళమాపకము  
 Spring balance - స్ప్రింగ్ త్రాసు  
 Stainless steel - స్టెయిన్ లెస్ స్టీలు  
 Standard candle power - ప్రమాణ క్యాండిల్ పవర్  
 Standard cell - ప్రమాణఘటము  
 Stannic oxide - స్టానిక్ ఆక్సైడ్, వంగభస్మము  
 Starch - గంజీ  
 Starry earth - నాడత్ర పృథ్వీ  
 Static electricity - నిరవిద్యుచ్ఛక్తి



Statistical probabilities - సాంఖ్య సంభవనీయతా సూత్రములు  
 Statics - స్థితిశాస్త్రము  
 Stationary vibration - స్థిర స్పందనము  
 Steam distillation - స్టీమ్ డిస్టిలేషన్, జలశాష్ప స్వేదనము  
 Steam engine - శాష్ప యంత్రము  
 Steel - ఉక్కు  
 Steel spring - ఉక్కు స్ప్రింగ్  
 Steel yard - తునికోల  
 Stereo (spatial) chemistry - అంతరాళ రాసాయనికశాస్త్రము  
 Stereo isomerism - స్టీరియో ఐసోమెరిజమ్, విన్యాస సమాంగత  
 Stereoscope - స్టీరియోస్కోప్  
 Stone - రాయి  
 Strain - స్ట్రేయిన్, వికృతి  
 Stratosphere - స్ట్రాటోవరణము  
 Stress - స్ట్రెస్, ప్రతిబలము  
 Stroboscope - స్ట్రోబోస్కోప్, కంపన వేగదర్శని  
 Strontium - స్ట్రోన్షియమ్  
 Sublimation - ఉత్పతనము  
 Substantive - ప్రత్యక్ష  
 Substituted acids - ప్రతిస్థాపిత ఆమ్లములు  
 Substrate - ఆధారద్రవ్యము  
 Substituted carboxylic acid - ప్రతిస్థాపిత కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్  
 Succinic acid - సక్సినిక్ ఆసిడ్  
 Sucrose - సూక్రోస్  
 Sucrum - సూక్రమ్ (పంచచార)  
 Suction pump - నీటిని పీల్చి పైకి పంపు యంత్రము  
 Sulphate - సల్ఫేట్  
 Sulphate salts - సల్ఫేట్ లవణములు  
 Sulphides - సల్ఫైడ్లు  
 Sulpho amino - సల్ఫో ఎమీనో  
 Sulphonic acid - సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్  
 Sulphur - గంధకము  
 Sulphur derivatives - గంధక వ్యుత్పన్నములు  
 Sulphur, flowers of - గంధకపు పువ్వులు  
 Sulphuric acid - సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్  
 Sulphur powder - గంధకపు పొడి  
 Sulphurous acid - సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్  
 Super saturated - సూపర్ సాచురేటెడ్, అతిసంతృప్త  
 Surface tension - చలతన్యత  
 Suspensoid - లంబితము  
 Symbol - సంకేతము  
 Synthesis - సంయోజనము  
 System of organic chemistry - కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి

## T

Tannic acid - టానిక్ ఆసిడ్  
 Tantalite - టాంటాలైట్  
 Tantalum - టాంటాలమ్  
 Tar oil - తారు నూనె

Tartaric acid - టార్టారిక్ ఆసిడ్  
 Tartrate - టార్ట్ రేట్  
 Tautomerism - టాటోమెరిజమ్  
 Tear gas - టీయర్ గాస్, అశ్రువాయువు  
 Technetium - టెక్నీషియమ్  
 Telescope - దూరదర్శని  
 Television - టెలివిజన్  
 Tellurium - టెలురియమ్  
 Temper - పటిమ  
 Temperature co-efficient - తాపక్రమ గుణకము  
 Temperature - ఉష్ణోగ్రత, తాపక్రమము  
 Temporary acceleration - తాత్కాలిక త్వరణము  
 Temporary velocity - తాత్కాలిక వేగము  
 Tendency - ప్రావణ్యము  
 Tensile brass - తీగసాగు ఇత్తడి  
 Tension - టెన్షన్, తన్యత  
 Tetrachloride - టెట్రాక్లోరైడ్  
 Tetra methyl di-aminophenyl - టెట్రామెథిల్ డైఎమీనోఫీనిల్  
 Tetroxide - టెట్రాక్సైడ్  
 Terbium - టెర్బియమ్  
 Terbium earths - టెర్బియమ్ మృత్తులు  
 Ternary alloy - త్రిధాతుక మిశ్రము  
 Terpene hydrate - టెర్పిన్ హైడ్రేట్  
 Terpenes - టెర్పిన్లు  
 Tertiary amine - టెర్షియరీ ఎమీన్  
 Tertiary amyl alcohol - టెర్షియరీ ఆమిల్ ఆల్కహాల్  
 Tertiary butyl alcohol - టెర్షియరీ బూటైల్ ఆల్కహాల్  
 Test - పరీక్ష  
 Thallium - తాలియమ్  
 Thallium oxide - తాలియమ్ ఆక్సైడ్  
 Thallo chloride - తాలోక్లోరైడ్  
 Thallo oxide - తాలో ఆక్సైడ్  
 Theory - వాదము, సిద్ధాంతము  
 Theory of conservation of energy - శక్తి నిత్యతా సిద్ధాంతము  
 Theory of effluvia - అయస్కాంత ఉద్గారవాదము  
 Theory of probability - తియరీ ఆఫ్ ప్రాబబిలిటీ, సంభవనీయతా సిద్ధాంతము  
 Theory of resonance - అనునదనవాదము  
 Thermal analysis - తాపవిశ్లేషణము  
 Thermal capacity - టెర్మల్ కెపాసిటీ, ఉష్ణతాధారణ సామర్థ్యము, తాపగ్రహణ సామర్థ్యము  
 Thermal dissociation - తాపవిఘటనము, టెర్మల్ డిసోసియేషన్  
 Thermal unit - ఉష్ణతాప్రమాణము  
 Thermo-couple - టెర్మోకపుల్  
 Thermo-dynamics - తాపగతిశాస్త్రము (శక్తి శాస్త్రము)  
 Thermo electricity - తాపవిద్యుత్తు  
 Thermo element - టెర్మోఎలిమెంటు



Thermometer - తాపక్రమ మాపకము  
 Thermometry - తాపక్రమ మాపనము  
 Thermopile - తేర్మోపైల్  
 Thermo-regulator - తేర్మోరెగ్యులేటర్, తాపక్రమనియంత్రకము  
 Thermos flask - తేర్మోస్ ఫ్లాస్క్  
 Thermostat - తాపస్థావకము, తేర్మోస్టాట్  
 Thioalcohol - తయో ఆల్కహాల్  
 Thiobromine - తయోబ్రోమిన్  
 Thorium - తోరియమ్  
 Thorium oxide - తోరియమ్ ఆక్సైడ్  
 Thulium - తూలియమ్  
 Thymol - తామువజ్రము లేదా పువ్వు  
 Tides - తేలిలు  
 Time - కాలమానము  
 Tin - టిన్, తగరము  
 Tincture - టింక్చర్  
 Tin tetra methyl - టిన్ టెట్రామెథిల్  
 Tissues - కణజాలములు  
 Titanium - టైటానియమ్  
 Titanium oxide - టైటానియమ్ ఆక్సైడ్  
 Titration - అంశమాపనము  
 T. N. T. - టి. ఎన్. టి.  
 Tolu balsam - టోలూబాల్సమ్  
 Toluene - టాల్యూయిన్  
 Tone control - స్వరనియంత్రకము  
 Torricelli vacuum - టారిసెల్లి కూన్యము  
 Torsion balance - మోటన తులాయంత్రము  
 Total internal reflection - సంపూర్ణాంతర పరావర్తనము  
 Tourmaline - టూర్మలీన్  
 Transfer of heat - ఉష్ణతాసంక్రమణము  
 Trans isomerism - ట్రాన్స్ సమాంగరూపత  
 Transistor - ట్రాన్సిస్టర్  
 Transitional elements - పరివర్తన మూలద్రవ్యములు  
 Transmission - పారప్రేషణము  
 Transmission of heat - ఉష్ణతాపారగమనము  
 Transmitter - ప్రేషణము  
 Transparent - పారదర్శకము  
 Transpiration - ట్రాన్స్పిరేషన్, ఉత్సేదన  
 Transport number - ప్రవహాంకము  
 Transverse wave - తిర్యక్ తరంగము  
 Trichlorine - ట్రైక్లోరిన్  
 Trichloro acetic acid - ట్రైక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్  
 Trihydric alcohol - ట్రైహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్  
 Triindiumtetroxide - ట్రై ఇండియమ్ టెట్రాక్సైడ్  
 Trimethyl di oxypurine - ట్రైమెథిల్ డై ఆక్సిఫ్యూరిన్  
 Trinitro phenol - ట్రైనైట్రో ఫీనోల్  
 Trinitrotoluene - ట్రైనైట్రోటాల్యూయిన్  
 Triode - త్రయగ్రము, ట్రయోడ్

Triode oscillator - ట్రయోడ్ ఆసిలేటర్  
 Trioxide - ట్రై ఆక్సైడ్  
 Triphenylmethyl - ట్రైఫీనిల్ మెథిల్  
 Triplumbictetroxide - ట్రైప్లంబిక్ టెట్రాక్సైడ్  
 Trypsin - ట్రిప్సిన్  
 Tungsten - టంగ్స్టన్  
 Tungstic oxide - టంగ్స్టిక్ ఆక్సైడ్  
 Tuning - శ్రుతిచేయుట  
 Tuning fork - ట్యూనింగ్ ఫోర్క్, స్వనద్విత్యము  
 Turpentine - టర్పెంటిన్  
 Tyndall effect - టిండల్ ఫలితము

## U

Ultra microscope - అతిసూక్ష్మదర్శని  
 Unbranched chains - సరళశృంఖలములు  
 Unified field theory - యూనిఫైడ్ ఫీల్డ్ తియరీ, ఐక్యక్షేత్ర  
 వాదము  
 Unit - యూనిట్  
 Unsaturated - అసంతృప్త  
 Unsaturated compounds - అసంతృప్త యోగికములు  
 Unsaturated hydrocarbon - అసంతృప్త హైడ్రోకార్బన్  
 Uranium - యురేనియమ్  
 Uric acid - యూరిక్ ఆసిడ్

## V

Vacuum - కూన్యము  
 Valency - యోజనీయత  
 Vanadium - వెనేడియమ్  
 Vapour - బాష్పము  
 Vapour pressure - బాష్పప్రేషము  
 Vector - వెక్టర్, సదిశరాశి  
 Ventilator - వెంటిలేటర్  
 Verbena oil - వెర్బెనా తైలము  
 Victor Meyer's method - విక్టర్ మైయర్ విధానము  
 Virtual work - కాల్పనికకర్మ  
 Virtual work, principle of - కాల్పనిక కర్మతత్వము  
 Viscosity - స్నిగ్ధత  
 Volt - వోల్ట్  
 Volta - వోల్టా  
 Voltaic cell - వోల్టాఘటము  
 Voltaic pile - వోల్టా పేర్లు  
 Voltameter - వోల్టామాపకము  
 Volume - ఆయతనము

## W

Water - నీరు  
 Water bath - వాటర్ బాత్, జలతాపకము  
 Water equivalent - వాటర్ ఈక్వివలెంట్; జలమల్యాంకము  
 Water gas - జలవాయువు  
 Watt - వాట్టు  
 Wave - తరంగము



Wave length - తరంగ దైర్ఘ్యము  
 Wave machanics - తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రము  
 Wave theory of light - కాంతితరంగ సిద్ధాంతము  
 Weight - భారము  
 Werner compounds - వెర్నర్ యోగికములు, సమన్విత  
 యోగికములు  
 Wintergreen oil - వింటర్ గ్రీన్ తైలము  
 Wire - తీగ  
 Wood - కర్ర  
 Wood charcoal - ద్రుమాంగారము  
 Wood gas - చాడుదహనవాయువు  
 Wood spirit - చాడుమద్యసారము

## X

Xenon - జెనాన్  
 X-ray - (X-ఎక్స్) కిరణము  
 X-ray reflection - (X-ఎక్స్) కిరణ పరావర్తనము  
 X-ray spectrum - (X-ఎక్స్) కిరణ వర్ణమాల

## Y

Yeast - ఈస్టు  
 Young's modulus - యంగ్ (స్థితి స్థావక) గుణకము

Ytterbium - యిట్రెర్బియమ్  
 Yttrium - యిట్రీయమ్

## Z

Zeeman effect - జేమాన్ ఫలితము  
 Zinc - జింకు  
 Zinc blende - జింకు బ్లెండ్, జింకు సల్ఫైడ్  
 Zinc carbonate - జింకు కార్బోనేట్  
 Zinc chloride - జింకు క్లోరైడ్  
 Zincite - జింకైట్  
 Zinc di methyl - జింకు డై మెథిల్  
 Zinc ethyl - జింకు ఎథిల్  
 Zinc ferri cyanide - జింకు ఫెర్రీ సైనైడ్  
 Zinc ferro cyanide - జింకు ఫెరో సైనైడ్  
 Zinc oxide - జింకాక్సైడ్  
 Zinc sheets - జింకు రేకులు  
 Zinc sulphate - జింకు సల్ఫేట్  
 Zircon - జిర్కాన్  
 Zirconium - జిర్కొనియమ్  
 Zone plate - జోన్ ప్లేట్, పరిధిఫలకము  
 Zymase - జైమేజ్





## ACKNOWLEDGEMENTS

For kind permission to reproduce some of the illustrations published in this volume, we acknowledge our gratitude to :

### **The American Information Service, Madras.**

Anderson - 162; Atom bomb explosions: Test bombs and the Bomb on Nagasaki - 170; Edison - 171; Compton, Arthur Halley - 255; The Curies - 304 & 305; Debrogli, Louis Victor - 358; 200" Telescope - 402; Percy William Bridgman - 517; Millikan - 534; Lawrence, Ernest Orlando - 604; Synchro- Cyclotron - 736.

### **The British Council, Madras**

Eddington - 227; William Gilbert - 321; Chadwick, Sir James - 339; Jeans, Sir James - 345; Thomson, Sir Joseph John - 385; Neils Bohr - 514; Sir William Henry Bragg - 517; Marconi - 532; J. C. Maxwell - 532; Gabriel Lippman - 606; James Watt - 625.

### **Becker Company, London.**

Hydrometer - 403.

### **Central Scientific Company, New York.**

Dip Circle - 143; Cathode rays - 294; Spherometer - 328; Chemical Balance - 387; Spring balance - 388; Refraction - 423; Fortin's Barometer - 520; Desiccator - 590; Screw gauge - 755.

### **Griffin and Tatlock Company, London.**

Calorimeters - 218; Mariner's Compass - 433; Aneroid Barometer - 521; Blow pipe - 596; Molecular Models - 764.

### **The Observatory, Kodaikanal.**

Telescope - 403.

### **Meteorological Department, Poona.**

Aurora - 154.





# BIBLIOGRAPHY

## PHYSICS

### History of Physics

Cajori, F.—*History of Physics*.

Wolf, A.—*A History of Science, Technology & Philosophy, XVI, XVII, & XVIII Centuries, 3 Vols.*

Sarton, G.—*Introduction to the History of Science, 3 Vols.*

Whetham—*The Recent development of Physical Science*.

### General Physics

Millikan & Gale—*Elements of Physics*.

Black & Davis—*New Practical Physics*.

Gregory & Hadley—*A Class book of Physics*.

Hadley, H. E.—*Everyday Physics*.

Poynting & Thompson—*A Text book of Physics*.

### Modern Physics (Atomic Physics)

Saha, M. N.—*Treatise on Modern Physics*.

Richtmeyer, F. K.—*Introduction to Modern Physics*.

Cork, G. M.—*Radio-activity & Nuclear Physics*.

Glasstone, S.—*A Source Book of Atomic Energy*.

### Relativity

Eddington, A. S.—*Space, Time & Gravitation*.

Albert Einstein & Leopold Infeld—*The Evolution of Physics*.

### Mechanics

Glazebrook—*An Elementary Text book of Mechanics*.

Duncan & Starling—*A Text book of Physics*.

### Electricity & Magnetism

Starling, S. G.—*Electricity & Magnetism*.

Cotton, H.—*Electrical Technology*.

Pidduck, F. B.—*A Treatise on Electricity*.

Ewing—*Original Papers*.

Hutchinson—*Electricity*.

### Light

Noakes—*Text book of Light*.

Wood—*Theory of Optics*.

Drude—*Theory of Optics*.

### Heat

Saha & Srivastava—*An Advanced Text book of Heat*.

Allen & Maxwell—*A Text book of Heat*.



**Sound**

- Morse, P. M.—*Vibration & Sound*.  
 Barton—*A Text book of Sound*.

## APPLIED PHYSICS

**Photography**

- Moorgar & Laster—*Encyclopaedia of Photography*, 10 Vols.  
 Leica Manual  
 Ilford—*Manual of Photography*.  
 Carlton, E. Dunn—*Natural Color Process*.  
 Charles—*Photomicrography in Theory & Practice*.  
 Lan Davis, C. F.—*Telephotography*.  
 Walter Clark—*Photography by Infra red*.

## CHEMISTRY

**History**

- Dr. Hermann Kopp—*Geschichte der Chemie*.  
 Eduard Farber—*Die Geschichtliche Entwicklung der Chemie*.  
 Partington, J. R.—*History of Chemistry*.  
 Ida, Freund—*Chemical Composition*.

**Physical Chemistry**

- Partington, J. R.—*A Text book of General Chemistry*.  
 Glasstone, S.—*Text book of Physical Chemistry*.  
 Mee, A. G.—*Physical Chemistry*.  
 Ulich, H.—*Physikalische Chemie*.  
 Trautz, M.—*Lehrbuch der Chemie* (W. Gruyter, Berlin), 3 Vols.  
 Dr. Karl Jellinek—*Kurzes Lehrbuch der Physikalische Chemie*.  
 Daniel—*Electrochemie*, 4 Vols. (Sammlung Goschen)  
 Nernst, W.—*Theoretical Chemistry*.  
 Ostwald, W.—*Outlines of General Chemistry*.

**Inorganic Chemistry**

- Partington, J. R.—*Text book of Inorganic Chemistry*.  
 Parkes, G. D. & Mellor, J. W.—*Modern Inorganic Chemistry*.  
 Therald Moeller—*Inorganic Chemistry* (Wiley)  
 Sidgwick, N. V.—*Inorganic Chemistry* (Two Volumes)  
 Burton, E. F. & Smith, F.—*Phenomena at the Temperature of Liquid Helium*.  
 Martin Lowry, T.—*Inorganic Chemistry*.  
 Partington, J. R.—*Everyday Chemistry*.  
 Fritz Ephraim—*Inorganic Chemistry*.  
 Evans, Uhlick, R.—*Metals and Metallic Compounds* (Longmans)  
 Dr. Ettore Molineri—*Treatise on General & Industrial Inorganic Chemistry*.  
 Thorpe—*Dictionary of Applied Chemistry*.



**Analytical Chemistry**

- Arthur, I. Vogel—*A Text book of Qualitative Chemical Analysis.*  
 Arthur, I. Vogel—*A Text book of Quantitative Chemical Analysis.*  
 Leaverie—*Systematic Qualitative Analysis.*  
 Leaverie—*Systematic Quantitative Analysis.*

**Metallurgy**

- Newton—*Introduction to Metallurgy.*  
 Camp & Francis—*The Making, Shaping & Treating of Steel.*  
 Sisco—*Metallurgy for Engineering Students.*

**Organic Chemistry**

- Gillman—*Organic Chemistry, 2 Vols.*  
 Feiser & Feiser—*Organic Chemistry (Heath)*  
 Paul Karrer—*Organic Chemistry (Elsevier)*  
 Sidgwick, N. V.—*The Organic Chemistry of Nitrogen (Clarendon 1937)*  
 Read, T.—*Organic Chemistry (Bell)*  
 Bernthsen & Sudborough—*Organic Chemistry (Blackie)*  
 Henry, T. A.—*The plant Alkaloids.*  
 Pictet, A.—*The Vegetable Alkaloids.*  
 Thompson, M. R.—*The New Active Principles of Ergot.*  
 Ray Q. Brewster & William E. McEwen—*Organic Chemistry.*

**APPLIED CHEMISTRY****General**

- Rufus Frost Herrick—*Industrial Alcohol.*  
 Emmons—*Geology of Petroleum.*  
 James Kewley—*Petroleum & Allied Industries.*  
 Martin, G.—*Industrial Chemistry, 2 Vols.*  
 Dr. Mollinari, E.—*Industrial Chemistry, 2 Vols.*

**Coal & Fuels**

- Rogers—*Industrial Chemistry.*  
 Levy—*Introduction to Industrial Chemistry.*

**Tanning**

- Russell, A.—*The Natural Tannins.*  
 Wilson, J. A.—*Modern Practice in Leather Manufacture.*

**Dyes**

- Thorpe & Linstead—*The Synthetic Dyestuffs (Griffin)*  
 Perkin & Everest—*The Natural Organic Colouring Matters.*

**Chemical Drugs**

- Norman Evers—*Chemistry of Drugs.*  
 Glenn Jenkins—*Chemistry of Organic Medicinal Products.*  
 Bentley, Arthur Owen—*A Text book of Pharmaceutics.*  
 May & Baker Ltd.—*Sulphanamide Therapy.*  
 Pharmaceutical Society, Great Britain—*Penicillin, its Properties, Uses & Preparation.*



**Antiseptics**

Ever, N.—*Chemistry of Synthetic Drugs*.

Owen, J.—*Pharmacology for Students of Medicine*.

**Essential Oils**

Guenther—*Essential Oils*, 5 Vols.

**Biochemistry**

Parsons, T. R.—*Fundamentals of Biochemistry*.

Pryde, T.—*Recent Advances in Biochemistry*.

Bayliss, W. M.—*The Nature of Enzyme Action*.

Oppenheimer, C.—*Handbuch der Biochemie*.

**Reference books of Cyclopaedic Nature**

*Encyclopaedia Britannica 14th Edn.*

*World Book Encyclopaedia*.

Herausgegeben Von. Wien & Harms—*Handbuch der Experimental Physik*, 14 Vols.

Muller-Pouillat—*Lehrbuch der Physik 11 Aufl.* 4 Vols. 1933.

Mellor, T. W.—*A Comprehensive Treatise on Inorganic & Theoretical Chemistry*  
16 Vols. (Longmans)

Thorpe—*Dictionary of Applied Chemistry*.

Glazebrook—*Dictionary of Applied Physics*.

Herausgegeben Von. H. Geiger & Karl Scheel—*Handbuch der Physik*, 24 Vols.

Mc Graw Hill Encyclopaedia of Science & Technology—15 Vols.

Haslett & John St. Johan—*Science Survey-I*.

